



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Evaluación del sistema de gestión de la instrucción del Ejército de Tierra (SIGINST) y valoración de posibles mejoras de uso diario en pequeñas unidades

DAC Dña. María Fernández Pérez

Director académico: Dña. Belinda López Galán

Director militar: D. Antonio Torró Laguillo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

202





## Agradecimientos

Quisiera comenzar expresando mis agradecimientos a mi Directora Académica, la Dra. Dña. [Belinda Susan López Galán](#), por su guía, apoyo y total disposición para la realización de este Trabajo de Fin de Grado.

Por otra parte, quiero expresar mi agradecimiento a mi Director Militar, el capitán D. Antonio Torró Laguillo, jefe de la 2º Compañía del batallón “Zamora”. Por ser un ejemplo de las virtudes militares, el excelente trato dispensado hacia mi persona y por poner a mi plena disposición los recursos tanto personales como materiales de la compañía.

Mi agradecimiento se extiende a todo el batallón “Zamora” así como a la BRILAT en su conjunto.

No puedo dejar de mencionar mi agradecimiento al conjunto de la Academia General Militar, donde pongo fin a mi formación académica con este Trabajo de Fin de Grado después de cinco intensos años.

Por último, quiero agradecer a mi familia: a mi hermana, mi hermano, mi padre y mi madre, por su incansable apoyo en el transcurso de estos duros años, por acompañarme en los buenos momentos y especialmente en los malos. Por vivir este tiempo muy lejos, pero a la vez muy cerca. Este logro lleva implícitos sus nombres.



María Fernández Pérez

## RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado analiza el Sistema de Gestión de la Instrucción del Ejército de Tierra (SIGINST), evaluando su diseño, implantación y eficacia real en las pequeñas unidades. El objetivo principal es digitalizar el registro y control de la instrucción y el adiestramiento, así como proponer mejoras que lo hagan más operativo y adaptable a las condiciones reales de trabajo.

En la actualidad, el SIGINST es utilizado de manera escasa en las unidades básicas, debido principalmente a tres factores: la dependencia total a la red del Ministerio de Defensa, que impide su uso durante maniobras; la falta de formación específica del personal usuario; y la duplicidad de tareas administrativas al coexistir el sistema con registros paralelos en papel o en hojas de cálculo. Estas limitaciones reducen la eficacia del sistema y generan una brecha entre la instrucción realmente impartida y la formación registrada.

La metodología empleada combina análisis documental, observación directa y encuestas al personal de unidades operativas, lo que ha permitido contrastar la doctrina oficial con la práctica real.

A partir de los resultados obtenidos, se diseñó una propuesta de mejora tecnológica mediante una aplicación complementaria llamada AZORAPP que está basada en AppSheet, capaz de funcionar sin conexión y sincronizar los datos posteriormente con la red institucional. Este prototipo busca cubrir el vacío operativo actual y demostrar la viabilidad de un modelo más flexible y descentralizado de registro de la instrucción.

Los resultados confirman que el SIGINST es una herramienta conceptualmente válida, pero que su potencial se desaprovecha por la existencia de barreras técnicas y de cultura organizacional. Estas últimas se manifiestan en la resistencia al uso de herramientas digitales, la falta de hábito tecnológico en los cuadros de mandos (CUMAS), y una percepción arraigada de que la gestión documental y los registros no aportan valor operativo inmediato. La propuesta desarrollada, evidencia que es posible mantener la trazabilidad y la seguridad del dato incluso en entornos sin conectividad, mejorando la eficiencia y reduciendo la carga administrativa. Asimismo, el estudio incluye una comparativa con otros sectores y ejércitos. Por un lado, se encontró que ya se emplean sistemas de captura offline y sincronización diferida en otros ámbitos como la topografía con drones o la minería y que en las fuerzas armadas como las de Estados Unidos, Reino Unido y la OTAN utilizan plataformas digitales avanzadas de gestión del adiestramiento con enfoques similares.

En conclusión, el trabajo demuestra que la modernización del SIGINST no requiere sustituir el sistema actual, sino adaptarlo a las necesidades reales del terreno, dotándolo de capacidad de trabajo sin conexión, interoperabilidad con otros sistemas y una estrategia formativa coherente. Estas mejoras permitirían transformar el SIGINST en una herramienta de mando plenamente operativa, alineada con los estándares de digitalización y eficiencia de las fuerzas armadas modernas.

## PALABRAS CLAVE

Digitalización, SIGINST, operatividad



María Fernández Pérez

## ABSTRACT

This Final Degree Project analyses the Army Training Management System (SIGINST), evaluating its design, implementation and actual effectiveness in small units. The main objective is to digitise the recording and control of training and instruction, as well as to propose improvements that make it more operational and adaptable to real working conditions.

The problem identified arises from the limited practical use of SIGINST in basic units, mainly due to three factors: total dependence on the Ministry of Defence network, which prevents its use during manoeuvres; lack of specific training for user personnel; and duplication of administrative tasks due to the coexistence of the system with parallel records on paper or in spreadsheets. These limitations reduce the effectiveness of the system and create a gap between the training actually provided and the training recorded.

The methodology used combines documentary analysis, direct observation and surveys of operational unit personnel, which has made it possible to compare official doctrine with actual practice.

Based on the results obtained, a proposal for technological improvement was designed using a complementary application (AZORAPP) based on AppSheet, capable of operating offline and subsequently synchronising data with the institutional network. This prototype seeks to fill the current operational gap and demonstrate the viability of a more flexible and decentralised model for recording instruction.

The results confirm that SIGINST is a conceptually valid tool, but that its potential is wasted due to technical barriers and organisational culture. The latter manifest themselves in resistance to the use of digital tools, a lack of technological familiarity in CUMAS, and a deep-rooted perception that document management and records do not provide immediate operational value. The proposal developed shows that it is possible to maintain data traceability and security even in environments without connectivity, improving efficiency and reducing the administrative burden. The study also includes a comparison with other sectors and armies, highlighting that offline capture and deferred synchronisation systems are already used in areas such as drone surveying and mining, and that armed forces such as those of the United States, the United Kingdom and NATO use advanced digital training management platforms with similar approaches.

In conclusion, the study shows that modernising SIGINT does not require replacing the current system, but rather adapting it to the real needs on the ground, equipping it with offline capability, interoperability with other systems and a coherent training strategy. These improvements would transform SIGINT into a fully operational command tool, aligned with the digitisation and efficiency standards of modern armed forces.

## KEYWORDS

Digitalisation, SIGINT, operational capability



# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Agradecimientos</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>7</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>8</b>
<b>DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Contextualización y justificación del estudio	1
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE	5
2.2. METODOLOGÍA	7
<b>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
3.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INSTRUCCIÓN DEL EJÉRCITO DE TIERRA (SIGINST)	9
3.2. FINALIDAD Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA	10
3.3. INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS	12
3.4. PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SIGINST	14
3.5. LENGUAJES Y HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN TRADICIONALES	15
<b>4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS</b>	<b>17</b>
4.1. Análisis de la situación actual del SIGINST en una unidad pequeña de infantería	17
4.1.1. Fortalezas	18
4.2. PROPUESTA DE APLICACIÓN	26
4.2.1. Enfoque no-code: AppSheet	26
4.2.2. Seguridad y control de acceso en AppSheet	27
4.2.3. Comparación con los sistemas oficiales del Ejército (SIGINST, SIGAD, SIPERDEF)	28
4.2.4. Desarrollo de AZORAPP	29
4.2.4.1. Diseño de la base de datos: estructura interna de AZORAPP	29
4.2.4.2. Configuración en AppSheet	33
4.2.4.3. Automatizaciones y lógica interna de la aplicación	33
4.2.4.4. Funcionamiento offline y sincronización	35
4.2.5. Integración de Azorapp con SIGINST.	36
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO I- Encuesta</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO II - APPSHEET</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO III - AZORAPP</b>	<b>47</b>



## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Proceso de IAE. Elaboración propia.	2
Ilustración 2. Sistema de Gestión de la IAE. Elaboración propia.	11
Ilustración 3. Conexión entre los distintos sistemas. Elaboración propia.	13
Ilustración 4. Proceso de desarrollo de software. Elaboración propia.	16
Ilustración 5. Pregunta 1 Anexo I. Empleo. Elaboración propia.	17
Ilustración 6. Pregunta 2 Anexo I. Conocimiento previo del sistema. Elaboración propia.	19
Ilustración 7. Pregunta 4 Anexo I. Porcentaje de entrevistados que utilizaron el SIGINST. Elaboración propia.	20
Ilustración 8. Pregunta 8 Anexo I. Dificultades aparentes del sistema. Elaboración propia.	20
Ilustración 9. Pregunta 5 Anexo I. Principales usos del sistema. Elaboración propia.	22
Ilustración 10. Pregunta 7 Anexo I. Contenido de la herramienta. Elaboración propia.	22
Ilustración 11. Pregunta 9 Anexo I. Grado de interés en recibir conocimientos del sistema en la unidad. Elaboración propia.	23
Ilustración 12. Pregunta 12 Anexo I. Problemas en la unidad ante su ineficiencia. Elaboración propia.	24
Ilustración 13. Análisis DAFO. Elaboración propia.	25
Ilustración 14. Hoja de personal AZORAPP. Elaboración propia.	30
Ilustración 15. Hoja de permisos AZORAPP. Elaboración propia.	31
Ilustración 16. Hoja de servicios AZORAPP. Elaboración propia.	31
Ilustración 17. Hoja de programación AZORAPP. Elaboración propia.	32
Ilustración 18. Database hoja permisos AZORAPP. Elaboración propia.	33
Ilustración 19. Vista permisos AZORAPP. Elaboración propia.	34
Ilustración 20. Vista personal AZORAPP. Elaboración propia.	34
Ilustración 21. Vista de aplicación para insertar el modo offline. Elaboración propia.	35
Ilustración 22. Posibles modos integración AZORAPP a SIGINST. Elaboración propia.	37
Ilustración 23. Database hoja personal AZORAPP. Elaboración propia.	44
Ilustración 24. Database hoja programación AZORAPP. Elaboración propia.	44
Ilustración 25. Database hoja servicios AZORAPP. Elaboración propia.	45



Ilustración 26. Creación de la vista principal de personal. Elaboración propia.	47
Ilustración 27. Ajuste de columnas visibles. Elaboración propia.	47
Ilustración 28. Configuración de la navegación. Elaboración propia.	48
Ilustración 29. Creación de la vista de detalle individual.	48
Ilustración 30. Vista detalles del personal que realiza el servicio. Elaboración propia.	49
Ilustración 31. Vista servicios. Elaboración propia.	50
Ilustración 32. Vista programación AZORAPP. Elaboración propia.	51
Ilustración 33. Vista programación AZORAPP. Elaboración propia.	52



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación con los sistemas oficiales del Ejército (SIGINST, SIGAD, SIPERDEF) 29



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

**AGM** – Academia General Militar.

**AppSheet** – Plataforma de desarrollo sin código (no-code) utilizada para crear aplicaciones móviles y web.

**AZORAPP** – Aplicación desarrollada como prototipo complementario al SIGINST, basada en AppSheet.

**CET** – Centro de Enseñanza de Tropa.

**CIMA** – Centro de Instrucción y Adiestramiento de las Maniobras del Ejército de Tierra.

**CUMAS** – Cuadro de Mando

**DTMS** – *Digital Training Management System*, sistema de gestión de instrucción y adiestramiento del Ejército de los Estados Unidos.

**ET** – Ejército de Tierra.

**I/A/E** – Instrucción, Adiestramiento y Evaluación.

**MADOC** – Mando de Adiestramiento y Doctrina.

**MDEF** – Ministerio de Defensa.

**MOOC** – *Massive Open Online Course* (curso en línea masivo y abierto).

**OTAN (NATO)** – Organización del Tratado del Atlántico Norte (*North Atlantic Treaty Organization*).

**SIAE** – Sistema Integrado de Adiestramiento del Ejército.

**SIGAD** – Sistema de Gestión del Adiestramiento.

**SIGINST** – Sistema de Gestión de la Instrucción del Ejército de Tierra.

**SIGLE** – Sistema de Gestión Logística del Ejército de Tierra.

**SIPERDEF** – Sistema de Personal de Defensa.

**STE** – *Synthetic Training Environment* (Entorno de Entrenamiento Sintético).

**TMT** – *Training Management Tool*, herramienta de gestión de instrucción del Ejército de los Estados Unidos.

**UCO** – Unidad, Centro u Organismo.

**US Army** – *United States Army* (Ejército de los Estados Unidos).

**ETID** – Estructura de la Instrucción y el Adiestramiento.

**EID** – Exigencias de la Instrucción y el Adiestramiento.



## **DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Durante la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado se ha empleado una herramienta de Inteligencia Artificial con fines de apoyo académico y técnico.

La herramienta utilizada fue ChatGPT, desarrollada por OpenAI. Su uso se limitó a revisión de estilo, síntesis de información y generación de ideas para la estructuración de apartados del documento. En ningún caso se introdujeron datos personales, confidenciales o sensibles del proyecto.

Para garantizar la seguridad de la información, todo el contenido compartido con la herramienta fue previamente anonimizado y se restringió exclusivamente a fragmentos del texto o información general sobre el trabajo. No se transmitieron documentos internos ni información protegida por derechos de autor o de carácter reservado.



# 1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria recoge los resultados obtenidos durante la investigación y realización del Trabajo de Fin de Grado (TFG) titulado: *“Evaluación del sistema de gestión de la instrucción del Ejército de Tierra (SIGINST) y valoración de posibles mejoras de uso diario en pequeñas unidades”*. Este trabajo se encuadra en el plan de estudios correspondiente al quinto curso del Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido en el Centro Universitario de la Defensa (CUD) ubicado en la Academia General Militar (AGM) y adscrito a la Universidad de Zaragoza.

El proyecto se ha desarrollado durante el periodo de prácticas externas realizadas en el Batallón “Zamora” del Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” 29, donde se observó el funcionamiento del Sistema de Gestión de la Instrucción (SIGINST), su implantación en las pequeñas unidades y las percepciones reales de sus usuarios. Esta experiencia ha permitido analizar la aplicación práctica del sistema, los beneficios que aporta en la gestión y las dificultades que persisten en su utilización cotidiana.

El trabajo parte de una idea sencilla pero esencial: en un Ejército moderno, la tecnología debe estar al servicio del soldado y no convertirse en un obstáculo más.

El SIGINST surgió con el propósito de digitalizar y optimizar la gestión de la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación (IAE) del personal. Sin embargo, su aplicación práctica ha evidenciado ciertas limitaciones que restringen su aprovechamiento pleno, las cuales se pretenden analizar con el fin de sugerir mejoras que conviertan al sistema en una herramienta eficiente al servicio del mando y del adiestramiento de las pequeñas unidades.

## 1.1. Contextualización y justificación del estudio

La preparación de una fuerza militar no se mide únicamente por la cantidad de efectivos disponibles o por la potencia de su armamento, sino por la calidad operativa y profesional de sus integrantes. Este principio, ampliamente reconocido en el ámbito castrense, establece que la excelencia de un ejército se fundamenta en la formación integral del personal, aspecto que no puede improvisarse ni descuidarse.

En el Ejército de Tierra (ET), dicha calidad se sustenta sobre tres pilares esenciales que estructuran el proceso de preparación: la instrucción, el adiestramiento y la evaluación. Estos elementos, interdependientes entre sí, conforman un ciclo continuo que garantiza la eficacia de la fuerza en cualquier escenario operativo.

La instrucción constituye la fase inicial del proceso formativo. En ella, el militar no solo adquiere las competencias técnicas necesarias para el manejo del armamento o la ejecución de órdenes, sino que también asimila los fundamentos doctrinales, tácticos y éticos que definen su actuación profesional. Es el momento en el que el aspirante se transforma en soldado y comienza a integrarse como parte de una estructura organizada. La instrucción no se limita a la adquisición de conocimientos, sino que implica su interiorización y aplicación práctica, consolidando en el individuo la disciplina, los valores y la mentalidad propios de la vida militar.

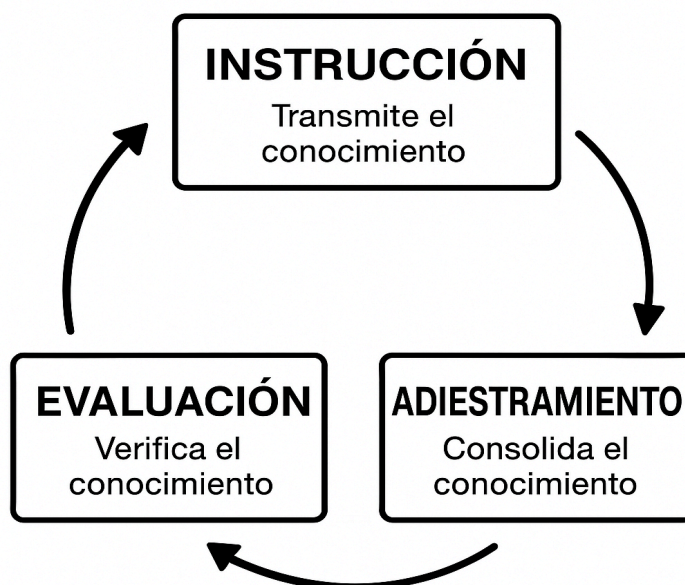
El adiestramiento representa la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante la instrucción. Es el proceso mediante el cual se consolidan las destrezas, se corrigen las deficiencias y se refuerza la cohesión de la unidad a través de la repetición constante de ejercicios y maniobras. En esta fase se evalúa la capacidad del personal para aplicar, en



condiciones reales o simuladas, los procedimientos aprendidos, garantizando la operatividad y la respuesta eficaz ante cualquier eventualidad. El adiestramiento, por tanto, constituye la materialización del aprendizaje, donde la práctica sostenida en tiempo de paz se convierte en garantía de eficiencia en tiempo de conflicto.

La evaluación, por su parte, cierra el ciclo formativo al proporcionar una valoración objetiva de los resultados alcanzados. No se trata únicamente de un trámite administrativo, sino de un mecanismo esencial para la retroalimentación del proceso formativo, permitiendo identificar fortalezas, deficiencias y oportunidades de mejora. De este modo, se garantiza la adecuación permanente del adiestramiento a las necesidades operativas reales. La evaluación posibilita la medición del rendimiento individual y colectivo, contribuyendo al perfeccionamiento continuo y a la optimización de los recursos humanos y materiales.

En consecuencia, la instrucción, el adiestramiento y la evaluación conforman un sistema interrelacionado que se complementan entre sí: la instrucción transmite el conocimiento, el adiestramiento lo consolida y la evaluación lo verifica (Ilustración 1). Un desequilibrio en uno de estos tres componentes comprometería la eficacia del conjunto. Un ejército instruido, pero no adiestrado se convierte en una estructura teórica; uno que entrena sin evaluarse repite errores; y uno que evalúa sin instruir ni adiestrar carece de fundamento operativo. Por ello, el ET concibe la preparación como un proceso continuo, cíclico y perfeccionable, en el que cada ejercicio o maniobra constituye una pieza del engranaje global que mantiene la capacidad operativa de la fuerza en forma.



*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 1. Fases del proceso formativo en el ámbito militar. Fuente: Elaboración propia*

Por su parte, la Institución entiende que la formación no debe concebirse como un procedimiento rutinario, sino como un proceso dinámico de mejora continua, que comienza, se perfecciona y vuelve a iniciarse de manera constante. En este marco, el Sistema de Mando y Dirección (SIMADE) constituye la estructura vertebradora que garantiza la coherencia y la eficacia en todos los niveles jerárquicos. De la correcta aplicación de las directrices del SIMADE depende la coordinación, la organización y la efectividad de las unidades en cualquier escenario operativo.



Por otro lado, durante los últimos años, la transformación digital ha introducido un cambio sustancial en este proceso. Las directrices emanadas de la Directiva 08/20 sobre Gestión de la Información, el Conocimiento y la Transformación Digital en el ET subrayan que la digitalización es una herramienta esencial para la gestión eficiente basada en datos, procesos y recursos tecnológicos. La incorporación del Sistema Integrado de Adiestramiento del Ejército (SIAE), ha permitido optimizar la planificación, ejecución y control de las actividades formativas, mejorando la trazabilidad y la capacidad de análisis.

Gracias a herramientas como el Sistema de Gestión de la Instrucción (SIGINST), el ET puede registrar, analizar y controlar en tiempo real el progreso del personal y el rendimiento de las unidades. Este sistema facilita una gestión más precisa y transparente, reduciendo la carga documental y aumentando la eficacia operativa. Sin embargo, su utilidad práctica depende en gran medida del nivel de conocimiento, formación y compromiso de los usuarios. Si el sistema no se adapta a las necesidades reales de las unidades o si su uso se convierte en un fin en sí mismo, corre el riesgo de transformarse en un obstáculo operativo en lugar de una herramienta de apoyo.

En un entorno caracterizado por la rápida evolución tecnológica, la capacidad de adaptación se convierte en una exigencia ineludible. La integración efectiva de la gestión del conocimiento y la transformación digital en los procesos de preparación resulta, por tanto, imprescindible no solo para mejorar la eficiencia, sino también para preservar los principios esenciales que sustentan la identidad y la operatividad del ET.

## **1.2. Relevancia del estudio**

El SIGINST fue concebido como una herramienta destinada a digitalizar y centralizar la gestión de la instrucción, el adiestramiento y la evaluación en el ET. Desde su creación, su propósito ha sido claro: servir de apoyo al mando en la planificación, ejecución y control de la preparación de las unidades, garantizando la trazabilidad y coherencia del proceso formativo. No obstante, la experiencia observada durante el periodo de prácticas, en el Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" 29, sugiere que su implantación podría no ser homogénea, es decir, no uniforme entre las distintas unidades, con diferencias significativas en el grado de uso, conocimiento y aprovechamiento de la herramienta por parte del personal, dependiendo de factores como la formación recibida, los recursos disponibles o las condiciones de conectividad.

Las razones que justifican la necesidad de realizar un análisis exhaustivo del SIGINST se centran fundamentalmente en tres aspectos: su baja implantación real, su uso parcial o limitado y la necesidad de modernización tecnológica y funcional.

En primer lugar, el bajo grado de implementación se debe, en buena medida, a que el sistema no ha logrado integrarse plenamente en la rutina operativa de las pequeñas unidades. Aunque el SIGINST está diseñado para constituir una herramienta esencial en el proceso de instrucción y adiestramiento, en la práctica su uso suele limitarse al cumplimiento formal de los registros exigidos, sin aportar un valor añadido al planeamiento ni a la toma de decisiones.

Además, la insuficiente formación, específica en el manejo del sistema, del personal, las deficiencias de conectividad en determinados entornos, la baja interoperabilidad con otros sistemas del Ministerio de Defensa, como el Sistema de Gestión del Adiestramiento (SIGAD), usado para registrar datos relativos a los ejercicios, actividades de adiestramiento, personal participante, consumos de munición, material o vehículos, así como el control de costes) o el Sistema de Información de Personal del Ministerio de Defensa (SIPERDEF), usado como base



María Fernández Pérez

de datos corporativa centralizada donde se integran los datos administrativos y de historial de todo el personal militar y civil del Ministerio. Además, gestiona su registro, expediente de personal, historial militar, situación administrativa, nómina, cambios de destino, bajas, etc. Estos inconvenientes generan la percepción de que el tiempo invertido en mantener actualizada la aplicación no compensa los beneficios que debería aportar. En consecuencia, SIGINST, que es una herramienta concebida para mejorar la eficiencia y trazabilidad del proceso de instrucción, ha terminado siendo percibida, en ocasiones, como una carga administrativa adicional.

Por todo ello, su análisis resulta pertinente y necesario. Este trabajo no solo evalúa una aplicación informática, sino que examina un elemento crítico del ciclo de formación de una de los cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado. Por tanto, este estudio se alinea con los objetivos estratégicos de eficiencia y modernización definidos en la Directiva 08/20 sobre Gestión de la Información, el Conocimiento y la Transformación Digital en el Ejército de Tierra (MADOC, 2020). En este contexto, el SIGINST debe consolidarse como una herramienta clave capaz de recopilar, procesar y proporcionar información en tiempo real sobre la instrucción y el rendimiento del personal, facilitando la toma de decisiones fundamentadas por parte del mando.

No obstante, para que dicho propósito se materialice plenamente, es imprescindible acometer simplificar la interfaz de usuario, reducir la carga administrativa y mejorar la integración con otras plataformas digitales del entorno del ET. La digitalización, en este sentido, no debe considerarse un fin en sí misma, sino un medio para optimizar la gestión, liberar recursos y permitir que los mandos concentren sus esfuerzos en los aspectos esenciales de la instrucción, el adiestramiento y la evaluación sobre el terreno.

En consecuencia, el presente trabajo contribuye con una revisión exhaustiva del SIGINST, partiendo de un análisis de la situación actual, la identificación de las principales limitaciones y la propuesta de soluciones concretas, según plantean los objetivos de transformación digital impulsados por el Ministerio de Defensa a través del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC).



## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo analizar el funcionamiento real del sistema SIGINST en la gestión de la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación (IAE) a nivel de pequeñas unidades del Ejército de Tierra, e identificar posibles líneas de mejora orientadas a optimizar el registro de actividades, la programación de la instrucción, el control del adiestramiento y la reducción de la carga administrativa asociada a los procedimientos actuales.

Este objetivo se alcanzará mediante los siguientes objetivos específicos:

- Examinar el funcionamiento actual del SIGINST, identificando sus fortalezas y debilidades, en especial en lo relativo al registro de actividades, la integración con el SIAE y la capacidad de adaptación a las necesidades de la segunda Compañía del batallón “Zamora”.
- Identificar las dificultades técnicas y organizativas que afectan al sistema, como los problemas de conectividad en unidades desplegadas, la dependencia de la red para el volcado de datos o la carga administrativa que supone la anotación de actividades.
- Analizar la experiencia de los usuarios, tanto gestores como personal de tropa y cuadros de mano, con el fin de conocer el grado de implantación real del SIGINST y su utilidad práctica en el día a día de las unidades, como la segunda Compañía del batallón “Zamora”.
- Explorar posibles mejoras en la usabilidad de la aplicación, proponiendo nuevas funcionalidades como la gestión de grupos de actividades formativas, guías de instrucción o herramientas de evaluación que permitan un uso más ágil y completo.
- Proponer un plan de formación y difusión para gestores y usuarios, de modo que se impulse el empleo real del SIGINST y se garantice su implantación definitiva en todas las unidades.
- Plantear recomendaciones de modernización y digitalización, alineadas con la transformación digital del Ejército de Tierra, para asegurar que el SIGINST evolucione de manera coherente con las necesidades operativas actuales y futuras.

El alcance del presente trabajo se centra en el análisis del sistema SIGINST como herramienta de gestión de la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación (IAE) a nivel de pequeñas unidades, concretamente en el ámbito de una compañía de infantería, tomando como unidad de referencia la segunda Compañía del Batallón “Zamora” I/29 de la Brigada “Galicia” VII (BRILAT), con base en Pontevedra. El estudio se limita al análisis del uso real del sistema en el entorno cotidiano de trabajo de la unidad, fundamentalmente en instalaciones, despachos de mando y puestos de trabajo administrativos, sin incluir su empleo en ejercicios de gran envergadura ni en despliegues en zona de operaciones.

El análisis del SIGINST se ha centrado específicamente en las fases de programación de la instrucción, registro de actividades, validación por parte de los cuadros de mando, consulta de historiales formativos y evaluación de resultados, quedando fuera del alcance del trabajo el análisis detallado de otros sistemas corporativos del Ejército de Tierra, como el SIAE, más allá de su relación funcional con el SIGINST. Asimismo, el estudio no aborda aspectos de arquitectura de red, ciberseguridad avanzada o desarrollo de software a nivel de código fuente, limitándose a la evaluación funcional y operativa del sistema desde el punto de vista del



María Fernández Pérez

usuario.

En relación con la propuesta de mejora, el desarrollo de la aplicación experimental AZORAPP se ha llevado a cabo como un prototipo funcional en entorno controlado, siendo probada únicamente en las instalaciones de la unidad con usuarios reales responsables del registro de la información, con fines de validación operativa básica. No se ha realizado su empleo en ejercicios de campo, maniobras ni entornos tácticos desplegados, por tratarse de una prueba de concepto orientada a evaluar su viabilidad como herramienta de apoyo a la gestión de la instrucción en sus posteriores fases.

Por tanto, el alcance del trabajo se limita a un análisis funcional, organizativo y operativo del SIGINST a nivel de pequeñas unidades, así como a la validación preliminar de una posible alternativa tecnológica en un entorno controlado.



## 2.2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo tiene un enfoque mixto que combina el empleo de fuentes primarias y secundarias. En particular considera, la revisión documental, la observación directa y la información recogida durante las prácticas externas. El empleo de este enfoque ha permitido analizar los sistemas de gestión de la IAE desde un punto de vista teórico y práctico más acorde a la operativa que experimenta una unidad de maniobra del ET.

Durante el periodo de prácticas en la Brigada “Galicia” VII (BRILAT) se observó directa y sistemáticamente el funcionamiento de los principales sistemas informáticos empleados para la gestión de la instrucción, fundamentalmente el SIGINST, así como de los procedimientos asociados a la planificación, ejecución y evaluación de las actividades de instrucción y adiestramiento. La BRILAT, por su elevada disponibilidad operativa y su alto nivel de preparación, ofreció un entorno idóneo para analizar la aplicación real de estos sistemas y valorar su eficacia en condiciones de trabajo exigentes. La observación permitió corroborar en la práctica aspectos como los tiempos de utilización del sistema, su facilidad de acceso, la dependencia de la conectividad, así como la forma real en la que se programan, registran y evalúan las actividades de instrucción en una pequeña unidad.

Con el fin de obtener información precisa y contrastada, se emplearon como principales métodos de recogida de datos la encuesta y la entrevista personal. En primer lugar, se diseñó y difundió un cuestionario anónimo dirigido al personal del batallón (Anexo I), que incluyó preguntas abiertas y cerradas orientadas a conocer la percepción de los usuarios sobre el uso y la utilidad del sistema SIGINST, así como las principales dificultades encontradas durante su empleo. Las respuestas fueron recogidas mediante la herramienta Google Forms, lo que facilitó tanto la distribución del cuestionario como el procesamiento posterior de los datos. El cuestionario recogió valoraciones sobre aspectos como la facilidad de uso, la interoperabilidad entre sistemas, la carga administrativa asociada y la dependencia de la red de Defensa para su funcionamiento.

En segundo lugar, la observación directa desarrollada durante las prácticas fue complementada mediante entrevistas semidirigidas con personal de la 2ª Compañía del Batallón “Zamora”, lo que permitió profundizar en las percepciones obtenidas a través de la encuesta y contrastarlas con la experiencia real de los usuarios responsables de la planificación y el registro de la instrucción.

De forma complementaria, se realizó una revisión documental de la normativa y publicaciones elaboradas por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC), así como de diferentes trabajos académicos y técnicos relacionados con los sistemas de gestión de la IAE. Este análisis permitió enmarcar los datos obtenidos dentro del contexto doctrinal del Ejército de Tierra y establecer una comparación entre los procedimientos oficiales establecidos y la práctica real observada en la unidad.

Finalmente, los datos recopilados a través de las encuestas, entrevistas y observación directa permitieron identificar patrones comunes, limitaciones estructurales y posibles líneas de mejora. Este análisis permitió obtener una visión completa, precisa y fundamentada sobre la situación actual del sistema SIGINST en una unidad operativa como la BRILAT, sirviendo de base para la elaboración de las conclusiones y de la propuesta de mejora que se desarrolla en los apartados posteriores.

Como complemento práctico al análisis del SIGINST y con el objetivo de explorar una posible solución tecnológica a algunas de las limitaciones detectadas, se desarrolló una aplicación experimental denominada AZORAPP empleando la plataforma AppSheet. La elección de esta



María Fernández Pérez

herramienta responde a su carácter no-code, que permite el desarrollo de aplicaciones funcionales sin necesidad de programación avanzada, utilizando como base datos estructurados procedentes de hojas de cálculo.

AppSheet permite definir tablas como fuentes de datos, diseñar vistas en distintos formatos (por ejemplo: formularios, listas, calendarios o paneles de control) y configurar acciones automáticas mediante una lógica visual basada en menú y fórmulas predefinidas. En el caso de AZORAPP, la aplicación se construyó a partir de hojas de cálculo en Google Sheets, que actuaron como base de datos dinámica del sistema. A partir de ellas, la plataforma generó automáticamente una aplicación funcional, posteriormente adaptada a las necesidades específicas de funcionamiento de una pequeña unidad.

La elección de AppSheet como plataforma de desarrollo presenta diversas ventajas frente al uso de lenguajes de programación tradicionales, entre las que destacan la posibilidad de crear aplicaciones sin conocimientos avanzados de programación, la integración directa con herramientas como Google Sheets, Excel o bases de datos SQL, la facilidad de mantenimiento, la ejecución multiplataforma (Android, iOS y navegadores web), la gestión integrada de usuarios y seguridad y la disponibilidad de funcionamiento en modo offline, especialmente relevante en entornos con conectividad limitada. No obstante, también presenta ciertas limitaciones, como una menor flexibilidad en la personalización avanzada, la dependencia del entorno Google, un control más limitado sobre el rendimiento interno del sistema y su escasa adecuación para proyectos que requieran cálculos intensivos, integraciones complejas o gráficos avanzados.

El procedimiento seguido para el desarrollo de la aplicación se estructuró en varias fases. En primer lugar, se llevó a cabo una fase de análisis de necesidades, en la que se recopilaban y estudiaban los formularios, plantillas, hojas de cálculo y documentos empleados en la unidad para el registro de la instrucción, los servicios, los permisos y la programación de actividades. Estos documentos fueron analizados con el objetivo de identificar los campos comunes, la información imprescindible y los elementos que conforman la estructura básica del registro de datos. A partir de este análisis se definieron las principales entidades de la base de datos de la aplicación.

En una segunda fase se desarrolló el diseño funcional de AZORAPP, que fue realizado directamente por la autora de este trabajo. Se procedió a la creación de las tablas de datos, la configuración de las distintas vistas de usuario, el diseño de los formularios de entrada de información, la relación entre las distintas hojas y la implementación de reglas básicas de validación, adaptando el funcionamiento de la aplicación a las necesidades reales de la unidad.

Posteriormente, se llevó a cabo una fase de prueba y validación en entorno real controlado, durante la cual la aplicación fue utilizada de manera experimental por los responsables del registro de la información. En esta fase se analizaron aspectos como la facilidad de uso, la claridad de los formularios, la rapidez en la introducción de datos, el funcionamiento en modo offline y la posterior sincronización de la información. Las observaciones recogidas permitieron detectar errores de diseño, carencias funcionales y aspectos de mejora, lo que dio lugar a una fase final de ajuste del prototipo.



## 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

### 3.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INSTRUCCIÓN DEL EJÉRCITO DE TIERRA (SIGINST)

En la actualidad, el SIGINST constituye la principal herramienta del ET para la planificación, registro y control de todas las actividades relacionadas con la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación (IAE), en el marco del Sistema de Instrucción del Ejército de Tierra (SICET) y de la doctrina establecida por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) (Ejército de Tierra, 2017; MADOC, 2015).

Este sistema permite planificar con antelación las actividades de las pequeñas unidades (por ejemplo: compañías, escuadrones, baterías o equivalentes), garantizando un seguimiento exhaustivo de su ejecución y de los resultados obtenidos. De esta forma, el mando dispone de una visión objetiva del nivel de preparación de su personal en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones en materia de asignación de cometidos, designación de puestos tácticos y detección de áreas de mejora en el adiestramiento, en línea con los principios de los sistemas de información aplicados a la gestión organizativa (Laudon y Laudon, 2016).

El origen del SIGINST se remonta al periodo comprendido entre los años 2009 y 2010, cuando el MADOC detectó la necesidad de desarrollar una aplicación informática unificada que permitiera homogeneizar los registros de instrucción en todas las unidades de la Fuerza (MADOC, 2010). Hasta entonces, cada compañía o batallón gestionaba esta información de manera independiente, lo que generaba dispersión de datos y dificultaba la consulta y estandarización de los registros. Como solución inicial, se diseñó una base de datos en Microsoft Access 2007, que carecía de carácter oficial, pero fue utilizada de manera generalizada en numerosas unidades. A partir de esta experiencia, el entonces comandante Eduardo Camacho Medina impulsó el desarrollo del SIGINST, que evolucionó progresivamente hasta convertirse en una plataforma accesible a través de la Intranet del Ministerio de Defensa (Ejército de Tierra, 2017).

Este sistema trataba de cumplir múltiples finalidades. En primer lugar, posibilita un registro oficial, homogéneo y centralizado de todas las actividades de instrucción, adiestramiento y evaluación, evitando la pérdida o duplicación de información. En segundo lugar, optimiza la asignación y aprovechamiento de las capacidades del personal, ya que el historial generado por el sistema permite orientar a cada militar hacia los puestos o cometidos más adecuados en función de sus competencias y resultados, conforme al modelo de gestión de la preparación establecido por el ET (MADOC, 2015). Finalmente, centraliza los datos facilitando la transferencia de información cuando un militar cambia de destino, eliminando la necesidad de reiniciar el proceso de registro en la nueva unidad.

Inicialmente diseñado para el personal de tropa, el sistema amplió su alcance a los cuadros de mando hasta nivel compañía, incluyendo jefes de sección y de pelotón, así como a las secciones de operaciones de los batallones. De este modo, el SIGINST dejó de ser una simple base de datos de actividades realizadas para transformarse en una herramienta integral de planificación, seguimiento y supervisión. Con la incorporación de las actividades formativas, el sistema extendió su uso también al personal destinado en Cuarteles Generales y unidades de Apoyo a la Fuerza, consolidando su aplicación a una mayor diversidad de unidades.

Las ventajas del SIGINST, recogidas en la Norma Técnica 06/15 y su actualización de 2017, son significativas. Entre ellas destacan la agilidad en la elaboración del Programa Anual de Preparación (PAP), la facilidad para la programación periódica (semanal o mensual), la generación de informes de seguimiento individuales y colectivos, y la centralización de documentación oficial (manuales, guías de instrucción, normativa, etc.) en un único entorno



digital. Además, su diseño permite una anotación masiva e intuitiva de actividades, reduciendo notablemente la carga de trabajo administrativo respecto a métodos tradicionales.

Pese a sus ventajas, la utilización del sistema en las pequeñas unidades ha presentado dificultades operativas. Entre ellas, destaca el hecho de que únicamente se pueden generar informes sobre actividades previamente programadas en la plataforma, lo que impide registrar a posteriori las sesiones de instrucción realizadas de manera improvisada durante maniobras o ejercicios (esta improvisación puede llegar a estar motivada por la inoperatividad de vehículos en unidades mecanizadas y acorazadas o, por en unidades ligeras la no disponibilidad de campos de tiro, etc.). Asimismo, algunos escalones superiores continúan requiriendo formatos convencionales de programas de instrucción no integrados en el SIGINST, lo que provoca que en ocasiones las unidades prioricen estos documentos frente a la herramienta digital.

En el futuro, con el propósito de solventar estas limitaciones, está prevista la integración funcional entre el SIGINST y el SIGAD, lo que incrementará sustancialmente su utilidad como plataforma de trabajo dentro del entorno digital del ET (Ministerio de Defensa, 2020).

El sistema ha incorporado progresivamente mejoras adaptadas a las necesidades de las unidades, entre las que destacan la inclusión de manuales fragmentados en fichas, la posibilidad de consulta y modificación de datos por parte de los cuadros de mandos, y la integración de actividades específicas diseñadas para cada tipo de unidad.

En síntesis, el SIGINST ha supuesto un avance cualitativo en la digitalización de la instrucción militar, al centralizar la planificación, el registro y la evaluación en un entorno único que facilita la trazabilidad y transparencia del proceso formativo. Si bien persisten áreas de mejora y se requiere una mayor interoperabilidad con otros sistemas del Ejército de Tierra, el SIGINST constituye una herramienta en constante evaluación, con un amplio potencial de desarrollo para responder a las demandas operativas de las pequeñas unidades y del conjunto de la Fuerza Terrestre.

### **3.2. FINALIDAD Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA**

El sistema de gestión de la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación (IAE) se creó con la finalidad de modernizar y digitalizar los procesos internos del Ejército de Tierra, ofreciendo un apoyo integral a la preparación de las unidades, en el marco de la doctrina de preparación establecida por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) y del Sistema de Instrucción del Ejército de Tierra (SICET) (MADOC, 2015; Ejército de Tierra, 2017). Su principal objetivo es proporcionar al mando una visión en tiempo real del estado de la instrucción y el adiestramiento del personal, actuando como una herramienta clave para la supervisión y la toma de decisiones fundamentadas, en línea con los principios de los sistemas de información aplicados a la gestión organizativa (Laudon y Laudon, 2016). En este contexto, el SIGINST se centra en la gestión de la instrucción individual, mientras que el SIGAD se destina a la planificación y control del adiestramiento colectivo. Ambos programas, dirigidos por el MADOC, cubren el ciclo completo de la IAE, garantizando su coordinación y trazabilidad (MADOC, 2015; Ministerio de Defensa, 2020).

La ilustración 2 muestra los tres pilares fundamentales sobre los que descansa el sistema: el registro, la planificación y el control. En primer lugar, el registro constituye la base de todo el proceso, ya que en él se documentan las actividades realizadas, las fechas de realización, el tipo de instrucción, los participantes y los resultados obtenidos. Este registro individualizado genera un historial formativo que permite seguir la evaluación de cada militar, identificar deficiencias y reconocer progresos, conforme al modelo doctrinal de gestión de la preparación del Ejército de Tierra (MADOC, 2015).



*Ilustración 2. Sistema de Gestión de la IAE. Elaboración propia.*

La planificación, apoyada principalmente en el SIGAD, proporciona las herramientas necesarias para programar la instrucción conforme a los planes anuales de preparación y las directrices del MADOC, garantizando la coherencia y la eficiencia del adiestramiento, y permitiendo analizar los resultados y verificar el cumplimiento de los objetivos previstos (Ejército de Tierra, 2017; Ministerio de Defensa, 2020).

La estructura interna del sistema refleja la jerarquía de las unidades militares, organizando los niveles de usuario según las responsabilidades dentro de la cadena de mando. En el nivel básico se encuentra la tropa, que ejecuta las actividades y tiene acceso a su historial individual, lo que fomenta la autogestión y la motivación personal. En un nivel superior se sitúan los suboficiales, responsables de introducir y validar los datos de las actividades y de añadir observaciones relevantes. Por su parte, los jefes de sección analizan los resultados y emplean la información proporcionada por el sistema como herramienta clave de dirección y control.

Esta estructura por niveles aprovecha la organización natural de las unidades militares, en la que cada escalón tiene su función dentro del ciclo de instrucción y adiestramiento: la tropa ejecuta, los cabos, sargentos y demás suboficiales supervisan y registran, y los cuadros de mando planifican, controlan y evalúan. De esta forma, la información fluye de manera ordenada, asegurando que los datos sean coherentes, verificables y útiles para todos los niveles de la cadena de mando.

En conjunto, el sistema de registro, planificación y control de la IAE, apoyado en los programas SIGINST y SIGAD, constituye una herramienta clave para la profesionalización y modernización del ET. Su correcta implantación permite optimizar el uso de los recursos, mejorar la calidad del adiestramiento y garantizar que la preparación del personal y de las unidades se lleve a cabo de forma sistemática, medible y alineada con los estándares establecidos por el MADOC (MADOC, 2015; Ministerio de Defensa, 2020). Más allá de su carácter técnico, estos sistemas representan una nueva forma de entender la gestión de la instrucción: más transparente, más eficiente y plenamente integrada en el proceso de transformación digital de las Fuerzas Armadas.



### 3.3. INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS

El sistema de gestión de la IAE forma parte de un ecosistema digital más amplio dentro del Ejército de Tierra. En los últimos años, el proceso de transformación digital impulsado por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) y la Jefatura de los Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica (JCISAT) ha buscado que todos los sistemas que gestionan información operativa, de personal y de instrucción estén interconectados entre sí, facilitando la interoperabilidad y evitando duplicidades, en el marco de la estrategia de digitalización del Ministerio de Defensa (MADOC, 2015; Ministerio de Defensa, 2020).

La integración con otros sistemas resulta fundamental para que el proceso de instrucción y adiestramiento se desarrolle de forma coherente y eficiente. La información que genera el sistema de registro y control de la IAE debe poder relacionarse con la que manejan otras plataformas del Ministerio de Defensa, de manera que el mando disponga de una visión completa y actualizada de la situación del personal, de los recursos disponibles y del grado de preparación alcanzado, conforme a los principios de los sistemas de información aplicados a la gestión organizativa (Laudon y Laudon, 2016). En este sentido, los principales sistemas con los que se interrelacionan son el SIGAD, el SIPERDEF, el SIGLE y el SIAE.

El Sistema Integral de Gestión del Adiestramiento (SIGAD) es la herramienta que complementa al SIGINST y, de manera conjunta, ambos conforman el núcleo del sistema digital de gestión de la instrucción en el Ejército de Tierra. Mientras el SIGINST se centra en la instrucción individual, el SIGAD abarca el nivel colectivo, es decir, el adiestramiento de las unidades. Su función principal es facilitar la planificación, ejecución y control de las actividades que implican coordinación entre distintas secciones, compañías o incluso unidades de entidad superior. A través del SIGAD se elabora y supervisa el Programa Anual de Preparación (PAP), permitiendo a los mandos conocer en todo momento el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, de acuerdo con la normativa de planeamiento del Ejército de Tierra (Ejército de Tierra, 2017; MADOC, 2015). La integración con el SIGINST resulta esencial, ya que los datos individuales de instrucción alimentan la evaluación colectiva, y los resultados globales sirven, a su vez, para ajustar los programas individuales.

Otro sistema clave es el Sistema de Información de Personal de la Defensa (SIPERDEF), que gestiona de manera centralizada todos los datos administrativos, profesionales y personales del personal del Ministerio de Defensa. Su conexión con los sistemas de instrucción permite automatizar la identificación de usuarios y vincular el historial de cada militar con su expediente personal. De este modo, los datos relativos a cursos, calificaciones, asistencias o aptitudes registrados en SIGINST o SIGAD pueden reflejarse en el perfil profesional del individuo dentro del SIPERDEF, evitando duplicidades y garantizando la coherencia de la información entre los distintos niveles de gestión (Ministerio de Defensa, 2019; Ministerio de Defensa, 2020).

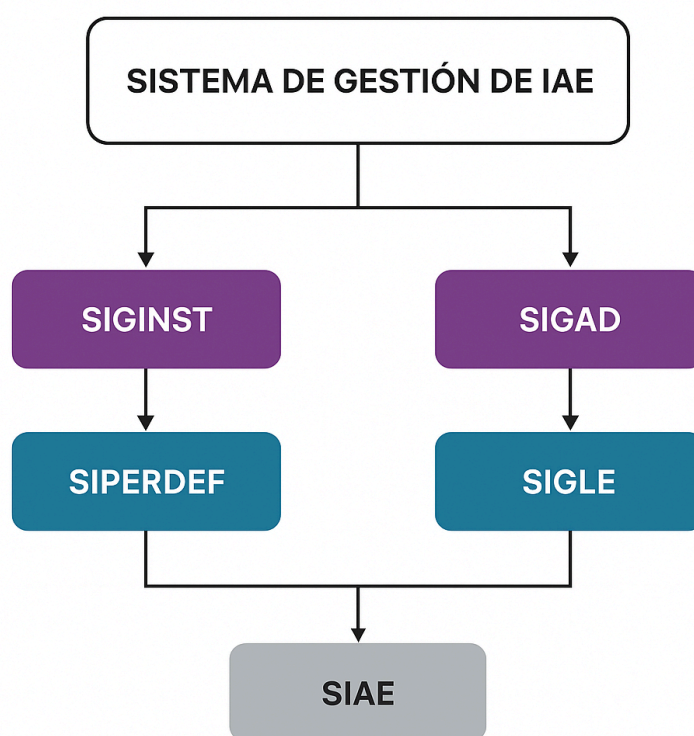
Por otro lado, el Sistema de Gestión Logística del Ejército (SIGLE). Constituye otro de los pilares de la digitalización del Ejército de Tierra. Aunque su ámbito es distinto al de la instrucción, su integración resulta cada vez más relevante. El SIGLE gestiona todo lo relacionado con el material, el mantenimiento, el armamento, la munición y los recursos logísticos necesarios para el funcionamiento de las unidades. Su relación con los sistemas de instrucción se produce cuando las actividades de adiestramiento requieren la utilización de medios o materiales específicos. Por ejemplo, al programar un ejercicio de tiro o una maniobra de instrucción, el SIGAD puede coordinarse con el SIGLE para comprobar la disponibilidad de armamento, munición o vehículos, optimizando así la planificación de recursos. Este enlace entre sistemas contribuye a reducir los errores logísticos y a mejorar la eficiencia en la



ejecución de las actividades, garantizando que la instrucción se lleve a cabo con los medios adecuados y en las condiciones previstas.

Por último, el Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación (SIAE) actúa como el marco doctrinal y funcional que engloba a todos los sistemas anteriores. Más que una aplicación informática, el SIAE constituye un modelo de gestión del proceso formativo dentro del Ejército de Tierra, cuyo objetivo es asegurar que la instrucción se planifique, ejecute y evalúe de forma coherente en todos los niveles. Este sistema define los procedimientos, criterios y estándares que deben seguirse, tanto a nivel individual como colectivo, para garantizar la eficacia de la preparación (MADOC, 2015). El SIAE establece las relaciones entre instrucción, adiestramiento y evaluación, y proporciona la estructura sobre la que se sustentan los sistemas SIGINST y SIGAD. En otras palabras, el SIAE determina el “qué” y el “cómo” del proceso, mientras que los sistemas informáticos como SIGINST, SIGAD o SIGLE representan el “con qué”.

La conexión entre todos estos sistemas configura un entramado digital interdependiente, en el que la información fluye de forma vertical. La interoperabilidad entre plataformas permite que los datos de personal del SIPERDEF se actualicen automáticamente en los registros de instrucción, que los recursos logísticos gestionados por el SIGLE se vinculen con las actividades programadas en SIGAD, y que todo el conjunto se someta a los criterios y procedimientos marcados por el SIAE. Este enfoque integrado no solo mejora la eficiencia administrativa, sino que también refuerza la capacidad de mando y control, ofreciendo una visión global, precisa y en tiempo real de la preparación de la Fuerza.



*Ilustración 3. Conexión entre los distintos sistemas. Elaboración propia.*

Como se puede observar, la integración del sistema de IAE con el SIGAD, el SIPERDEF, el SIGLE y el SIAE materializa la aspiración del ET de avanzar hacia un modelo de gestión basado en los datos, donde la información fluye sin barreras entre los distintos ámbitos



funcionales. Permite que esta interconexión, el proceso de instrucción y adiestramiento deja de ser una serie de actividades independientes para convertirse en un ciclo continuo y coordinado, en el que cada sistema aporta su parte para lograr el objetivo común: una Fuerza más preparada, eficiente y adaptada a las exigencias del entorno operativo actual.

### **3.4. PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SIGINST**

Pese a los esfuerzos realizados para modernizar los procesos de instrucción y adiestramiento, los sistemas implantados en el Ejército de Tierra continúan presentando una serie de limitaciones que podrían estar condicionando su eficacia. Se trata de herramientas conceptualmente bien diseñadas, pero cuya integración en la práctica diaria no siempre se desarrolla con la naturalidad y fluidez que cabría esperar.

La primera señal que evidencia esta situación es el desuso parcial del sistema. Las razones son diversas, pero la más habitual es el alto coste de oportunidad que representa para sus usuarios al tener que dedicar más tiempo al registro y actualización del SIGINST que a otras tareas que podrían proporcionar más beneficios a la Unidad que requiere más tiempo que los beneficios que pueda aportar. Según destaca Torres Fernández (2018), la gestión de estos indicadores a menudo se percibe como una carga adicional que no siempre se traduce en una mejora tangible de la operatividad inmediata. La navegación por sus menús, la carga de actividades o la introducción de calificaciones terminan siendo procesos más lentos y tediosos que recurrir a una simple hoja de cálculo o a un documento propio. En consecuencia, numerosos usuarios optan por trabajar con sus métodos personales y, posteriormente, trasladar la información al sistema, generando duplicidades y dando lugar a la paradoja de que una herramienta concebida para simplificar los procedimientos acabe incrementando la carga de trabajo.

A esta problemática se suma una excesiva rigidez en los modelos de evaluación. Las plantillas y estructuras preestablecidas que ofrece el sistema no siempre permiten reflejar la realidad operativa de las distintas unidades ni las particularidades de su instrucción. Torró Laguillo (2017) ya señalaba esta falta de adaptación en entornos específicos, como la instrucción en montaña, donde las necesidades técnicas difieren de los estándares generales. La uniformidad, que debe garantizar la objetividad del proceso evaluador, termina eliminando matices relevantes, como distinguir entre dos unidades con funciones distintas como pueden ser una sección de montaña o una unidad mecanizada. Esta poca flexibilidad reduce la utilidad práctica de los informes generados y deja la impresión de que los resultados numéricos no siempre reflejan con precisión la situación real.

Otro de los problemas recurrentes es la duplicidad de datos. En numerosas ocasiones, la misma información debe registrarse en distintos entornos: una vez en el SIGINST, otra en el SIGAD y, en ocasiones, nuevamente en el SIPERDEF.

Lurbe Fernández (2023) identifica este fenómeno como uno de los principales obstáculos para la transformación digital real, subrayando que la falta de integración entre las aplicaciones de programación y ejecución lastra la eficiencia del conjunto. Esto evidencia una limitación importante por la falta de interoperabilidad entre plataformas ya que los distintos sistemas no siempre se comunican entre sí de la manera adecuada, comportándose como compartimentos estancos en los que la información registrada en uno no se refleja automáticamente en los demás. Esta carencia obliga a los cuadros de mando a invertir una cantidad considerable de tiempo en tareas que podrían automatizarse si existiera una integración efectiva. El resultado es un modelo de trabajo fragmentado, en el que cada programa cumple correctamente su



función individual, pero ninguno logra encajar en un único conjunto operativo.

La consecuencia inevitable de estas deficiencias es la sobrecarga administrativa. El sistema, concebido originalmente para liberar al mando de tareas repetitivas y rutinarias y permitirle centrarse en aspectos esenciales como la planificación, la instrucción y la dirección, acaba demandando más tiempo del que proporciona. Pardo de Santayana Castro (2022) incide en que muchos usuarios perciben la herramienta como un instrumento más orientado al control documental y a la inspección que al apoyo real de la instrucción en las pequeñas unidades.

Además, otra limitación aún más importante es la dependencia de la conexión a la red del Ministerio de Defensa. El sistema no puede utilizarse sin acceso a la intranet institucional, lo que lo convierte en una herramienta inoperante durante maniobras o ejercicios desplegados. Precisamente en esos contextos, donde se desarrolla mayormente la instrucción, el sistema no puede utilizarse. Como consecuencia, las actividades deben registrarse manualmente y ser introducidas posteriormente al regresar al acuartelamiento, con el consiguiente riesgo de pérdida de información, errores o simples omisiones. Las unidades que operan de manera habitual en el terreno conocen bien esta limitación: la instrucción se realiza lejos de los equipos informáticos, y todo aquello que no puede registrarse en el momento acaba, en muchos casos, perdiéndose entre las múltiples tareas del día a día.

En conclusión, el sistema actual funciona, pero no con la eficacia esperada. Su potencial es notable, aunque se encuentra restringido por su propia estructura y por la falta de adaptación a la realidad de las pequeñas unidades. Los problemas de desuso, rigidez, duplicidad, escasa interoperabilidad, carga administrativa excesiva y dependencia tecnológica no son incidencias aisladas, sino síntomas de una misma deficiencia estructural: un diseño orientado más al control que a la facilitación del trabajo operativo.

### **3.5. LENGUAJES Y HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN TRADICIONALES**

El desarrollo de aplicaciones informáticas puede abordarse desde dos enfoques principales: mediante lenguajes de programación tradicionales y entornos de desarrollo integrados (IDE), y a través de plataformas no-code o low-code, como AppSheet (Pressman, 2015; Richardson & Rymer, 2020). Cada opción presenta ventajas e inconvenientes, y su idoneidad depende de factores como el tipo de proyecto, los recursos disponibles, el tiempo de desarrollo o el nivel técnico del equipo (Sommerville, 2016).

Los lenguajes de programación tradicionales (como Java, C++, Python, Pascal o Visual Basic) constituyen el método clásico para el desarrollo de software. Estos permiten un control total sobre la lógica del programa, la interfaz de usuario y la gestión de datos.

Este tipo de desarrollo se realiza habitualmente en entornos de programación integrados, como Visual Studio, Eclipse o NetBeans, y requiere un proceso que incluye:

- El diseño del código fuente que consiste en definir la estructura lógica, las funciones y la arquitectura interna del software antes de su programación efectiva.
- La compilación y depuración que incluye la conversión del código en un programa ejecutable y la identificación y corrección de errores para garantizar su funcionamiento.
- La implementación de bases de datos y conexiones que se refiere a la creación y configuración de bases de datos, así como al establecimiento de los enlaces necesarios entre la aplicación y dichos sistemas de almacenamiento.



María Fernández Pérez

- Las pruebas, despliegue y mantenimiento que suponen verificar el correcto funcionamiento del sistema, ponerlo en producción y asegurar su continuidad mediante actualizaciones y correcciones periódicas.

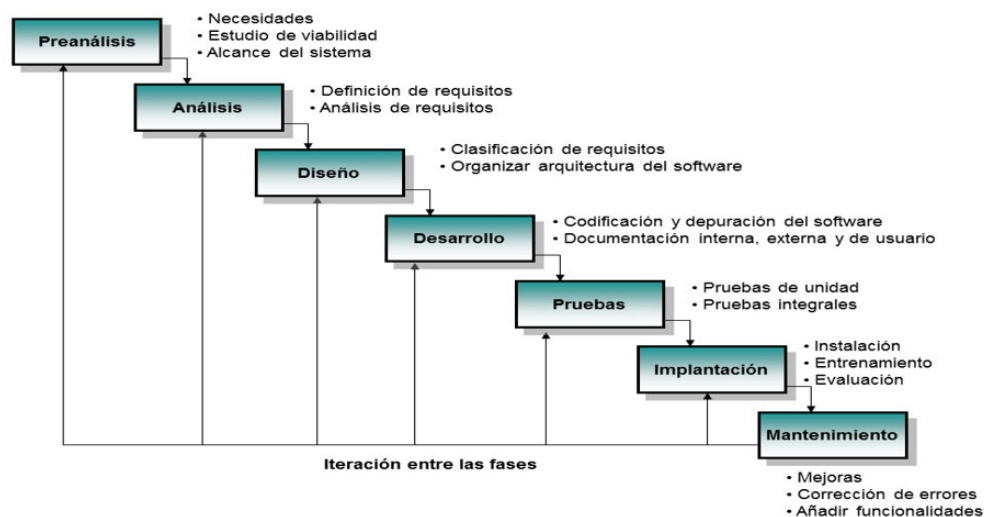


Ilustración 4. Proceso de desarrollo de software. Elaboración propia.

Este modelo ofrece una mayor libertad creativa y flexibilidad técnica puesto que proporciona un control absoluto sobre la funcionalidad, el rendimiento y el diseño; posibilitando la creación de aplicaciones a medida con alto nivel de personalización. En este contexto, la flexibilidad técnica no implica que el desarrollo sea más sencillo, sino que el desarrollador dispone de libertad total para determinar la arquitectura, el lenguaje de programación, las bases de datos, los mecanismos de integración y las medidas de seguridad, sin estar condicionada por las limitaciones propias de plataformas externas. Sin embargo, esta mayor capacidad de adaptación y personalización conlleva también una mayor complejidad, ya que exige asumir íntegramente el mantenimiento, las actualizaciones, la ciberseguridad y la escalabilidad del sistema. Aun así, ofrece un mayor potencial para proyectos de gran escala o con requisitos muy específicos al no depender de plataformas ni servicios de terceros.

Sin embargo, presenta algunos inconvenientes, tales como requerir de conocimientos avanzados de programación y el diseño de bases de datos; que suponen un mayor tiempo de desarrollo y mantenimiento; y tienen un coste elevado debido al empleo de recursos humanos especializados y soporte técnico. Además, presenta una mayor complejidad en el despliegue multiplataforma (adaptar código a Android, iOS y Web) y una mayor dificultad para realizar cambios o actualizaciones rápidas.

En este sentido, en el ámbito militar en el que se desarrolla este trabajo, donde los recursos informáticos suelen estar centralizados y sujetos a estricta normativa de seguridad, el desarrollo de sistemas informáticos bajo este modelo puede resultar poco operativo para proyectos locales o de rápida implementación, como la gestión de personal o la planificación diaria en pequeñas unidades, lo que justifica el interés creciente por soluciones no-code de rápida implantación (Richardson & Rymer, 2020).

En este contexto, los avances recientes en los modelos de procesamiento de datos ofrecen



nuevas alternativas para reducir la dependencia de infraestructuras centralizadas. En particular, el edge computing propone trasladar parte del procesamiento y almacenamiento de la información a dispositivos locales próximos al lugar donde se generan los datos. Este enfoque permite mantener la operatividad de los sistemas incluso en entornos con conectividad limitada o intermitente, ya que las aplicaciones pueden registrar, procesar y consultar la información localmente, sincronizándola posteriormente con los sistemas centrales cuando la conexión esté disponible. En el ámbito de la gestión de la instrucción y el adiestramiento, este modelo facilita el registro y tratamiento de la información formativa directamente en la unidad, favoreciendo un enfoque más flexible y descentralizado.

## 4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1. Análisis de la situación actual del SIGINST en una unidad pequeña de infantería

En este trabajo se realizó un análisis de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) para evaluar tanto los factores internos como externos que afectan al rendimiento y a la sostenibilidad del SIGINST. En concreto, hemos examinado su estado actual, identificando los aspectos que favorecen su desempeño, los que lo limitan, las oportunidades de mejora que presenta y las amenazas que pueden comprometer su evolución futura. Por tanto, el DAFO resultante constituye una síntesis estructurada de los datos recogidos, aportando una visión analítica y crítica sobre el estado del SIGINST, su grado de conocimiento, la frecuencia de uso y su percepción por parte del personal que lo emplea o que debería emplearlo como herramienta cotidiana de apoyo a la gestión de la instrucción.

#### Empleo

31 respuestas

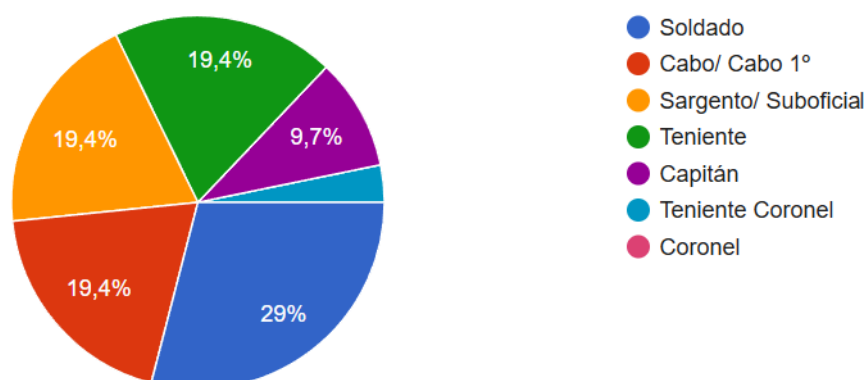


Ilustración 5. Pregunta 1 Anexo I. Empleo. Elaboración propia.

El estudio se elaboró en el contexto del Batallón “Zamora” y se consultó a 31 militares de la unidad. La ilustración 5 muestra que la muestra ofrece una representación equilibrada de los distintos empleos y escalas, con un 29% de soldados, 19,4% de cabos o cabos primeros,



19,4% de sargentos y suboficiales, 19,4% de tenientes, 9,7% de capitanes y 3,1% de tenientes coroneles. Esta diversidad de puestos proporciona una visión integral del sistema, permitiendo analizar su implementación desde los diferentes niveles de responsabilidad, tanto en la base operativa como en los cuadros de mando.

#### 4.1.1. Fortalezas

Las fortalezas se definen como los atributos internos positivos que otorgan ventajas funcionales y competitivas al sistema. Representan los elementos que le permiten alcanzar sus objetivos con eficacia y que lo diferencian positivamente de otras herramientas o procedimientos. En el contexto del SIGINST, las fortalezas se relacionan con sus características técnicas, estructurales y operativas que contribuyen a la mejora de la gestión de la instrucción, el adiestramiento y la evaluación del personal.

Las fortalezas del sistema SIGINST identificadas en este estudio proceden del análisis conjunto de la revisión documental del sistema y su normativa de empleo, de la observación directa realizada durante el periodo de prácticas externas en el Batallón “Zamora” y, especialmente, del análisis de las respuestas obtenidas a través de la encuesta realizada al personal de la unidad (Anexo I).

Esta triangulación de fuentes permite identificar fortalezas de carácter estructural, derivadas del diseño doctrinal del sistema, y fortalezas de carácter funcional, vinculadas a su utilización real por parte de los usuarios. Desde el punto de vista estructural, uno de las principales fortalezas del SIGINST es la centralización de la información y la trazabilidad completa del proceso formativo, ya que el sistema permite concentrar en un único entorno digital todos los registros de instrucción y adiestramiento del personal, garantizando la coherencia, continuidad y disponibilidad de la información a lo largo del tiempo. Esta capacidad se alinea con los principios de gestión moderna basados en el uso de datos objetivos para la toma de decisiones.

Asimismo, el sistema posibilita el registro individualizado del adiestramiento, lo que facilita el control del nivel de instrucción de cada militar y permite a los CUMAS adoptar decisiones fundamentadas en datos verificables. En este sentido, los resultados de la encuesta muestran que una parte significativa (54,8%) de los usuarios que conocen el sistema lo consideran útil para el control del nivel de instrucción, destacando además su valor para la consulta del historial formativo del personal. Esta percepción queda reflejada en el testimonio de uno de los CUMAS encuestados, quien afirma que el SIGINST le permite registrar diversas acciones: *“Registro de actividades realizadas, pudiendo llevar un control del nivel de instrucción de la unidad (tanto a nivel unidad como a nivel individuo). Registro de información individualizada que facilita a una unidad el poder consultar todos los datos personales y sobre las actividades que ha realizado un individuo que es destinado a dicha unidad”*.

De igual modo, la arquitectura del SIGINST está basada en perfiles de usuario y unidad que garantiza la continuidad del historial formativo del personal con independencia de los cambios de destino. Este aspecto es especialmente relevante en una organización con elevada movilidad interna como es el ET. Esta fortaleza es igualmente subrayada por otro participante, quien destaca: *“Sistema basado en perfiles de usuario y unidad. Centralización de los datos de usuario con independencia de cambios de destino”*.

Junto a ello, la principal fortaleza del SIGINST es que logra reproducir la estructura organizativa de las unidades militares y permitir que cada escalón de mando disponga de la información necesaria para supervisar y controlar el proceso de instrucción. Desde el punto de vista funcional, varios usuarios destacan que, aun siendo mejorable, la interfaz del sistema permite organizar la información de forma relativamente esquemática y facilita su consulta por parte del



María Fernández Pérez

mando, lo que favorece la toma de decisiones. Por ejemplo, uno de los encuestados considera que es una: *“Interfaz mejorable, pero bastante conseguida”*. Además, señala como positivo: *“El poder consultar información de forma ágil y bien esquematizada facilita al mando la toma de decisiones”*. En conjunto, estas fortalezas ponen de manifiesto que, a nivel conceptual y estructural, el SIGINST es una herramienta sólidamente diseñada para la gestión de la instrucción, el adiestramiento y la evaluación, si bien, como se analizará en los siguientes apartados, su potencial no se traduce todavía de forma plena en la práctica cotidiana de las pequeñas unidades.

#### 4.1.2. Debilidades

Las debilidades son los factores internos que limitan el funcionamiento óptimo del sistema. Pueden derivarse de deficiencias técnicas, falta de formación, escasa implementación, rigidez en la estructura o ausencia de incentivos de uso. Su identificación resulta esencial para comprender las causas que impiden que el SIGINST cumpla plenamente con los objetivos para los que fue diseñado.

Las debilidades del sistema SIGINST identificadas en este estudio proceden fundamentalmente del análisis de los resultados de la encuesta realizada al personal del Batallón “Zamora”, y la observación directa durante el periodo de prácticas externas y de la comparación de estos resultados con la documentación oficial del sistema.

¿Había escuchado hablar del SIGINST antes de esta encuesta?

11 respuestas

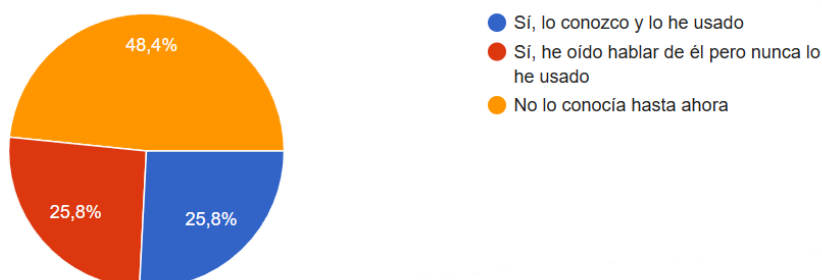


Ilustración 6. Pregunta 2 Anexo I. Conocimiento previo del sistema. Elaboración propia.

Estas fuentes permiten identificar limitaciones tanto de carácter formativo y organizativo como de carácter técnico y operativo, que condicionan su implantación real en las pequeñas unidades que si bien 3 de cada 10 encuestados han escuchado hablar de ..... Mientras que



aproximadamente 3 de cada 10 han oído hablar de él pero nunca lo han usado (Ilustración 6).

En primer lugar, destaca el escaso grado de conocimiento del propio sistema, ya que el 48,4% de los participantes afirma no conocer la existencia del SIGINST, lo que pone de manifiesto una difusión institucional poco extendida y que podría indicar una carencia de programas formativos destinados a todo el personal militar. Esta falta de base formativa tiene una consecuencia directa en la adopción del sistema, ya que, al no percibir sus beneficios ni comprender su funcionamiento, este es interpretado por muchos usuarios como una herramienta “impuesta” y de carácter burocrático, más que como un recurso de apoyo real a la instrucción.

Así lo demuestra, el x porcentaje de personas que lo utilizaron o consultaron .....

### ¿Con qué frecuencia utiliza o consulta el SIGINST?

31 respuestas

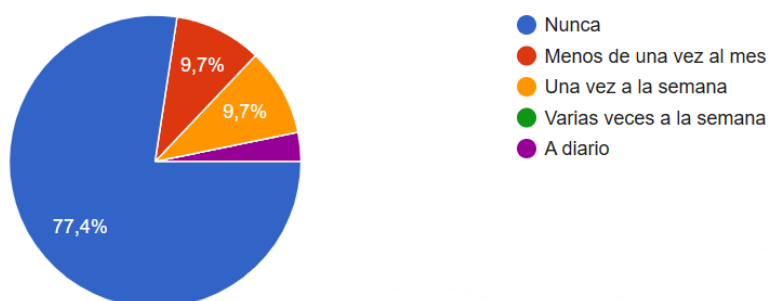


Ilustración 7. Pregunta 4 Anexo I. Porcentaje de entrevistados que utilizaron el SIGINST. Elaboración propia.

### ¿Qué dificultades piensa que pueden tener los militares para usar este tipo de sistemas?

31 respuestas

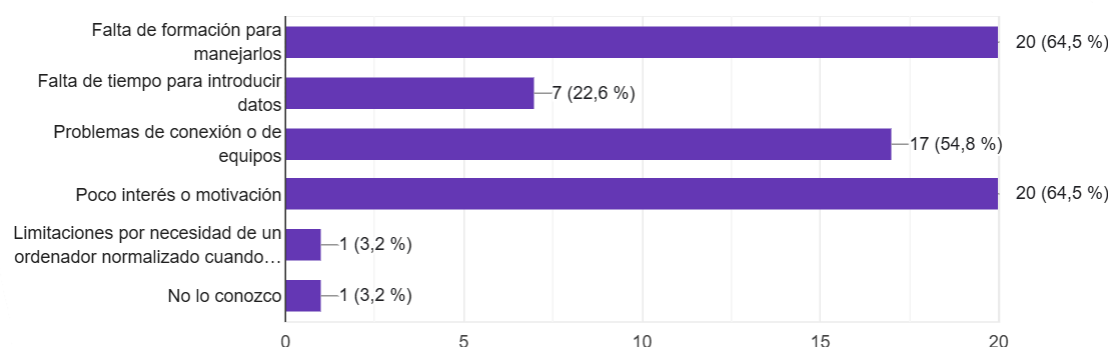


Ilustración 8. Pregunta 8 Anexo I. Dificultades aparentes del sistema. Elaboración propia.

En esta misma línea, los resultados muestran un uso extremadamente reducido del sistema. La ilustración 7 muestra que el 77,4 % de los encuestados declara no utilizarlo nunca, mientras



María Fernández Pérez

que únicamente un 9,7 % afirma emplearlo con frecuencia, lo que evidencia que el SIGINST no ha logrado integrarse en la dinámica cotidiana de las unidades.

Esta falta de uso se ve reforzada por las principales dificultades señaladas por los propios encuestados (Ilustración 8), entre las que destacan la falta de formación específica (64,5 %), los problemas de conexión o de disponibilidad de equipos (54,8 %) y el bajo nivel de interés o motivación hacia su utilización (64,5 %), factores que, en conjunto, obstaculizan de forma directa la implantación efectiva del sistema.

Las respuestas abiertas de los usuarios confirman estas debilidades. Uno de los encuestados señala como principales problemas la “necesidad de un ordenador normalizado”, una “interfaz desordenada en la selección de actividades” y el hecho de que se trate de una “aplicación de navegador que no permite su consulta si cae el sistema”. Otro participante añade que el sistema se basa en “mochilas de información individual no conectada”, presenta “dificultad de carga por diseño y tiempos elevados para alimentar las bases de datos” y que su mayor debilidad es “la ausencia de informes o herramientas de análisis de la instrucción”. Finalmente, uno de los encuestados resume la falta de confianza en la eficacia del sistema afirmando que “nadie comprobará que lo que se carga realmente lo ha realizado el sujeto en cuestión”, poniendo de manifiesto la ausencia de mecanismos de validación y control automatizado.

Estas debilidades reflejan problemas concretos como la complejidad estructural del sistema, la falta de integración efectiva de bases de datos, la ausencia de herramientas analíticas avanzadas y una dependencia tecnológica elevada. A nivel organizativo, el SIGINST es percibido por una parte significativa del personal como un instrumento burocrático más que como una herramienta útil para la mejora del adiestramiento, lo que reduce la motivación de los usuarios y genera resistencia al cambio, dificultando su consolidación real en las pequeñas unidades.

#### 4.1.3. Oportunidades

Las oportunidades son los factores externos que pueden potenciar el desarrollo y consolidación del sistema si se aprovechan adecuadamente. Suelen estar relacionadas con las políticas de modernización, la disponibilidad de nuevas tecnologías, la predisposición del personal o los cambios organizativos que favorecen su implementación.

Dichas oportunidades las podemos ver reflejadas en el impulso a la transformación digital en Defensa. El contexto institucional actual ofrece una oportunidad clara. La Dirección de Transformación Digital del Ministerio de Defensa y los programas de modernización del ET establecen una prioridad estratégica para la digitalización integral. Esto garantiza la existencia de un marco de apoyo político y presupuestario favorable para el desarrollo de soluciones de gestión de datos, como las relativas a la IAE. Además, podemos observar la interoperabilidad de Sistemas y Tecnologías Abiertas. La tendencia hacia la interoperabilidad con otros sistemas clave (SIGAD, SIPERDEF, SIGLE) facilita la integración del SIGINST en un entorno digital conjunto, eliminando redundancias. Adicionalmente, la disponibilidad de plataformas no-code/low-code como AppSheet dentro del ecosistema tecnológico (Google Workspace) representa una oportunidad tecnológica para el desarrollo rápido y eficiente de soluciones de mejora, evitando los largos ciclos de programación tradicional.



María Fernández Pérez

### Principales usos que le da al sistema

31 respuestas

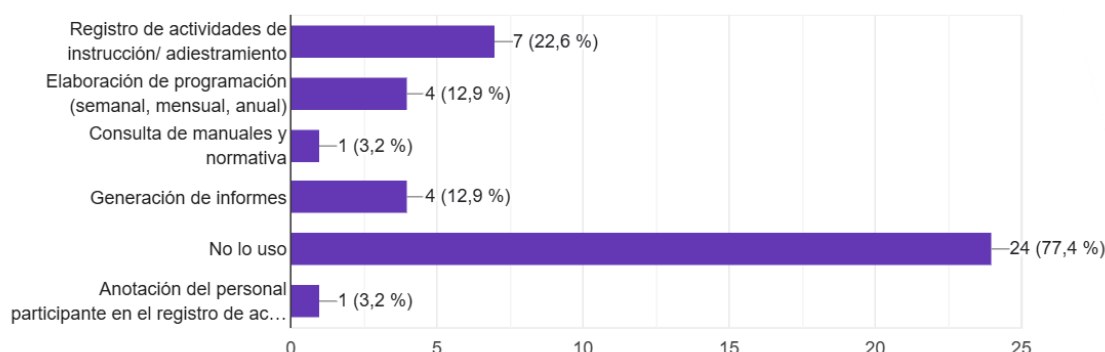


Ilustración 9. Pregunta 5 Anexo I. Principales usos del sistema. Elaboración propia.

En segundo lugar, la encuesta realizada evidenció que el personal reconoce la necesidad de un sistema de información útil lo que podría indicar una alta disponibilidad a emplear un sistema informático adaptado a sus necesidades y capacidades. Los resultados revelan un margen amplio para la mejora y consolidación del SIGINST. Más del 50% de los encuestados considera que el sistema debería permitir la programación de actividades (12,9%), la consulta de normativa (3,2%) y la generación de informes (12,9%), lo que demuestra que el personal militar percibe la necesidad de herramientas digitales de gestión, aunque actualmente no las utilice con frecuencia.

### ¿Qué cree que debería permitir una herramienta como esta? (marque las que considere)

31 respuestas

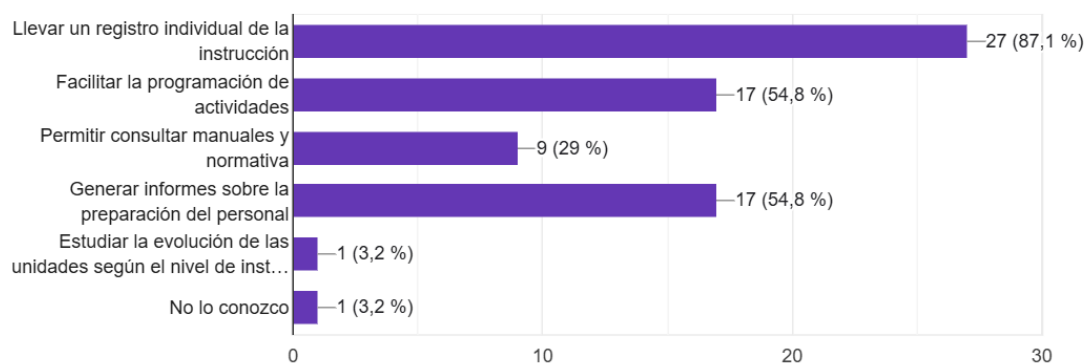


Ilustración 10. Pregunta 7 Anexo I. Contenido de la herramienta. Elaboración propia.

El hecho de que los datos de la encuesta revelan que el SIGINST posee una base funcional,



robusta y bien estructurada, orientada a la digitalización y control de la instrucción, constituye una oportunidad porque indica que existe un sistema ya aceptado y valorado por el personal, lo que facilita su mejora y adopción. Que el 87,1% de los encuestados considere importante el registro individualizado de la instrucción demuestra que hay interés y necesidad de herramientas que centralicen y tracen la actividad del personal, lo que abre la posibilidad de implementar mejoras que sean recibidas positivamente. Asimismo, que el 54,8% identifique al SIGINST como útil para la programación de actividades y generación de informes evidencia que existe un terreno favorable para potenciar sus funcionalidades, integrando nuevas capacidades de planificación y explotación de datos sin enfrentar resistencia significativa. En conjunto, estos datos representan un factor externo favorable: muestran que el personal reconoce el valor del sistema y que cualquier iniciativa de optimización o complementariedad, como la propuesta de AZORAPP, puede aprovechar esta disposición para incrementar la eficacia operativa y consolidar la digitalización de la instrucción.

Del 1 al 5, ¿Qué grado de interés tendría en recibir formación para aprender a usarlo?

31 respuestas

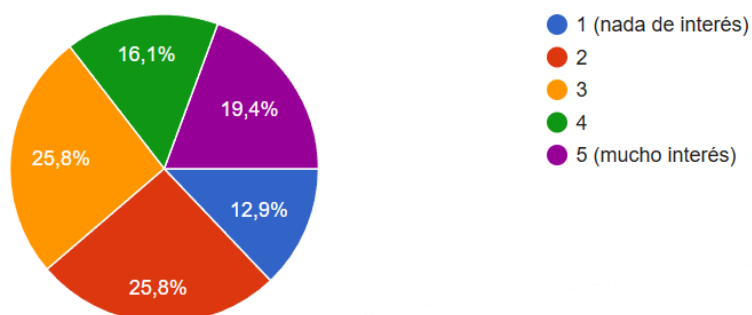


Ilustración 11. Pregunta 9 Anexo I. Grado de interés en recibir conocimientos del sistema en la unidad. Elaboración propia.

De los encuestados que manifestaron que no lo utilizan, el 35,5% manifestó un grado de interés alto (valores de 4 y 5 sobre 5) en recibir formación sobre el uso del sistema. Esta predisposición al uso, incluso entre quienes lo ignoran actualmente, sugiere la existencia de una oportunidad significativa para incrementar el nivel de aceptación y el uso real de la herramienta. El personal militar no muestra una resistencia a la digitalización, sino una demanda clara de capacitación, lo que valida que una estrategia de difusión y formación bien estructurada eliminaría la principal barrera de entrada al sistema, permitiendo así aprovechar las funcionalidades del SIGINST para el registro, la programación y la generación de informes de preparación.

Un testimonio destacado de la encuesta confirma que el sistema empieza a recuperar espacio en algunas unidades: "En este momento el uso del sistema se está retomando por parte de la compañía... El personal de la oficina está realizando un esfuerzo extra para poder cargar las actividades de instrucción de cada día y se anote única y exclusivamente a los que las realizan, evitando delegárselo a toda la unidad. De esta forma se da un uso más realista al control de la instrucción que ha realizado cada individuo."



María Fernández Pérez

Este comentario refleja una oportunidad de reactivación operativa, basada en la iniciativa de algunos mandos de recuperar el sistema para fines reales de control de la instrucción, más allá del cumplimiento administrativo.

Por otro lado, el contexto tecnológico actual del Ministerio de Defensa ofrece una oportunidad institucional clara. La tendencia hacia la digitalización integral y la interoperabilidad de sistemas (SIGAD, SIPERDEF, SIGLE, entre otros) abre la posibilidad de integrar el SIGINST dentro de un entorno digital conjunto, eliminando redundancias y permitiendo una gestión más fluida de los datos de instrucción.

En consecuencia, las oportunidades principales giran en torno a la formación del personal, la modernización tecnológica, la integración digital y la predisposición creciente hacia el uso eficiente del sistema.

#### 4.1.4. Amenazas

Las amenazas son los factores externos que pueden poner en riesgo la continuidad o eficacia del sistema. Proceden del entorno operativo, cultural o tecnológico, y pueden comprometer la inversión institucional o provocar la obsolescencia del sistema si no se abordan adecuadamente.

Si el SIGINST dejara de funcionar, ¿se vería afectada la instrucción de su unidad?

31 respuestas

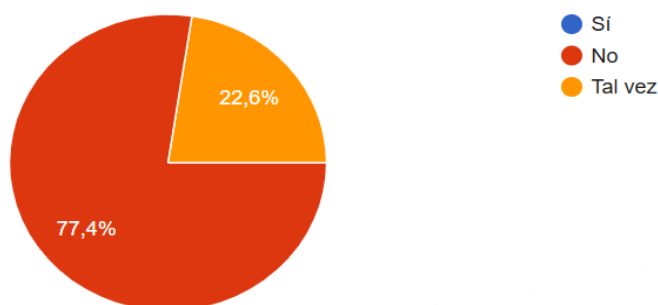


Ilustración 12. Pregunta 12 Anexo I. Problemas en la unidad ante su ineficiencia. Elaboración propia.

En el caso del Sistema de Gestión de la Instrucción (SIGINST), estas amenazas adquieren relevancia estratégica, ya que su correcto funcionamiento impacta directamente en la planificación, seguimiento y control de la instrucción dentro de la institución. El presente análisis se centra en identificar estas amenazas y evaluar cómo las fortalezas internas del sistema, junto con las oportunidades del entorno institucional, pueden potenciar su sostenibilidad y efectividad.

Los resultados de la encuesta indican que el 77,4% del personal considera que la instrucción no se vería afectada si el SIGINST dejara de funcionar. Este dato, si bien es consecuencia de debilidades internas del sistema (acceso operativo y usabilidad), se clasifica como una



María Fernández Pérez

amenaza debido al riesgo estratégico que proyecta sobre el entorno institucional. Esta desconexión entre la herramienta y la realidad cotidiana de las unidades amenaza la legitimidad operativa del SIGINST y expone a la organización a dos riesgos externos clave: la pérdida de apoyo institucional y presupuestario para la digitalización, y la consolidación de registros paralelos, socavando la eficacia y la inversión en la gestión de la IAE.

Algunos encuestados lo expresan de manera explícita: “Sólo afectaría a los cuarteles generales de Madrid para ver si sobre el papel están cubiertos por alguna negligencia que cometiera algún soldado.”

Desde el punto de vista técnico, la dependencia de la red de Defensa y de equipos normalizados limita su uso en ejercicios y maniobras, precisamente los escenarios donde el control de la instrucción resulta más relevante. La falta de conectividad y la ausencia de modo offline constituyen amenazas operativas que restringen su aplicabilidad.

Por otro lado, el bajo nivel de uso sostenido en el tiempo puede derivar en una pérdida de confianza institucional y en una eventual reducción de recursos dedicados a su mantenimiento o actualización. En este sentido, el riesgo de obsolescencia tecnológica frente a plataformas más modernas o interoperables representa una amenaza latente

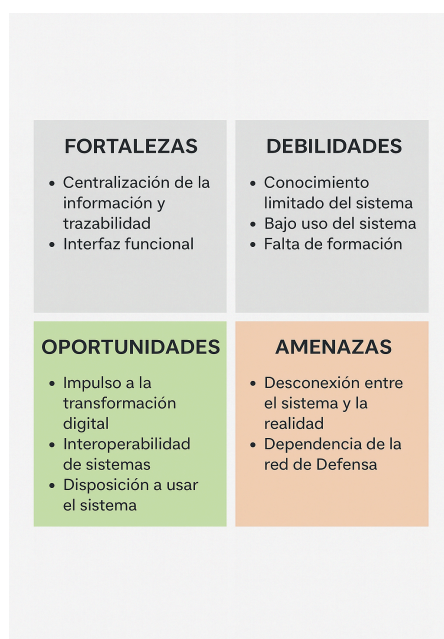


Ilustración 13. Análisis DAFO. Elaboración propia.

El estudio pone de manifiesto que el SIGINST es un sistema conceptualmente sólido y técnicamente válido, diseñado para aportar trazabilidad, control y homogeneidad al proceso de instrucción, pero que su implantación práctica sigue siendo limitada.

Las fortalezas del sistema como la centralización de información y la trazabilidad individual conviven con debilidades notables derivadas de la falta de formación, la baja frecuencia de uso y las deficiencias en conectividad. Sin embargo, el entorno actual presenta oportunidades reales vinculadas a la digitalización institucional y al interés formativo del personal, factores que podrían revertir esta situación si se canalizan adecuadamente (Ilustración 13).

Para lograrlo, será imprescindible reforzar la formación técnica, mejorar la infraestructura



informática, promover la interoperabilidad con otros sistemas y consolidar una cultura de gestión basada en la evidencia. De igual modo, la superación de las amenazas derivadas del desinterés o la resistencia cultural requerirá liderazgo, comunicación efectiva y una implicación activa de la cadena de mando.

En definitiva, el SIGINST posee el potencial necesario para convertirse en una herramienta estratégica de apoyo al mando y de optimización de la instrucción, siempre que se aborden sus debilidades internas y se aprovechen las oportunidades de mejora que ofrece el entorno actual.

## 4.2. PROPUESTA DE APLICACIÓN

El análisis del funcionamiento del SIGINST evidenció una serie de problemas tales como: problemas de usabilidad, conectividad y flexibilidad que afectan a su implementación y a la eficiencia de los procesos administrativos asociados.

Ante esta situación, y con el objetivo de proponer mejoras reales y aplicables, se diseñó una aplicación complementaria, denominada AZORAPP, que permite gestionar de forma ágil y visual los aspectos más cotidianos de la instrucción y administración del personal.

El desarrollo de AZORAPP busca modernizar y facilitar la gestión de la IAE, ofreciendo una alternativa ligera y operativa para la programación y control de actividades en pequeñas unidades, reduciendo la dependencia del SIGINST y agilizando las tareas diarias. Además, optimiza el registro de actividades y la planificación del personal a través de un sistema de vistas dinámicas y calendarios. En este sentido, los mandos pueden registrar vistas dinámicas y calendarios, registrar, consultar y modificar servicios, permisos o actividades sin necesidad de acceder al sistema principal. Este diseño contribuye a la optimización en tres vías: facilita la gestión administrativa previa al registro en el sistema principal, mejora la experiencia de usuario y la accesibilidad, y favorece la digitalización y la transformación tecnológica de las pequeñas unidades.

Según se comprobó, en el Batallón “Zamora”, muchas actividades de instrucción y control de personal se siguen realizando mediante hojas de cálculo, listados en papel o comunicaciones informales, debido a las limitaciones operativas del SIGINST. Ante este escenario, el desarrollo de una aplicación sencilla, multiplataforma y fácilmente editable representa una solución inmediata, económica y funcional.

El desarrollo de AZORAPP se ha llevado a cabo utilizando la plataforma AppSheet, una herramienta de creación de aplicaciones no-code perteneciente al ecosistema de Google. Si bien la fase de prototipado y las funcionalidades básicas se realizaron bajo la versión gratuita (*Free* o *Starter*), la versión de suscripción requerida para la implementación real o nivel de unidad es AppSheet Core.

Esta elección se justifica por la necesidad de integrar funcionalidades de gestión esenciales que no están disponibles en los planes inferiores. Específicamente, el plan Core garantiza la gestión avanzada de la seguridad y el acceso basado en roles, permitiendo aplicar filtros de seguridad para restringir la visualización y edición de datos según la unidad o el rol del militar (compañía, sección, pelotón), además de la funcionalidad *offline* robusta.

### 4.2.1. Enfoque no-code: AppSheet



El contexto específico de este trabajo fue la gestión de personal, permisos y actividades en pequeñas unidades. Los principales motivos que sustentan la elección de esta plataforma han sido, en primer lugar, la rapidez con la que se puede diseñar la aplicación al permitir obtener resultados operativos en un tiempo muy corto. En segundo lugar, la accesibilidad técnica ya que elimina la necesidad de dominar lenguajes de programación, centrándose en el diseño funcional y la optimización de procesos. En tercer lugar, la adaptabilidad al entorno militar ya que el modo offline y la sincronización automática son especialmente útiles en unidades y espacios con conectividad limitada, lo que resuelve el principal problema que sufre la unidad. En cuarto lugar, la sencillez en la actualización y mantenimiento ya que los cambios en las hojas de cálculo se reflejan de forma inmediata en la aplicación, sin necesidad de intervención técnica. Por último, la integración con herramientas de uso cotidiano puesto que muchas unidades ya emplean hojas de cálculo para la gestión de personal, por lo que la transición se daría de forma natural.

#### **4.2.2. Seguridad y control de acceso en AppSheet**

La seguridad de la información constituye un elemento fundamental en el diseño y utilización de aplicaciones que gestionan datos personales o institucionales, adquiriendo una importancia aún mayor en entornos militares donde pueden manejarse datos sensibles o clasificados. En este contexto, el modelo de seguridad de AppSheet se basa en la infraestructura de Google Cloud, lo que proporciona altos niveles de fiabilidad en términos de almacenamiento, autenticación y gestión de usuarios. No obstante, su carácter de plataforma no-code y su dependencia de servicios externos implican ciertas limitaciones desde el punto de vista institucional y de soberanía tecnológica.

AppSheet incorpora diversos mecanismos de seguridad y control de acceso. En primer lugar, permite restringir el acceso mediante sistemas de autenticación integrados que utilizan cuentas de proveedores como Google, Microsoft 365/Azure, Dropbox o cualquier servicio compatible con OAuth 2.0. De este modo, solo los usuarios previamente autorizados por el administrador pueden acceder a la aplicación, evitando accesos anónimos. En el caso de la aplicación desarrollada (AZORAPP), esta funcionalidad puede configurarse para que únicamente los miembros de una unidad, identificados mediante su correo corporativo, tengan acceso. Además, AppSheet permite definir listas cerradas de correos habilitados y establecer sistemas de control basados en roles y filtrado por unidad, garantizando que cada usuario solo pueda consultar la información correspondiente a su ámbito.

En cuanto al almacenamiento y transmisión de datos, AppSheet utiliza servidores de Google Cloud y conexiones cifradas mediante protocolos HTTPS/TLS. Los datos no se almacenan permanentemente en los dispositivos, salvo de forma temporal cuando se emplea el modo offline. Esta característica resulta especialmente útil en el contexto del Ejército de Tierra, donde el personal suele utilizar dispositivos móviles personales para tareas no clasificadas debido a la ausencia de terminales corporativos generalizados en pequeñas unidades. El uso de AppSheet permite así evitar costes asociados a la adquisición y mantenimiento de dispositivos oficiales.

Google Cloud cumple además con estándares internacionales de seguridad como ISO/IEC 27001, RGPD y auditorías SOC 2 y SOC 3. Sin embargo, estos niveles de protección no equivalen al entorno cerrado de la Red de Defensa, supervisado por el CESTIC. Por ello, AppSheet no forma parte de la infraestructura militar y su uso presenta limitaciones en términos de soberanía tecnológica según la Estrategia Industrial de Defensa 2023. No obstante, la



plataforma ofrece registros automáticos de actividad y sincronización segura de datos, garantizando integridad y trazabilidad básicas en la gestión de la información.

### **4.2.3. Comparación con los sistemas oficiales del Ejército (SIGINST, SIGAD, SIPERDEF)**

La seguridad y el control de acceso constituyen los pilares fundamentales de cualquier sistema de información, siendo especialmente críticos en el ámbito militar, donde la gestión de datos se encuentra bajo estrictos protocolos de confidencialidad. La comparación entre plataformas no-code como AppSheet y los sistemas oficiales del Ejército de Tierra (ET), como SIGINST, SIGAD, SIAE o SIPERDEF, revela dos enfoques tecnológicos claramente diferenciados: AppSheet prioriza accesibilidad, flexibilidad y uso desde cualquier dispositivo conectado a Internet, mientras que los sistemas oficiales se centran en seguridad, control jerárquico y estandarización institucional, operando únicamente dentro de la red segura del Ejército (Red Iris).

Los sistemas oficiales garantizan que los datos permanezcan dentro del entorno militar, asegurando trazabilidad completa, autenticación interna y segregación de funciones según la jerarquía. En contraste, AppSheet delega la seguridad en Google Cloud, cumpliendo estándares internacionales, pero sin supervisión directa del Ministerio de Defensa, lo que constituye una debilidad desde el punto de vista institucional y estratégico.

La empresa pública ISDEFE, adscrita al Ministerio de Defensa, actúa como asesor técnico y garante de interoperabilidad, ciberseguridad y eficiencia operativa. Su labor incluye la integración, sostenimiento y modernización de sistemas como SIGINST, SIGAD y SIGLE, supervisando que las soluciones cumplan requisitos técnicos, normativos y de seguridad. Por ello, cualquier propuesta de mejora, incluida la utilización de AppSheet, debe considerarse complementaria a los esfuerzos institucionales de digitalización y optimización de la instrucción y el adiestramiento.

El control de roles y privilegios también muestra diferencias: mientras los sistemas oficiales reflejan estrictamente la jerarquía militar, AppSheet permite definir permisos funcionales, pero carece de auditoría centralizada y supervisión jerárquica detallada. Además, los sistemas del ET gestionan información sensible o clasificada, siguiendo los principios de confidencialidad, integridad y disponibilidad (CIA) en su máximo nivel. La dependencia de plataformas extranjeras como AppSheet no se alinea con la Estrategia Industrial de Defensa 2023 ni con las Capacidades Industriales Estratégicas de Defensa, que buscan garantizar soberanía tecnológica y evitar riesgos derivados de proveedores externos.

No obstante, estas limitaciones pueden mitigarse si el uso de la aplicación se restringe a entornos experimentales o si se desarrolla una versión equivalente en infraestructura nacional, combinando innovación y accesibilidad con los principios de seguridad y soberanía establecidos para el ET.



María Fernández Pérez

ASPECTO	SISTEMAS OFICIALES DEL ET	APPSHEET
<b>SEGURIDAD</b>	Muy alta; datos permanecen dentro de la red segura del ET, con cifrado y control interno.	Alta, basada en seguridad de Google Cloud; datos gestionados externamente, no dentro de la infraestructura militar.
<b>CONTROL DE ACCESO</b>	Jerárquico y riguroso; perfiles definidos según la jerarquía militar (oficiales, suboficiales, tropa).	Funcional; permite permisos de lectura, edición o administración, pero sin supervisión jerárquica ni auditoría centralizada.
<b>TRAZABILIDAD</b>	Registro detallado de todas las acciones de los usuarios; supervisión centralizada.	Registro simple de modificaciones y sincronizaciones; no alcanza el mismo nivel de detalle ni control centralizado.
<b>CONFIDENCIALIDAD</b>	Garantizada; información clasificada o crítica protegida según principios CIA (Confidencialidad, Integridad, Disponibilidad).	Información protegida por Google, pero no controlada por el Ministerio de Defensa.
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	Nacional; gestionada por ISDEFE y supervisada por el Ministerio de Defensa.	Extranjera; depende de la nube de Google, lo que no garantiza soberanía tecnológica.
<b>INNOVACIÓN</b>	Menos flexible; prioriza seguridad y estandarización.	Alta; permite soluciones modulares, rápidas de implementar y adaptadas al usuario final.
<b>USO RECOMENDADO</b>	Gestión operativa, control de instrucción y datos sensibles dentro del ET.	Prototipos, pruebas experimentales o tareas no críticas; no apta para información clasificada ni decisiones estratégicas.

*Tabla 1. Comparación con los sistemas oficiales del Ejército (SIGINST, SIGAD, SIPERDEF)*

#### 4.2.4. Desarrollo de AZORAPP

El proceso de creación de la aplicación AZORAPP se llevó a cabo a lo largo de varias fases, desde el diseño inicial de la base de datos hasta la implementación de las vistas y funcionalidades finales.

##### 4.2.4.1. Diseño de la base de datos: estructura interna de AZORAPP



María Fernández Pérez

El primer paso consistió en la creación y estructuración de las hojas de cálculo que servirían como soporte de información. Se diseñaron cuatro hojas principales: personal, permisos, servicios y programación.

Cada hoja o pestaña incluye una columna de clave primaria (ID) que AppSheet utiliza para identificar de forma única cada registro, y varias columnas de referencia (Ref) que permiten vincular la información entre tablas. Por ejemplo, en la hoja de “Permisos” (ilustración 15), la columna ‘Nombre’ se define como una referencia (Ref) a la tabla “Personal”, lo que permite que, al seleccionar a un militar, el sistema asocie automáticamente su permiso y lo muestre también en su ficha individual.

La pestaña Personal (Ilustración 14) recoge los datos identificativos de cada militar, tales como: nombre, empleo, destino, sección, teléfono, correo electrónico y observaciones.

La vista de personal se diseñó para permitir tanto la consulta como la modificación de la información individual de cada miembro de la unidad.

Se adoptó un formato *deck*<sup>1</sup>, que muestra una lista con los nombres y empleos, acompañada de iconos y colores para facilitar la lectura visual.

Al seleccionar a un ID militar, se accede a una vista detallada con su información básica y con vínculos a sus permisos y servicios registrados, permitiendo obtener de un vistazo la disponibilidad y situación de cada componente. Estos registros son generados mientras se está conectado a Internet.

ID	Personal	Nombre	Grado	Rol	Imagen	Observaciones
1	P001	Javier Morales	Soldado	Encargado material de óptica		
2	P002	Camila Núñez	Soldado	Encargado transmisiones		
3	P003	Diego Ramírez	Soldado	Encargado munición		
4	P004	Antonio García	Soldado	Encargado simulación		
5	P005	Alejandro Cruz	Soldado	Encargado armamento		
6	P006	Luis Rodríguez	Cabo	Conductor		
7	P007	Iván Torres	Cabo	Conductor		
8	P008	Javier Herrera	Sargento	Jefe pelotón		
9	P009	Pablo Castillo	Sargento 1º	Jefe pelotón		
10	P010	Victor López	Sargento 1º	Jefe pelotón		
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Ilustración 14. Hoja de personal AZORAPP. Elaboración propia.

La pestaña Permisos (Ilustración 15) almacena las fechas de inicio y fin de los permisos, el tipo de permiso tales como descanso, asuntos propios, guardia compensada, etc.)

La vista de permisos (ilustración 15) se implementó en formato calendario, lo que permite visualizar de manera inmediata qué personal se encuentra de permiso o ausente en una fecha determinada.

<sup>1</sup> Formato *deck*: en AppSheet muestra los registros de una tabla como tarjetas apiladas, destacando un título, subtítulo e imagen para facilitar la visualización rápida de información.





María Fernández Pérez

ID_Servicio	Personal	Motivo	Lugar	FechaInicio	FechaFin
7bb13ea9	P003			24/10/2025	25/10/2025
5a87ee90	P002			27/10/2025	29/10/2025

Ilustración 16. Hoja de servicios AZORAPP. Elaboración propia.

La pestaña Programación (Ilustración 17) recoge la planificación colectiva de actividades de instrucción, adiestramiento y demás actividades comunes que afectan simultáneamente a uno o varios miembros de la unidad.

La tabla de “Programación” (ilustración 17) funciona como un calendario complementario de carácter colectivo. En ella se registran todas las actividades formativas, ejercicios o eventos comunes que afectan a más de un miembro de la unidad.

Cada registro contiene el ID de la programación, la actividad (por ejemplo: “marcha”, “tiro”), el cuadro de mando responsable de la actividad, la sección que realizará la actividad y las fechas de inicio y fin. Estos datos permiten al mando conocer qué actividades están planificadas para cada día, qué responsables las dirigen y qué subunidades se encuentran implicadas.

ID_programación	Actividad	CUMA	SCC	Fecha inicio	Fecha Fin
512c34db	MARCHA	DAC María	511		
3a135beb	Marcha	DAC Fernández	511	25/10/2025 12:5	26/10/2025 18:0
55cbb387	Partido de futbol	DAC Blanco Car	524	25/10/2025 13:2	25/10/2025 14:3

Ilustración 17. Hoja de programación AZORAPP. Elaboración propia.



#### 4.2.4.2. Configuración en AppSheet

Una vez estructurado el documento de Sheets, se importó el archivo a AppSheet como fuente de datos principal.

La plataforma reconoció automáticamente las tablas y sugirió los tipos de columnas en función del contenido de cada celda, tales como: texto, fecha, número, lista, entre otras, que posteriormente se ajustaron manualmente para garantizar la correcta interpretación.

Las columnas más relevantes se configuraron de la siguiente forma:

- ID: tipo *Key*, valor único autogenerated.
- Nombre: tipo *Ref* que referencia a la tabla "Personal".
- Fecha inicio / Fecha fin: tipo *Date*, utilizadas en los calendarios.
- Tipo de permiso o servicio: tipo *Enum*, con lista desplegable de opciones predefinidas, tales como: guardia, descanso, maniobras, permiso especial, etc.
- Observaciones: tipo *LongText*, para anotaciones complementarias.

Esta estructura permitió establecer una base relacional sencilla (ilustración 18), que permite gestionar la información sin necesidad de recurrir a bases de datos complejas ni tener conocimientos avanzados de programación.

Este mismo procedimiento se realizó para configurar el resto de las pestañas (ver Anexo II)

	NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA
1	_RowNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
2	ID_Permission	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
3	Personal	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
4	Tipo	Text	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
5	Desde	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
6	Hasta	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Ilustración 18. Database hoja permisos AZORAPP. Elaboración propia.

#### 4.2.4.3. Automatizaciones y lógica interna de la aplicación

Una vez definidas las vistas principales, el siguiente paso fue dotar a la aplicación de coherencia lógica y autonomía funcional.



María Fernández Pérez

AppSheet, a pesar de no requerir programación tradicional, permite configurar acciones automáticas, comportamientos condicionados y sincronizaciones inteligentes, lo que dota a la aplicación de un comportamiento dinámico y adaptable.

El primer nivel de automatización se centró en la relación entre tablas. Se utilizó columnas tipo Ref para los registros creados en la hoja “Permisos” y “Servicios” y “Programación” en las que se vinculan automáticamente con la ficha correspondiente del militar en la hoja “Personal”.

Esto significa que, al abrir la vista de un componente, la aplicación muestra automáticamente sus permisos y servicios activos, sino también las actividades programadas en las que participa sin necesidad de buscarlos manualmente.

Esa integración se diseñó para imitar la lógica que sigue un cuadro de mando al consultar la situación de su personal, es decir, que todo pueda verse de un solo vistazo.

En segundo lugar, se implementaron acciones personalizadas mediante el apartado “Behavior”. Este apartado no es una hoja ni un archivo independiente, sino un conjunto de ajustes que controlan cómo se comporta la app cuando un usuario interactúa con ella. Define las acciones que la aplicación ejecuta. Por ejemplo, se configuró una acción que permite añadir un permiso o un servicio desde la ficha del militar, de modo que el usuario no deba navegar entre vistas. De esta forma, la gestión se vuelve más ágil ya que basta con entrar en el perfil de una persona y registrar la nueva actividad, sin necesidad de cambiar de pantalla.



También se incorporaron expresiones condicionales para controlar la validez de los datos introducidos. Por ejemplo: En el caso de la hoja ‘permisos’ y ‘programación’, se añadió una condición que impide registrar una fecha de fin anterior a la fecha de inicio, lo que evita errores de registro habituales. En este mismo sentido, en la hoja ‘programación’ también se añadió la condición de no dejar en blanco el campo ‘mando responsable’.

Estas condiciones refuerzan la integridad del sistema, asegurando que los registros sean siempre coherentes y verificables.

Por último, se definió un conjunto de acciones de sincronización automática, de forma que la aplicación actualiza los datos en segundo plano sin requerir intervención del usuario. Esto resulta especialmente útil cuando varios cuadros de mando introducen simultáneamente actividades en la programación, ya que AppSheet evita solapamientos y mantiene todos los dispositivos sincronizados con la información más reciente.



María Fernández Pérez

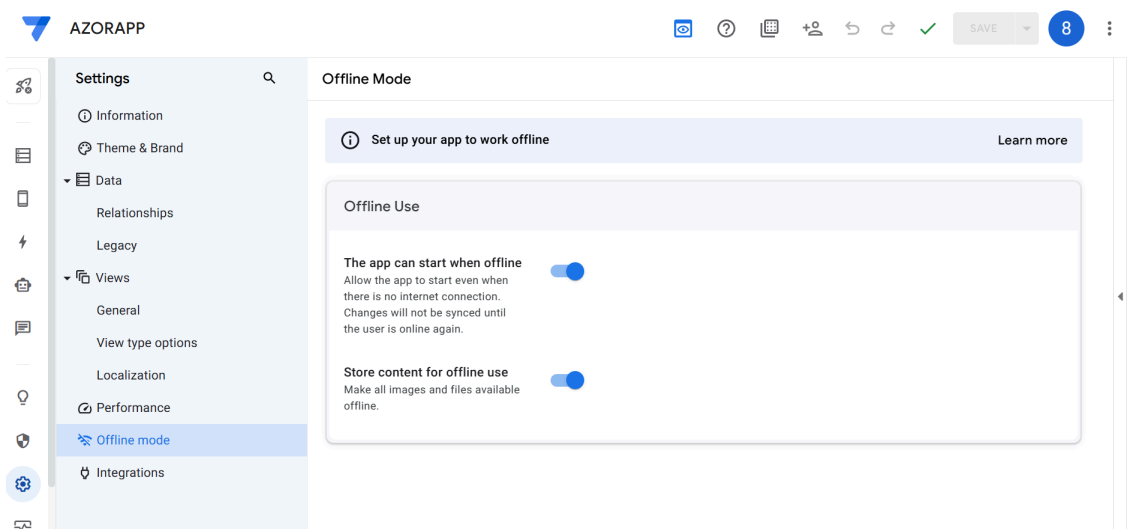
Nombre	ID_Personal	Grado	Rol	Imagen	Observaci
Javier Morales	P001	Soldado	Encargado material de óptica		
Camila Núñez	P002	Soldado	Encargado transmisiones		
Diego Ramírez	P003	Soldado	Encargado munición		
Antonio García	P004	Soldado	Encargado simulación		
Alejandro Cruz	P005	Soldado	Encargado armamento		
Luis Rodríguez	P006	Cabo	Conductor		

Ilustración 20. Vista personal AZORAPP. Elaboración propia.

#### 4.2.4.4. Funcionamiento offline y sincronización

Durante las prácticas realizadas en la BRILAT, se observó que muchas actividades de instrucción o maniobras se desarrollan en entornos donde la conexión a internet o a la red militar es inexistente. En entornos militares, donde la prioridad es la continuidad del trabajo y no la conectividad, disponer de una herramienta que funcione sin red es una ventaja sustancial. Por lo tanto, uno de los aspectos más relevantes de AZORAPP es su capacidad de funcionamiento en modo offline. Esta característica no solo permite registrar actividades sin depender de la red institucional, sino que ofrece una ventaja operativa directa para los CUMAS durante las maniobras. Al disponer de la información del personal, los servicios asignados, los permisos, la programación diaria y el historial de actividades en el propio dispositivo, el CUMA puede tomar decisiones inmediatas sobre la distribución del personal, reorganizar grupos de instrucción, asignar tareas según disponibilidad real o reajustar la planificación cuando surgen incidencias propias del ejercicio. En un entorno sin conectividad, donde SIGINST no puede utilizarse, AZORAPP proporciona una visión clara y actualizada de quién está disponible, qué actividades están previstas y qué cambios deben aplicarse, evitando improvisaciones y mejorando la coordinación de la instrucción en el terreno.

Para habilitar esta funcionalidad, en el apartado “Behavior” del editor se activaron las opciones *Offline/Sync* → “*Store content for offline use*” y “*Delayed sync*”. Con ello, los datos introducidos por el usuario se almacenan temporalmente en la memoria del dispositivo y se sincronizan automáticamente en cuanto se restablece la conexión.



*Ilustración 21. Vista de aplicación para insertar el modo offline. Elaboración propia.*

AppSheet gestiona esta sincronización de forma inteligente, comparando los registros locales con los del servidor y actualizando únicamente los elementos modificados. Esta característica no solo mejora la operatividad en el terreno, sino que también reduce la dependencia de infraestructuras tecnológicas.

Durante la fase de diseño, se incorporó la capacidad de funcionamiento offline como un requisito funcional esencial, de manera que la aplicación pudiera operar en entornos sin conectividad y sincronizar los datos de forma segura cuando la conexión estuviera disponible.

#### **4.2.5. Integración de Azorapp con SIGINST.**

La aplicación desarrollada se concibe como una herramienta de apoyo destinada a facilitar la gestión de la instrucción en las pequeñas unidades, pero manteniendo siempre al SIGINST como sistema central, oficial y único repositorio de datos. En coherencia con los principios establecidos en la ETID<sup>2</sup> y la EID<sup>3</sup>, la solución propuesta no plantea una sustitución del sistema institucional, sino una integración funcional que permita aprovechar las capacidades del SIGINST mediante un mecanismo de conexión seguro y compatible con su arquitectura interna.

Con este objetivo, la integración se plantea a través de tres mecanismos complementarios, todos ellos viables en el entorno tecnológico del ET y respetuosos con los criterios de trazabilidad, eficiencia y centralización de la información.

<sup>2</sup> ETID: Estructura de Tecnología e Innovación para la Defensa 2020. Documento estratégico del Ministerio de Defensa que marca las líneas de desarrollo tecnológico, innovación e I + D + i necesarias para mantener y mejorar las capacidades militares de las Fuerzas Armadas.

<sup>3</sup> EID: Estrategia Industrial de Defensa 2023. Estrategia que orienta el fortalecimiento de la base industrial y tecnológica de la defensa, fomentando la autonomía estratégica, la competitividad de la industria nacional y el apoyo a las capacidades militares.



María Fernández Pérez

A continuación, presento tres maneras mediante las cuales se podría realizar esa integración:

a) Integración mediante API institucional:

Una API es un mecanismo que permite que dos aplicaciones distintas se comuniquen e intercambien datos de forma segura y automatizada. En este caso, una posibilidad técnica altamente eficiente consiste en que SIGINST disponga de una API interna que permita la comunicación entre sistemas autorizados. Mediante esta interfaz, la aplicación podría: evitar registros de instrucción realizados, actualizar datos de asistencia y participación, consultar información asociada a perfiles de usuario y unidad, sincronizar actividades planificadas por el mando.

La conexión se realizaría exclusivamente desde la Red de Defensa, empleando: autenticación mediante credenciales institucionales, certificados digitales militares y protocolos cifrados end-to-end.

Esta opción garantiza una interoperabilidad directa, segura y totalmente alineada con la política de modernización digital en Defensa.

b) Integración a través de intercambio de datos estructurados (XML/JSON).

En caso de que la estructura actual del SIGINST no permita una conexión directa, la aplicación puede integrarse mediante un mecanismo de exportación/ importación de datos estructurados, en formatos estandarizados como XML o JSON.

En este modelo:

- La aplicación genera un archivo estructurado con las actividades realizadas, participantes y validación del mando.
- El archivo se transfiere a SIGINST a través de un módulo interno encargado de su importación.
- El sistema central valida la coherencia de los datos antes de incorporarlos al historial de cada militar.

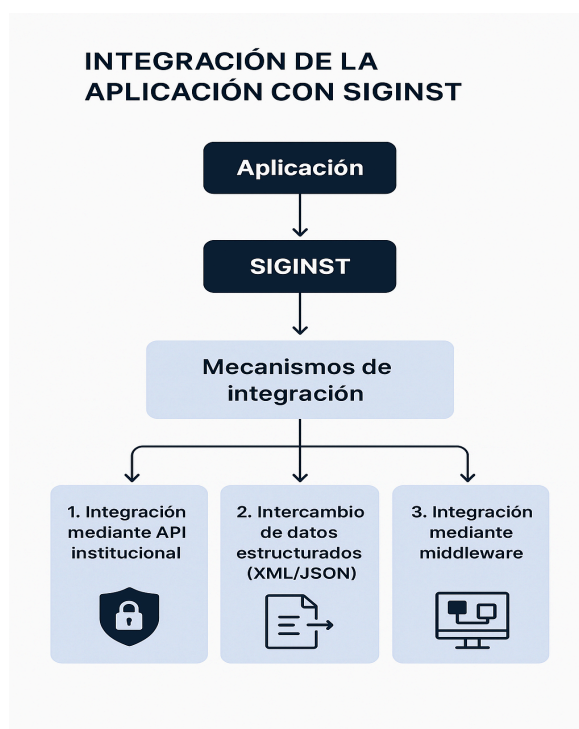
Este enfoque permite mantener SIGINST intacto, evitando modificaciones en su arquitectura a la vez que facilita una integración real y operativa.

c) Integración mediante middleware o servicio intermedio.

Otra solución viable es la creación de un servicio de integración (middleware) que actúe como capa intermedia entre la aplicación y SIGINST. Sus funciones serían:

- Verificar la identidad del usuario y la validez de los datos.
- Transformar la información al formato requerido por SIGINST.
- Evitar duplicidades o inconsistencias.
- Gestionar la sincronización incluso cuando la aplicación se utiliza fuera de la red (ejercicios, maniobras o despliegues).

Este modelo permite el uso de la aplicación en escenarios donde la conectividad con la Red de Defensa es limitada, resolviendo una de las debilidades identificadas en la encuesta: la imposibilidad de registrar instrucción en actividades fuera de dependencias fijas.



*Ilustración 22. Posibles modos integración AZORAPP a SIGINST. Elaboración propia.*

De las tres posibles opciones de integración planteadas, la que presenta mayor probabilidad de adopción en el entorno tecnológico del ET es la integración mediante una API institucional. Este enfoque es el que mejor se alinea con las directrices actuales de transformación digital recogidas en la ETID y la EID, ya que permite garantizar la trazabilidad, la interoperabilidad y el control de seguridad de extremo a extremo. Además, responde al modelo hacia el que evolucionan los sistemas de defensa, basado en servicios modulares y arquitecturas orientadas a procesos y al uso estructurado de los datos de instrucción y adiestramiento.

No obstante, la determinación de cuál de estos mecanismos sería finalmente adoptado se encuentra fuera del alcance de este TFG, ya que requeriría un análisis técnico interno, la consulta a los organismos responsables del SIGINST y el estudio detallado de su arquitectura actual. Por ello, las opciones expuestas deben entenderse como rutas de integración potenciales que podrían explorarse en trabajos posteriores orientados a la evolución del sistema.

## 5. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido analizar el funcionamiento y la utilidad operativa del Sistema de Gestión de la Instrucción (SIGINST) desde la perspectiva de las pequeñas unidades del Ejército de Tierra, evaluando su implantación real, sus limitaciones y su impacto en la gestión diaria de la instrucción, con el fin de plantear soluciones tecnológicas complementarias, como AZORAPP. El análisis DAFO reveló que, aunque SIGINST es conceptualmente adecuado para centralizar la instrucción y el adiestramiento, presenta debilidades significativas que limitan su uso práctico, entre ellas la dependencia de la red del Ministerio de Defensa, la duplicidad de



registros en sistemas como SIGINST, SIGAD o SIPERDEF, y la percepción cultural del sistema como carga administrativa más que como herramienta de mando; estas limitaciones, combinadas con oportunidades derivadas de la digitalización y la accesibilidad tecnológica, justifican la propuesta de AZORAPP. Esta aplicación, desarrollada mediante AppSheet, integra registro individualizado de la instrucción, programación de actividades, control del adiestramiento individual y colectivo, y generación de informes para la toma de decisiones; su diseño permite operar en modo offline, registrar datos en tiempo real y sincronizarlos posteriormente, reduciendo duplicidad, mejorando trazabilidad y adaptándose al contexto operativo de pequeñas unidades. Entre sus ventajas destacan la accesibilidad multiplataforma, la facilidad de mantenimiento y la posibilidad de futuras integraciones con SIGINST mediante APIs, intercambio de datos estructurados o middleware; no obstante, su dependencia de infraestructura cloud externa limita su uso para información sensible y restringe la soberanía tecnológica. Las limitaciones del trabajo incluyen el carácter conceptual de la aplicación, la falta de implementación real en unidades y el enfoque centrado en pequeñas unidades, lo que impide abordar plenamente el impacto institucional. Futuras líneas de investigación comprenden la evaluación de prototipos en entornos operativos, el desarrollo de arquitecturas descentralizadas y nodos locales capaces de operar sin conexión, la estandarización de intercambio de datos entre SIGINST, SIGAD, SIPERDEF y SIGLE, y la incorporación de analítica avanzada y CUMAS operativos para generar indicadores en tiempo real del adiestramiento, ampliando así la eficiencia, trazabilidad y capacidad de apoyo al mando.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ejército de Tierra (2023). *Manual de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación (IAE) del Ejército de Tierra*. Ministerio de Defensa, España.

Ejército de Tierra (2022). *SIGINST: Sistema de Gestión de la Instrucción*. Dirección de Enseñanza, Instrucción, Adiestramiento y Evaluación (DIRACA).

Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) (2021). *Plan de Transformación Digital del Ejército de Tierra*. Ministerio de Defensa, España.

Ministerio de Defensa (2020). *Directiva de Planeamiento del Adiestramiento y la Evaluación*. Madrid: Secretaría General Técnica.

Ejército de Tierra (2020). *Sistema Integrado de Adiestramiento del Ejército (SIAE)*. Dirección de Adiestramiento.

U.S. Army (2023). *Digital Training Management System (DTMS): Supporting Army Training Management*. Army Training Network. Recuperado de [https://www.army.mil/article/262426/training\\_management\\_directorate\\_supporting\\_army\\_training\\_management](https://www.army.mil/article/262426/training_management_directorate_supporting_army_training_management)

U.S. Army (2024). *Training Fact Sheet: Common DTMS Concerns and Resources*. Army.mil. Recuperado de [https://www.army.mil/article/269698/training\\_fact\\_sheet\\_common\\_dtms\\_concerns\\_and\\_resources](https://www.army.mil/article/269698/training_fact_sheet_common_dtms_concerns_and_resources)

4C Strategies (2023). *Exonaut®: Powering the U.S. Army Training Management Tool*. Recuperado de [https://www.4cstrategies.com/case\\_study/exonaut-powering-the-us-army-training-management-tool](https://www.4cstrategies.com/case_study/exonaut-powering-the-us-army-training-management-tool)

4C Strategies (2022). *Exonaut® for the British Army and NATO Training Management*. Recuperado de <https://www.4cstrategies.com/news/4c-strategies-is-growing-exponentially-in-the-u-s-heres-why>

People's Liberation Army (China) (2021). *Vocational Education and Training Platform of the PLA Training Administration Department*. Comisión Militar Central de China.

ESRI (2023). *Field Data Collection with ArcGIS Field Maps*. ESRI Technical Documentation.



Trimble Inc. (2023). *Siteworks Construction Software: Field-to-Office Data Sync*. Trimble Civil Engineering Solutions.

Hexagon Mining (2022). *HxGN MineOperate: Integrated Operations for Connected Mining*. Hexagon AB.

DJI Enterprise (2023). *Drone Mapping for Surveying and Mining*. DJI Enterprise Solutions.

López, D. (2020). *Transformación digital en entornos militares: interoperabilidad y gestión de la información*. Revista Española de Defensa, 356, 42–49.

Fernández, M. (2024). *Propuesta de aplicación complementaria al SIGINST mediante tecnología no-code (AppSheet)*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Defensa.

García, J., & Molina, F. (2021). *Gestión digital de la instrucción y adiestramiento en unidades militares: limitaciones y oportunidades*. Revista Ejército, 960, 22–29.

[Arquitectura Global de Sistemas y Tecnologías de Información y Comunicaciones del Ministerio de Defensa \(AG CIS/TIC\)](#)

<https://zaguan.unizar.es/record/155365?ln=es>

<https://zaguan.unizar.es/record/154504?ln=es>

<https://zaguan.unizar.es/record/90252?ln=es>

IEEE. (2020). IEEE Standard for Software and System Requirements Specification (IEEE 29148-2020). IEEE.

European Commission. (2017). *European Interoperability Framework (EIF)*. Publications Office of the European Union.

Richardson, L. & Ruby, S. (2007). *RESTful Web Services*. O'Reilly Media.

Coulouris, G., Dollimore, J., & Kindberg, T. (2012). *Distributed Systems: Concepts and Design*. Addison-Wesley.

Seacord, R. (2015). *Modernizing Cybersecurity and IT Infrastructure*. McGraw-Hill.

NATO. (2019). *NATO Digital Transformation Vision*.

Ministerio de Defensa (España). (2021). *Estrategia de Transformación Digital del Ministerio de Defensa*.

Ejército de Tierra. (2015). *Norma Técnica 06/15 sobre el SIGINST*. Ministerio de Defensa.



María Fernández Pérez

Ejército de Tierra. (2017). *Actualización del SIGINST*. Ministerio de Defensa.

MADOC. (2015). *Doctrina de la Instrucción, el Adiestramiento y la Evaluación del Ejército de Tierra*. Ministerio de Defensa.

MADOC. (2010). *Documento de necesidad de homogeneización de registros de instrucción*. Ministerio de Defensa.

Ministerio de Defensa. (2020). *Plan de Transformación Digital de las Fuerzas Armadas*. Gobierno de España.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Sistemas de información gerencial*. Pearson.

Ministerio de Defensa. (2019). *Sistema de Información de Personal de la Defensa (SIPERDEF)*. Gobierno de España.

Ejército de Tierra. (2018). *Sistema de Gestión Logística del Ejército (SIGLE)*. Ministerio de Defensa.

JCISAT. (2020). *Plan de Sistemas de Información y Telecomunicaciones del Ejército de Tierra*. Ministerio de Defensa.

Pressman, R. S. (2015). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Sommerville, I. (2016). *Ingeniería del software* (10.<sup>a</sup> ed.). Pearson.

Richardson, C., & Rymer, J. R. (2020). *The Forrester Wave™: Low-Code Development Platforms*. Forrester Research.

Lurbe Fernández, J. (2023). *Transformación digital completa de los procesos ordinarios de programación, planeamiento, ejecución, evaluación y feedback de una pequeña unidad de combate del ET en base a SIGINS y SIGAD*. Universidad de Zaragoza.

Pardo de Santayana Castro, A. (2022). *Hacia la transformación digital en el Sistema de Gestión de la Instrucción para las pequeñas unidades*. Universidad de Zaragoza.

Torres Fernández, L. (2018). *Análisis y mejora de los indicadores utilizados para medir el rendimiento de la Instrucción y Adiestramiento de una unidad de infantería*. Universidad de Zaragoza.

**Torró Laguillo, A. (2017).** *Creación de una aplicación informática para la preparación de las actividades de instrucción en montaña*. Universidad de Zaragoza.



## ANEXOS

### ANEXO I- Encuesta

#### ENCUESTA SOBRE EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INSTRUCCIÓN (SIGINST)

**1. Empleo**

- Soldado
- Cabo/ Cabo 1º
- Sargento /Suboficial
- Teniente
- Capitán
- Teniente coronel
- Coronel

**2. ¿Había escuchado hablar del SIGINST antes de esta encuesta?**

- Sí, lo conozco y lo he usado
- Sí, he oído hablar de él pero nunca lo he usado
- No lo conocía hasta ahora

**3. En caso de conocerlo, ¿cómo supo de su existencia?**

- Formación o charla en la unidad
- Información de compañeros
- Documentación oficial (manuales, guías, etc.)
- No he recibido ninguna información

**4. ¿Con qué frecuencia utiliza o consulta el SIGINST?**

- Nunca
- Menos de una vez al mes
- Una vez a la semana
- Varias veces a la semana
- A diario

**5. Principales usos que le da al sistema**

- Registro de actividades de instrucción/ adiestramiento
- Elaboración de programación (semanal, mensual, anual)
- Consulta de manuales y normativa
- Generación de informes
- No lo uso
- Otro: \_\_\_\_\_

**6. En su opinión, ¿cree que un sistema informático como el SIGINST puede ser útil para la instrucción en las unidades?**

- Sí, mucho



María Fernández Pérez

- Sí, en parte
- No lo creo necesario
- No tengo opinión

**7. ¿Qué cree que debería permitir una herramienta como esta? (marque las que considere)**

- Llevar un registro individual de la instrucción
- Facilitar la programación de actividades
- Permitir consultar manuales y normativa
- Generar informes sobre la preparación del personal
- Otro: \_\_\_\_\_

**8. ¿Qué dificultades piensa que pueden tener los militares para usar este tipo de sistemas?**

- Falta de formación para manejarlos
- Falta de tiempo para introducir datos
- Problemas de conexión o de equipos
- Poco interés o motivación
- Otro: \_\_\_\_\_

**9. Del 1 al 5, ¿qué tipo de interés tendría en recibir formación para aprender a usarlo?**

- 1 (nada de interés)
- 2
- 3
- 4
- 5 (mucho interés)

**10. Si lo ha utilizado, indique hasta tres fortalezas del SIGINST**

**11. Si lo ha utilizado, indique hasta tres debilidades que detecte en el sistema**

**12. Si el SIGINST dejara de funcionar, ¿se vería afectada la instrucción de su unidad?**

- Sí
- No
- Tal vez

**13. En caso afirmativo, ¿de qué manera?**



## ANEXO II - APPSHEET

### CONFIGURACIÓN DE LAS DIFERENTES PESTAÑAS EN APPSHEET

The screenshot shows the AZORAPP interface for the 'PERSONAL' table. The table configuration is as follows:

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA
_RowNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
ID_Personal	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Nombre	Text	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Grado	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Rol	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Imagen	Image	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Ilustración 23. Database hoja personal AZORAPP. Elaboración propia.

The screenshot shows the AZORAPP interface for the 'PROGRAMACIÓN' table. The table configuration is as follows:

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA
_RowNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
ID_programación	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Actividad	Text	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
CUMA	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
SCC	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Fecha inicio	DateTime	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Ilustración 24. Database hoja programación AZORAPP. Elaboración propia.



María Fernández Pérez

The screenshot shows the AZORAPP interface. On the left is a navigation menu with options: PERMISOS, PERSONAL, PROGRAMACIÓN, and SERVICIOS (selected). Below the menu is an 'OPTIONS' section with 'User settings'. The main area displays a table configuration for 'Table: SERVICIOS'. The table has 8 columns: NAME, TYPE, KEY?, LABEL?, and FORMULA. The rows are as follows:

	NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA
1	<input type="text" value="_RowNumber"/>	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
2	<input type="text" value="ID_Servicio"/>	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
3	<input type="text" value="Personal"/>	Ref	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
4	<input type="text" value="Motivo"/>	Text	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
5	<input type="text" value="Lugar"/>	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
6	<input type="text" value="Fechalnicio"/>	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Ilustración 25. Database hoja servicios AZORAPP. Elaboración propia.



## ANEXO III - AZORAPP

A continuación, se muestra los pasos que se han seguido para obtener la vista de personal (ilustración 23):

### Paso 1. Creación de la hoja base de datos

Se creó una hoja de cálculo en Google Sheets denominada “*Personal*” con los campos: Nombre, ID\_Personal, Grado, Rol, Imagen y Observaciones. Esta hoja se utilizó como base de datos principal para la vista. (Ilustración 14).

### Paso 2. Conexión de la hoja con AppSheet

Se importó la hoja “*Personal*” en AppSheet como nueva tabla de datos dentro del proyecto AZORAPP. (Ilustración 19).

### Paso 3. Definición de la clave primaria

Se configuró la columna *ID\_Personal* como clave principal (Key) para garantizar la identificación única de cada militar. (Ilustración 19).

### Paso 4. Asignación de tipos de datos

Se ajustó el tipo de dato de cada columna:

- Texto: Nombre, Grado, Rol
- Imagen: Imagen
- Texto largo: Observaciones  
(Ilustración 19)



María Fernández Pérez

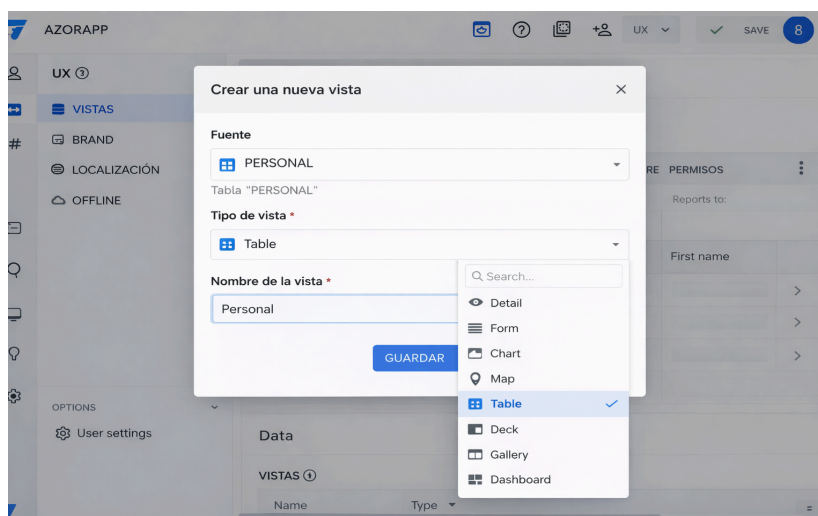


Ilustración 26. Creación de la vista principal de personal. Elaboración propia.

### Paso 5. Creación de la vista principal

Se generó una vista nueva seleccionando:

- Fuente: Tabla "Personal"
- Tipo de vista: *Table*
- Nombre de la vista: *Personal*

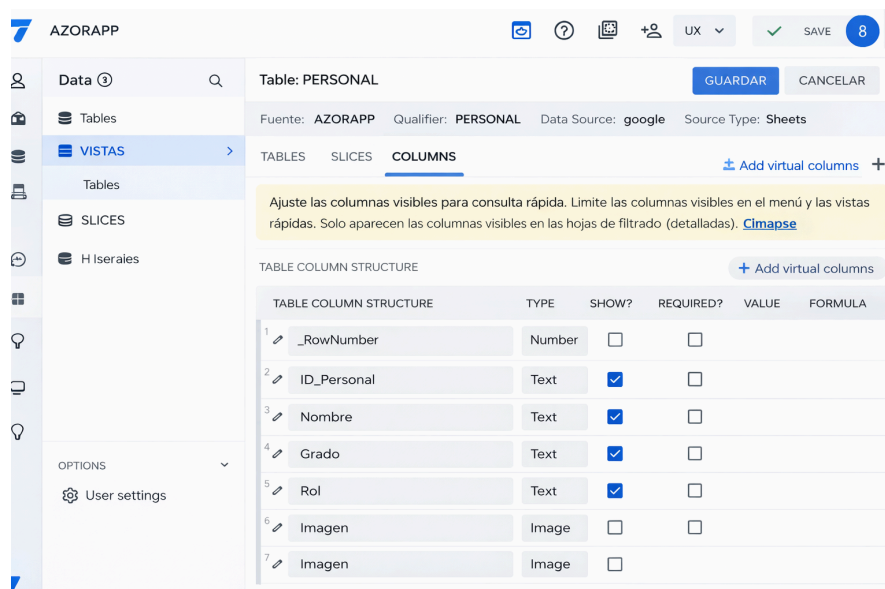


Ilustración 27. Ajuste de columnas visibles. Elaboración propia.



María Fernández Pérez

## Paso 6. Ajuste de columnas visibles

Se seleccionaron únicamente las columnas visibles necesarias para la consulta rápida (Nombre, ID, Grado, Rol), ocultando aquellas que solo deben verse en la ficha detallada.

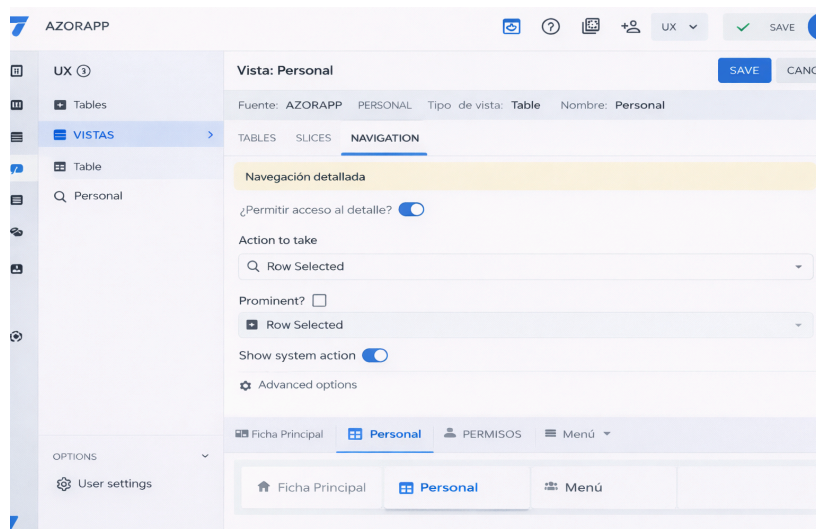


Ilustración 28. Configuración de la navegación. Elaboración propia.

## Paso 7. Configuración de la navegación

Se activó la opción de acceso al detalle de cada registro al pulsar sobre un militar desde la tabla.

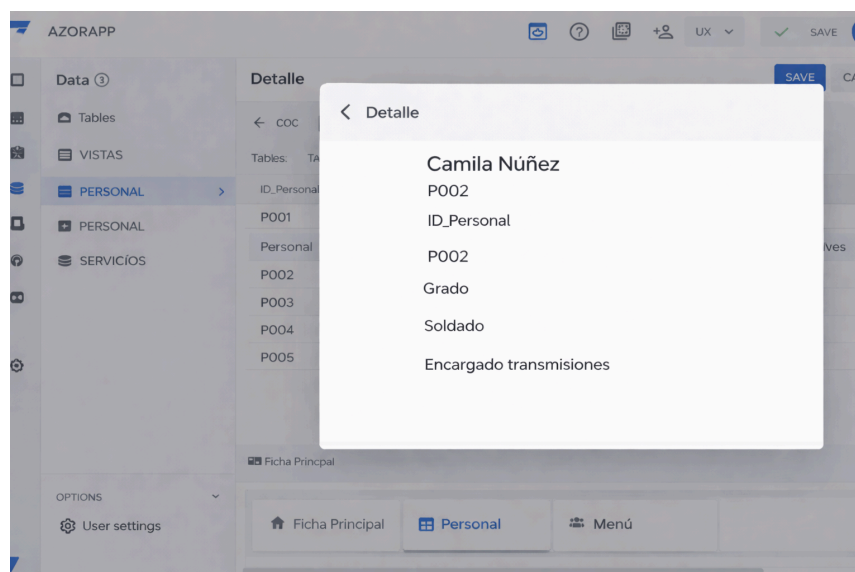


Ilustración 29. Creación de la vista de detalle individual.



### Paso 8. Creación de la vista de detalle individual

Se generó automáticamente la vista de tipo *Detail* para mostrar toda la información completa del militar seleccionado.

### Paso 9. Asociación de la vista al menú inferior

Se añadió la vista *Personal* al menú principal de navegación para su acceso directo desde cualquier parte de la aplicación.

### Paso 10. Comprobación de funcionamiento

Se realizaron pruebas añadiendo, modificando y consultando varios perfiles para verificar que la vista mostraba correctamente la información y permitía el acceso al detalle individual sin errores.

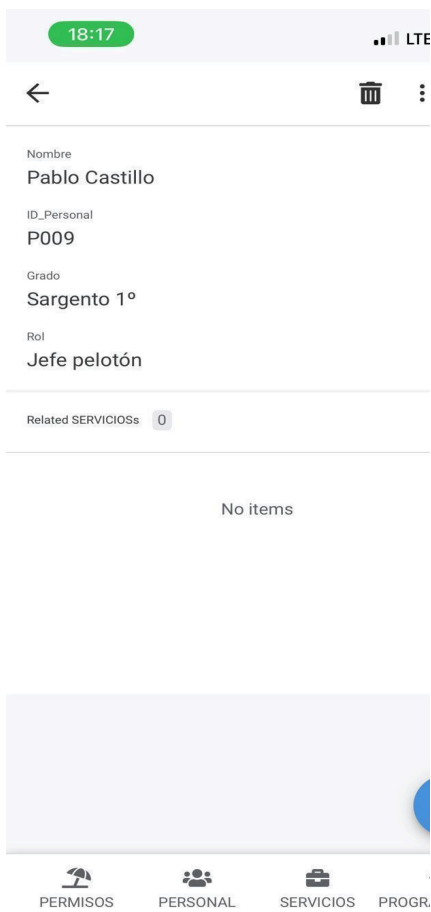


Ilustración 30. Vista detalles del personal que realiza el servicio. Elaboración propia.



María Fernández Pérez



Ilustración 31. Vista servicios. Elaboración propia.



María Fernández Pérez



Ilustración 32. Vista programación AZORAPP. Elaboración propia.



María Fernández Pérez

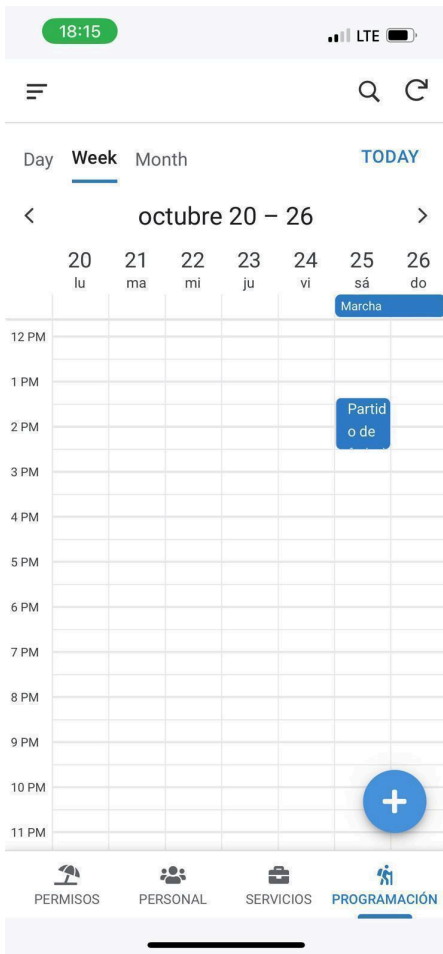


Ilustración 33. Vista programación AZORAPP. Elaboración propia.

