



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA QUE
PERMITA OPTIMIZAR EL CONTROL Y SEGUIMIENTO
DEL ARMAMENTO EN LAS COMPAÑÍAS DE FUSILES
DEL EJÉRCITO DE TIERRA

Caballero Alférez Cadete Don Miguel Ángel Cuevas Mier

Director académico: Doctora Doña Maite Aramendía Marzo

Director militar: Capitán Don Fernando Zacarías García Calvo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



Agradecimientos

Quiero agradecer la colaboración, el esfuerzo y la disponibilidad de todas aquellas personas que me han ayudado en la realización del trabajo:

A mi tutora, la Doctora Doña Maite Aramendía Marzo, por su implicación y disponibilidad en todo momento.

A mi director militar, el Capitán Don Fernando Zacarías García Calvo, por los conocimientos e ideas que me ha transmitido durante el periodo en el Regimiento Garellano 45.

A los cuadros de mando de la 1ª Compañía del Regimiento de Infantería Garellano 45, por el apoyo y los medios prestados para la consecución de los objetivos previstos durante el trabajo.

A los militares entrevistados y encuestados del Regimiento Garellano 45, por sus valiosas aportaciones, ya que sin ellos no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

A toda mi familia y a mis compañeros por su apoyo diario y constante motivación para la finalización del trabajo.

A todos y cada uno de vosotros, muchas gracias.



Diseño y validación de un sistema que permita optimizar el control y seguimiento del armamento en las Compañías de fusiles del Ejército de Tierra.

Miguel Ángel Cuevas Mier



Resumen

El sistema de control y seguimiento del armamento en las Compañías de fusiles del Ejército de Tierra abarca tanto la gestión de la información del armamento y material de guerra como el estado de las instalaciones del propio depósito de armamento y los procedimientos de entrega y recogida del armamento. Por este motivo, es uno de los sistemas que más atención precisa dentro de las unidades y dentro del funcionamiento del día a día en la Unidad. Debido a que cada día se debe recoger y depositar el armamento en las instalaciones y gestionar la información y las novedades relativas a este armamento, poner especial atención en qué fallos se podrían mejorar en el sistema actual para optimizar el funcionamiento diario de la Unidad debe ser una obligación para aquellos responsables de este ámbito.

El presente trabajo trata de identificar los problemas asociados con el sistema actual de control y seguimiento del armamento y pretende darles solución empleando recursos tecnológicos que sean aplicables a cualquier Unidad del Ejército de Tierra.

Para este fin, se ha llevado a cabo una investigación mediante encuestas y entrevistas a expertos que ha permitido identificar los principales problemas que existen en el control y seguimiento del armamento del Regimiento de Infantería Garellano 45.

Sobre la base de las conclusiones de esta investigación se proponen diferentes alternativas para solventar los problemas detectados, inspirados en procedimientos que se están empezando a introducir en otros ejércitos desarrollados y siguiendo las sugerencias de los expertos consultados. En concreto, se proponen dos soluciones basadas en la digitalización de los procedimientos correspondientes para el control y seguimiento del armamento. Para la primera solución, se ha diseñado una base de datos y se han estudiado los programas capaces de emplear esta base para su uso en las unidades. Por otro lado, para la segunda solución, se ha estudiado un procedimiento basado en códigos *QR*, para el cual se ha hecho un estudio de viabilidad además de contactar con diferentes empresas capaces del desarrollo e implementación de esta parte del proyecto.

Por lo tanto, el presente trabajo describe en detalle las propuestas de solución y presenta, además, un estudio de viabilidad y un análisis de la seguridad de las mismas con la perspectiva de poder aplicar estas soluciones a cualquier Unidad de Infantería del Ejército de Tierra español.

Palabras clave

- Base de datos
- Código QR
- Depósito de armamento
- Procedimientos del ET
- Digitalización del ET



Abstract

The armament control and monitoring system in the Army's rifle companies covers both the management of information on armament and war material and the state of the installations of the armament depot itself and the procedures for the delivery and collection of armament. For this reason, it is one of the systems that requires the most attention within the units and in the day-to-day functioning of the unit. Given that every day the armament must be collected and deposited in the facilities and the information and news relating to this armament must be managed, paying special attention to what faults could be improved in the current system to optimise the daily functioning of the unit must be an obligation for those responsible for this area.

This work attempts to identify the problems associated with the current system for controlling and monitoring weapons and aims to solve them using technological resources that are applicable to any Army unit.

To this end, research has been carried out by means of surveys and interviews with experts to identify the main problems that exist in the control and monitoring of the armament of the Garellano 45 Infantry Regiment.

Based on the conclusions of this research, different alternatives are proposed to solve the problems detected, inspired by procedures that are beginning to be introduced in other developed armies and following the suggestions of the experts consulted. Specifically, two solutions are proposed based on the digitalisation of the corresponding procedures for the control and monitoring of armaments. For the first solution, a database has been designed and programmes capable of using this database have been studied for use in the units. On the other hand, for the second solution, a procedure based on QR codes has been studied, for which a feasibility study has been carried out, in addition to contacting different companies capable of developing and implementing part of the project.

Therefore, this paper describes in detail the proposed solutions and also presents a feasibility study and an analysis of their security with the prospect of being able to apply these solutions to any Infantry Unit of the Spanish Army.

Keywords

- Database
- QR code
- Arms depot
- Army procedures
- Digitisation of the Army



Índice

Agradecimientos	I
Resumen	III
Palabras clave	III
Abstract	IV
Keywords	IV
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	IX
Abreviaturas, siglas y acrónimos	X
1. Introducción	12
2. Objetivos, alcance y metodología	13
2.1 Objetivos	13
2.2 Alcance	14
2.3 Metodología.....	14
3. Antecedentes	18
3.1 Introducción de la digitalización en la OTAN.....	18
3.2 Sistemas de digitalización adoptados en el ET español	19
3.3 Otros proyectos similares a los desarrollados en el trabajo	21
4. Desarrollo: Análisis y resultados	25
4.1 Sistema actual de gestión de armamento en la Unidad Garellano 45 y su necesidad de cambio.	25
4.1.1 Descripción del sistema de armamento actual.....	25
4.1.2 Problemas detectados y posibles soluciones	27
4.2 Proyecto de mejora del sistema de gestión de armamento para la Unidad Garellano 45.	28
4.2.1 Diseño de la Base de Datos.....	29
4.2.2 Diseño e implementación de armeros con códigos QR.	37
4.2.3 Estudio de viabilidad	42
.....	50
4.2.4 Medidas de seguridad implementadas en los proyectos	50
5. Conclusiones	53
6. Referencias bibliográficas	55
7. Anexos	A
Anexo I: Preguntas realizadas y porcentaje de respuestas en las entrevistas	A



Anexo II: Preguntas realizadas en las encuestas y porcentajes de las respuestas. B

Anexo III: Funcionamiento de SIGLE. D



Índice de figuras

Figura 1 Logo Brigada 2035. Un nuevo futuro para futuros conflictos	12
Figura 2 Base logística propuesta por empresa Indra mediante sistemas de información digitales. Elaboración propia a través de la información recogida de la empresa Indra (Indra, 2021).	21
Figura 3 Ejemplo de identificación militar por medio de códigos QR implementado en el Ejército Colombiano. Elaboración propia a través de la información recogida de la fuente CTV Barranquilla.	23
Figura 4 Patente registrada de sistema de desbloqueo de cerraduras por medio de códigos QR. Elaboración propia a través de la información recogida en Patentscope (Gómez Santamaria & Salozabal Ibarra, 2020).	24
Figura 5 Patente registrada de sistema de apertura de puertas por medio de códigos QR. Elaboración propia a partir de la información recogida en Patentscope (Code-Scanning door opener, 2018).	24
Figura 6 Armero CB-Centinel fabricado por la empresa Celtiberia. Elaboración propia... 26	
Figura 7 Fusil HK G36E con las partes mencionadas en este apartado. Elaboración propia	26
Figura 8 Partes del armero empleado en el Ejército de Tierra. Elaboración propia.	27
Figura 9 Base de Datos diseñada en MySQL. Elaboración propia	30
Figura 10 Código en Pascal para su posible integración con la base de datos. Elaboración propia.....	32
Figura 11 Funcionamiento del programa creado en Geany. Elaboración propia.....	33
Figura 12 Análisis DAFO implementación programa Pascal. Elaboración propia.	33
Figura 13 Base de Datos diseñada con el programa LibreOffice. Elaboración propia.	34
Figura 14 Formulario creado con LibreOffice para rellenar la información del armamento depositado en la armería. Elaboración propia.	35
Figura 15 Formulario creado con LibreOffice para rellenar las novedades del armamento. Elaboración propia.	35
Figura 16 Informe creado con LibreOffice sobre las novedades del armamento que tiene la Sección 1. Elaboración propia.....	36
Figura 17 Análisis DAFO implementación programa LibreOffice. Elaboración propia.	36
Figura 18 Esquema de funcionamiento método de códigos QR. Elaboración propia.	37
Figura 19 Base de Datos actualizada para guardas información sobre los códigos QR. Elaboración propia.	38
Figura 20 Ejemplo de programación para comprobar código QR en base de datos. Elaboración propia	39
Figura 21 Diagrama de una entrada R(s) y una salida Y(s). Elaboración propia.....	40
Figura 22 Diagrama de Actividad del armero QR. Elaboración propia.	41
Figura 23 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto con códigos QR. Elaboración propia.....	45



Figura 24 Diagrama de Gantt del proyecto de Sistema QR. Elaboración propia.	46
Figura 25 Clasificación de los grupos de interés según el poder y el interés del proyecto. Elaboración propia.	47
Figura 26 Código SQL para la creación de usuario y contraseña en el programa informático. Elaboración propia.....	51
Figura 27 Demostración de cómo el programa solicita el usuario y la contraseña. Elaboración propia.	52



Índice de tablas

Tabla 1 Ficha Técnica de las entrevistas realizadas en el Regimiento Garellano 45.....	15
Tabla 2 Ficha Técnica de las encuestas realizadas en el Regimiento Garellano 45.....	16
Tabla 3 Clasificación de los costes del proyecto y elaboración del presupuesto	49
Tabla 4 Matriz de Riesgos del proyecto QR. Elaboración propia.	50



Abreviaturas, siglas y acrónimos

ET: Ejército de Tierra

BRIEX 2035: Brigada Experimental 2035

QR: *Quick Response*

SIGLE: Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército.

CIS: *Communication and Information Systems*.

NATO: *North Atlantic Treaty Organization*.

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

NRF: *North Atlantic Treaty Organization Response Force*.

ET: Ejército de Tierra

SIMACET: Sistema de Información para el Mando y Control del Ejército de Tierra.

UCO: Unidades, Centros y Organismos.

RI45: Regimiento de Infantería Garellano 45.

DAFO: Análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo.

PERT: Program Evaluation and Review Technique.



Diseño y validación de un sistema que permita optimizar el control y seguimiento del armamento en las Compañías de fusiles del Ejército de Tierra.

Miguel Ángel Cuevas Mier



1. Introducción

La continua mejora tecnológica que estamos experimentando en nuestros días está siendo aprovechada por la mayoría de las empresas y organismos de nuestro entorno.

Esta mejora tecnológica suele implicar un aumento en la productividad y otras mejoras que experimentan aquéllos cuya tecnología puntera los sitúa a la vanguardia tanto en investigación como en el desarrollo de nuevos proyectos. La eficiencia en los procesos, aumento en la colaboración y comunicación, control de costes o aumento de la seguridad son algunas de las consecuencias de invertir en desarrollo tecnológico.

El Ejército de Tierra (ET) no se ha quedado atrás en esta carrera tecnológica, siendo consciente del entorno cambiante y conocedor de que si no se adapta al nuevo panorama no será capaz de estar a la altura de los nuevos desafíos.

La implicación del ET en este ámbito ha sido total, tanto que incluso se ha creado la Brigada Experimental 2035 (BRIEX 2035), cuyo logo oficial se muestra en la Figura 1. La página web oficial del ET sobre la BRIEX 2035 (Ministerio de Defensa, 2022) indica que “los rápidos avances tecnológicos, la posibilidad de acceso a tecnologías de uso civil y militar, por parte de potenciales adversarios y amenazas, así como la hiperconectividad, la gran influencia y omnipresencia de los medios de comunicación y redes sociales, obliga a una evolución en el concepto de sus brigadas”.

Con esta afirmación, el Ejército habla de una evolución hacia una adaptación total para hacer frente al nuevo crecimiento tecnológico y sus consecuencias, tanto en el combate como en la organización interna de las Unidades.

En este contexto de evolución tecnológica, el presente trabajo busca dar solución a los problemas que se presentan en las Unidades del Ejército de Tierra relacionados con el armamento, aplicando los sistemas más modernos para optimizar tanto el control y seguimiento como la seguridad en este ámbito. Para ello, se han identificado los problemas actuales que afectan a la optimización del control y del seguimiento de la información del armamento de las Compañías del Ejército de Tierra, que, como se verá, se encuadran en dos ideas principales.

- 1- La gestión de la información del armamento y material de guerra y su control y seguimiento.
- 2- El estado de las instalaciones físicas de los depósitos de armamento y de los procedimientos de entrega y recogida del armamento.

En efecto, el procedimiento de recogida y entrega de armamento y material de guerra en los depósitos de las compañías de fusiles y pequeñas unidades del Ejército de Tierra es problemático en la actualidad. En concreto, todo el personal de la Unidad accede simultáneamente a por el armamento, lo que conlleva largos tiempos de espera en los que éste permanece sin seguridad. Todo esto se acentúa con las medidas COVID adoptadas por las Unidades, en las que se obliga a dejar separación a la hora de acceder al armero.

Por otro lado, los encargados del armamento deben registrar y llevar control de todas las novedades y problemas relacionados con el armamento y material de guerra. Actualmente,



Figura 1 Logo Brigada 2035. Un nuevo futuro para futuros conflictos



este procedimiento es realizado a través de SIGLE¹, al cual solo tienen acceso dichos encargados. Por lo tanto, el control y seguimiento a la hora de registrar los problemas de cada armamento resulta, muchas veces, complicado, ya que poco personal debe controlar demasiado armamento, provocando frecuentes pérdidas de información.

En este contexto este trabajo se plantea con el objetivo de mejorar el control y seguimiento de dicho armamento tanto en el procedimiento de acceso a los depósitos de armamento como a la hora del control de las novedades que podría sufrir dicho material. Optimizar este proceso resultaría de gran relevancia ya que ahorraría tiempo a la unidad a la vez de aumentar la seguridad.

2. Objetivos, alcance y metodología

2.1 Objetivos

Según el contexto presentado en la introducción, este trabajo se plantea con el objetivo de mejorar el control y seguimiento del armamento en las compañías de fusiles del Ejército de Tierra y, en concreto, en la Unidad Garellano 45, tanto en el procedimiento de acceso a los depósitos de armamento como a la hora del control de las novedades que podría sufrir dicho material. En concreto, los objetivos planteados para el trabajo son:

1. Identificar y describir los problemas del actual Sistema de gestión y control de armamento en el Regimiento de Infantería Garellano 45.

2. Diseñar un sistema digital que permita realizar un control del armamento de cada pequeña unidad (Pelotón, Sección o Compañía) y que a su vez sea capaz de abordar un seguimiento completo de cada material: tanto las novedades que ha sufrido como cuánto tiempo ha sido usado y por quién. Para completar este objetivo, se perseguirán varios objetivos secundarios:

2.1. Diseñar una base de datos que almacene toda la información y que permita a los encargados y al personal con capacidad de acceder a esta base introducir la información necesaria.

2.2. Diseñar los procesos de consulta que permitan buscar la información necesaria dentro de esta base de datos (armamento disponible, novedades, etc.)

2.3. Definir la disponibilidad que debe tener el sistema digital diseñado con el objetivo de ser lo más accesible posible al personal implicado pero lo suficientemente seguro ya que se manejará información sensible.

3. Diseñar un proyecto para mejorar la seguridad de los depósitos de armamento optimizando el procedimiento de recogida y entrega del material.

4. Realizar un estudio de la viabilidad del proyecto dentro las unidades, poniendo especial atención al ámbito de la seguridad y al aspecto económico. Además, se propone la validación del sistema diseñado.

¹ SIGLE: Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército. Aplicación informática donde se recogen las novedades y se realiza el control y seguimiento de armamento y material militar del ET.



2.2 Alcance

El presente trabajo se ha centrado en el estudio y en la solución de los problemas identificados en la Unidad Garellano 45. Sin embargo, se han intentado definir aspectos generales extrapolables a cualquier otra unidad de infantería del Ejército de Tierra español, con el propósito de optimizar los procedimientos de cualquier unidad.

Para el primer problema identificado, la gestión de la información del armamento y material de guerra y su control y seguimiento, el desarrollo del trabajo contemplará la realización de un programa informático para apoyar el seguimiento del armamento. Por lo tanto, el trabajo se ha centrado en el diseño de los requisitos que debería tener el programa para su funcionamiento, para posteriormente ser optimizado tanto en seguridad como en viabilidad por medios externos. Por lo tanto, este programa, se apoya en una base de datos junto con la programación y la interfaz necesarias para su funcionamiento. De este modo, se van a llevar a cabo las siguientes acciones:

- Diseño de una base de datos capaz de almacenar toda la información del depósito de armamento.
- Estudio de la implementación de un programa informático capaz de conectarse con la base de datos y de acceder a la información almacenada en esa base de datos, facilitando la introducción de la información a la base de datos y presentando la información que se desee de manera clara y concisa con el formato de "informes".

Para el segundo problema identificado, el estado de las instalaciones físicas de los depósitos de armamento y de los procedimientos de entrega y recogida del armamento, se han diseñado los requisitos que deberían establecerse para la implementación de un sistema basado en códigos QR. De este modo, para la consecución de estos requisitos se confiaría en empresas externas (ya estudiadas y designadas durante el trabajo), ya que no se cuenta con los conocimientos y medios necesarios para el desarrollo completo del proyecto. Este sistema, se apoyará en una base de datos, en la programación y en la adquisición externa del material necesario por medio de empresas de servidores QR y de detectores QR. Por lo tanto, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Adquisición de un programa de apertura de armeros por medio de códigos QR a alguna empresa especializada en este ámbito.
- Adquisición de un servidor con su interfaz que conecte los códigos QR y la información de los sensores del armero (si se encuentra abierto o cerrado) con la base de datos ya creada a alguna empresa especializada en ingeniería informática.

Por lo tanto, el alcance total del proyecto contempla el estudio del lanzamiento de un programa informático que digitalice la información concerniente al armero, así como el estudio de la adquisición de un programa de apertura de armeros por medio de códigos QR y su puesta en funcionamiento, mediante la contratación de dos empresas externas.

2.3 Metodología

En la elaboración del trabajo se han distinguido tres fases: una fase inicial, una fase de desarrollo del proyecto y una fase final de conclusiones. A continuación, se detallan los métodos, tanto cualitativos como cuantitativos, utilizados en cada una de estas fases para conseguir los distintos objetivos planteados para el proyecto.

1. Fase inicial: Durante esta fase, se emplearon los métodos que se exponen a continuación con el propósito de recabar información sobre la necesidad y conveniencia de



realizar el proyecto y en qué términos sería más adecuado realizarlo a través de la opinión de los principales *stakeholders*² del proyecto.

➤ **Entrevistas:** Se realizaron una serie de entrevistas al personal encargado de la gestión y control de la armería del Regimiento Garellano 45. La ficha técnica de las entrevistas realizadas se muestra en la Tabla 1, mientras que las preguntas de la entrevista y las respuestas agregadas de las mismas se muestran en el Anexo I. El universo de estudio de dichas entrevistas ha sido el personal encargado de la gestión y control de la armería del Regimiento Garellano 45, tanto los actuales como los que lo fueron alguna vez y son conocedores de las instalaciones. De este modo, el tipo de muestra es estadística no probabilística intencional, ya que se ha seleccionado específicamente al personal con mayor conocimiento. El objetivo de estudio de la entrevista ha sido conocer los principales fallos a mejorar del sistema actual de gestión del armamento, así como las propuestas de mejora que valoran los más experimentados en este ámbito.

Tabla 1 Ficha Técnica de las entrevistas realizadas en el Regimiento Garellano 45.

Universo de estudio	Personal encargado de la gestión y control de la armería del Regimiento “Garellano 45”, tanto los actuales como los que fueron alguna vez y son conocedores de las instalaciones. Este personal se evalúa actualmente en 25 militares del RI Garellano 45.
Objetivo del estudio	Conocer los principales fallos a mejorar del sistema actual y las propuestas de mejora que valoran los más experimentados en este ámbito.
Tipo de muestra	Estadística no probabilística intencional
Tiempo de realización del trabajo de campo	El trabajo de campo se completó en una semana
Técnica de recolección de datos	Entrevista personal cara a cara de acuerdo con el universo de la encuesta, preguntas abiertas.
Encuesta realizada por	CAC Miguel Ángel Cuevas Mier
Preguntas del formulario	Las preguntas realizadas en las entrevistas se detallan en el Anexo I. Las respuestas obtenidas se presentan de forma agregada en el mismo Anexo.
Fecha de trabajo de campo	Semana del 27 septiembre – 03 octubre de 2021
Tamaño de la muestra	10 personas

➤ **Encuestas:** Una vez estudiados los resultados de las entrevistas, se creó un modelo de encuesta en la aplicación “Formulario de Google”. El universo de estudio de la encuesta está compuesto por todos los militares destinados en la Unidad Regimiento Garellano 45 (aproximadamente 500 militares) de los que sólo respondieron 20. La encuesta se diseñó con el objetivo de conocer la opinión general de la Unidad acerca del actual método de control y seguimiento de la información y del armamento de la armería y determinar la aceptación

² *Stakeholders*: partes interesadas o afectadas en el proyecto.



general que tendría introducir uno de los métodos que se recogieron en las entrevistas para optimizar la armería. Sin embargo, durante la realización del trabajo se ha tenido en cuenta que el número de personas encuestadas es poco representativo frente al total del universo de estudio, por lo que se han escogido militares de diferentes Compañías y Secciones con conocimientos suficientes para saber la situación actual del Regimiento y la opinión general del resto de militares de sus Compañías o Secciones acerca de los temas tratados. El modelo de encuesta y los resultados obtenidos aparecen recogidos en el Anexo II. La ficha técnica de las encuestas se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Ficha Técnica de las encuestas realizadas en el Regimiento Garellano 45.

Universo de estudio	Todos los militares de la Unidad “Garellano 45”, un total de 500 militares.
Objetivo del estudio	Conocer la opinión acerca del actual método de control y seguimiento de la información y del armamento y de la aceptación general que tendría introducir un nuevo método a las armerías.
Tipo de muestra	Estadística no probabilística intencional
Tiempo de realización del trabajo de campo	El trabajo de campo se completó en una semana
Técnica de recolección de datos	Encuesta anónima online mediante formularios de Google
Encuesta realizada por	CAC Miguel Ángel Cuevas Mier
Preguntas del formulario	Las preguntas realizadas en la encuesta junto con los porcentajes de respuesta se encuentran recogidos en el Anexo II.
Fecha de trabajo de campo	Semana del 04 octubre – 10 octubre de 2021
Tamaño de la muestra	20 personas

➤ **Análisis DAFO:** Una vez recabada la información de las entrevistas, se empleó la herramienta Análisis DAFO con el objetivo de determinar las opciones más adecuadas para optimizar el seguimiento y control del armamento. Con esta herramienta se pretende estudiar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tendría la Unidad al introducir los métodos recogidos en las entrevistas y aceptados en las encuestas, y determinar cuál sería el más beneficioso para la Unidad.

2. Desarrollo del proyecto: Durante esta fase, se emplearon los métodos que se exponen a continuación con el objetivo de estudiar la implementación del proyecto en los términos decididos tras el estudio realizado en la fase inicial. En concreto, el proyecto diseñado cuenta con dos partes: Desarrollo de la aplicación informática e implementación de un sistema de apertura de armeros por medio de códigos QR. En cada una de estas partes se ha empleado la siguiente metodología:

➤ **Desarrollo de la aplicación informática:** se utilizaron tres aproximaciones metodológicas.



- Diseño de una base de datos en el programa *MySQL*³ para almacenar la información.
- Creación de un programa o interfaz para introducir información a la base de datos y dar la capacidad de acceder a ella en todo momento y de forma sencilla. Para esto, se han utilizado dos programas con esta capacidad que han resultado en dos interfaces diferentes: una empleando la programación en lenguaje *Pascal*⁴ por medio del programa *Geany*⁵ y otro mediante el programa *Libre Office*⁶.

- Análisis DAFO: Se ha empleado esta herramienta para elegir, entre los dos programas mencionados anteriormente, el óptimo para la unidad.

➤ **Implementación de un sistema de apertura de armeros mediante códigos QR:**

- Análisis de *stakeholders*: Se estudia al personal importante a la hora de realizar el proyecto, tanto dentro de la Unidad como actores externos (empresas civiles).

- Análisis de viabilidad técnica: Se estudia tanto las empresas civiles que se pretende contratar como las capacidades actuales del depósito de armamento.

- Análisis del alcance del proyecto: Para determinar el alcance del proyecto, se ha dividido el proyecto en varios hitos a cumplir reflejados en la herramienta Estructura de Desglose del Trabajo⁷ (EDT) y posteriormente se ha estimado su duración mediante la herramienta Análisis PERT⁸. Los hitos y su duración vienen reflejados en la herramienta Diagrama de Gantt⁹.

- Análisis de costes: Una vez determinados los hitos y su duración, se han estimado los costes totales del proyecto para la creación de un presupuesto del proyecto. Este análisis se ha llevado a cabo consultando la información disponible en las páginas web de las empresas contactadas. Aquella información sensible o privada se ha consultado por vía telefónica a dichas empresas.

- Análisis de riesgos: Se han analizado los posibles riesgos en el desarrollo del proyecto para ser capaces de mitigar los efectos negativos de los mismos. Para este objetivo se ha empleado un análisis cualitativo de los riesgos, clasificando y priorizando los riesgos identificados mediante una matriz, diferenciándolos en bajos, moderados y altos/críticos para planear acciones que mitiguen los riesgos que más afecten al proyecto.

3. Conclusiones: Durante esta fase, se han empleado los métodos que se exponen a continuación con el objetivo de determinar las mejoras que se lograrían si se consiguiese implementar efectivamente el proyecto diseñado en la Unidad.

➤ **Análisis de las medidas de seguridad:** Se ha estudiado la seguridad del proyecto, creando nuevas medidas que permitan la implementación del sistema en la unidad.

➤ **Análisis DAFO:** Se ha empleado esta herramienta para estudiar si es favorable para la unidad implementar el proyecto o no y obtener las mejoras logradas una vez

³ MySQL: Programa informático basado en un sistema de gestión de bases de datos de código abierto basado en el lenguaje de consulta estructurado (SQL) para plataformas Windows, Linux y UNIX.

⁴ Lenguaje PASCAL: Lenguaje de programación creado por el profesor Niklaus Wirth en los años 1968 que emplea la programación estructurada y la estructuración de datos.

⁵ Programa Geany: Editor de texto que permite compilar y ejecutar programas creados o editados.

⁶ Programa Libre Office: Conjunto de aplicaciones informáticas que ofrecen soporte personalizado para entornos profesionales y actualizaciones automáticas mediante archivos en formato Microsoft Office.

⁷ Estructura Desglose de Trabajo (EDT): Descomposición del proyecto en varios entregables.

⁸ Análisis PERT: Herramienta empleada para analizar cada entregable del proyecto y determinar qué tarea debe completarse inicialmente para poder iniciar la siguiente.

⁹ Diagrama de Gantt: Herramienta que recoge la lista de tareas o entregables a realizar y el cronograma de estas.



definido totalmente el proyecto.

3. Antecedentes

3.1 Introducción de la digitalización en la OTAN

La digitalización en el entorno militar (Jefatura CIS y Área Técnica, 2018) abre las puertas a un nuevo escenario estratégico y táctico en el que las principales potencias deberán evolucionar sus respuestas tradicionales a este entorno. La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) fue la primera en percibir las nuevas necesidades y está impulsando una nueva digitalización en los niveles tácticos a través del concepto *NATO Response Force (NRF)*¹⁰, unidades que sirven de banco de pruebas donde se están produciendo grandes avances en la digitalización tanto de interoperabilidad entre los ejércitos de las naciones que componen la alianza como de nuevos conceptos surgidos de esta investigación. Uno de estos conceptos es el de red, por el cual es posible la interconexión de usuarios y por tanto un cambio en la transmisión de información, derivando en un conocimiento en tiempo real de la situación en el combate o en los aspectos logísticos de las propias unidades.

A su vez, los países miembros de la Alianza han ido desarrollando su propia digitalización interna con el fin de controlar la información y la transferencia de datos en tiempo real que permita optimizar su organización logística y procedimientos y que, por lo tanto, los lleve a garantizar una ventaja en el posible combate.

Uno de los países que más está apostando por la digitalización en los procedimientos es Alemania, que aspira a la digitalización como una solución viable que agrupe todos sus sistemas de procesamiento y transmisión de datos, lo que transformará su Fuerza Terrestre en un único sistema interoperable y con proyección de futuro, como publica el Oficial de Enlace del Centro de Desarrollo de Conceptos y Capacidades del Ejército de Tierra (ET) alemán (Teniente Coronel Suárez Tietz, 2018). De este modo, el ET alemán está en vías de desarrollo de dos macroyectos: el *MoTako* y *MoTIV*¹¹, cuya finalidad es la optimización de la transferencia e intercambio de datos en tiempo real a todos los puestos interconectados a través del sistema de mando y control alemán.

Otro país puntero en este aspecto es Francia (Teniente Coronel Régis Guerin, 2021), la transformación digital de cuyo Ejército viene recogida en múltiples referencias (Ministère & Armées, 2018) (Ministère des Armées, 2017). En estas publicaciones se definen los objetivos de la digitalización que está llevando a cabo el Ejército francés, tales como garantizar la superioridad operativa y el control de la información en los teatros de operaciones.¹² En el

¹⁰ NATO Response Force (NRF): fuerza multinacional altamente preparada y tecnológicamente avanzada compuesta por componentes terrestres, aéreos, marítimos y de Fuerzas de Operaciones Especiales (SOF) que la Alianza puede desplegar rápidamente, donde sea necesario. Además de su función operativa, el NRF se puede utilizar para una mayor cooperación en educación y capacitación, más ejercicios, apoyo para el socorro en casos de desastre y un mejor uso de la tecnología.

¹¹ *MoTako* y *MoTIV*: Sistema *hardware* y *software* respectivamente del macroyecto alemán para la renovación de los sistemas de telecomunicaciones y de transferencia e intercambio de datos del Ejército de Tierra alemán.

¹² Teatro de operaciones: Área geográfica específica en la cual se desarrolla un conflicto armado.



teatro nacional, por otra parte, se plantea reforzar la eficiencia de los servicios de apoyo y facilitar la vida cotidiana del personal, dar credibilidad a las decisiones y acortar los plazos a través de soluciones digitales, abrir el acceso y aprovechar los datos para las operaciones y los servicios de apoyo, simplificar el intercambio e información y fomentar la interconexión del personal y digitalizar y hacer evolucionar los trámites y servicios a los usuarios así como los procesos funcionales. De este modo, la misión principal del Ejército francés en este ámbito es garantizar el control estratégico de los datos a través de diversos programas creados para la consecución de dichos objetivos, como el Programa *Scorpion*¹³, que pretende, entre otras cosas, una puesta en red de los combatientes y materiales con el objetivo de simplificar su control tanto en el teatro nacional como en el teatro de operaciones. Las principales características de este programa son una numeración de los intercambios, una puesta en red de los combatientes y los materiales y la simulación.

Además de Alemania y Francia, cada país miembro de la OTAN posee sus propios programas que estudian el empleo de la digitalización para la optimización de los recursos, tanto a nivel de grandes unidades como al nivel más bajo, donde se encontrarían las propias Compañías.

3.2 Sistemas de digitalización adoptados en el ET español

Desde hace dos décadas, el Ejército Español ha estado evolucionando en el camino de la digitalización (Jefatura CIS y Área Técnica, 2018). Durante este periodo se han desarrollado sistemas y se han adquirido materiales que pueden ser de gran utilidad para continuar con este proceso. Debido a principios como la economía de medios o la necesidad de no crear una brecha que dificulte la instrucción y adiestramiento del personal encargado, se ha seguido la filosofía de **adoptar una “evolución” en este ámbito en lugar de acometer una “revolución” tecnológica.**

Concretamente, respecto a los sistemas de información, el Sistema de Información para el Mando y Control del ET (SIMACET) constituye el principal sistema del ET (Jefatura CIS y Área Técnica, 2018), siendo referencia para otros sistemas de información, interconexión y de mando y control específicos de diferentes funciones de combate, como el BMS LINCE¹⁴ para unidades acorazadas del Ejército de Tierra. El objetivo de estos programas digitales es la interconexión entre diferentes estaciones para la transmisión de información en tiempo real y el control y seguimiento de todos los datos. El SIMACET está concebido desde Cuerpo de Ejército hasta Batallón, no contemplando pequeñas unidades como las Compañías.

Por otro lado, el sistema que emplea actualmente el Ejército de Tierra para la digitalización de los procesos de control y seguimiento logístico de las Unidades, Centros y Organismos (UCO) es el **Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra (SIGLE)**. (Mando de Apoyo Logístico. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa., 2004) Como recoge la instrucción técnica 11/04 de las normas de funcionamiento del SIGLE, el sistema es una herramienta de apoyo a la gestión logística que dispone de una base de datos única, a la que se puede acceder desde cada UCO mediante la utilización de sus propios recursos informáticos integrados en la red de propósito general de Defensa (WAN). El ordenador central,

¹³ Programa Scorpion: Programa militar del Ejército francés cuyo objetivo es modernizar sus capacidades de combate y la cadena de mando a través de los nuevos recursos de información digital.

¹⁴ BMS LINCE: Sistema digital cuyo objetivo es la mejora del mando y control para la conducción de las operaciones con capacidad de planeamiento. Permite la transmisión de información en tiempo real entre diferentes estaciones. Actualmente es empleado en los carros de combate Leopard 2E del ET.



donde reside esta base de datos única con los recursos informáticos conforma la arquitectura del sistema.

Sin embargo, este sistema requiere de una serie de elementos para su funcionamiento, como la infraestructura de líneas de datos y comunicaciones, equipos informáticos en las UCO y el software de base y utilidades, ya que el acceso al programa SIGLE se realiza a través del programa emulador instalado en el ordenador personal o de la UCO, o a través del programa navegador Internet Explorer y la opción disponible en la página web del Mando Logístico del Ejército de Tierra (MALE).

Otro de los elementos específicos del sistema es la necesidad de la formación de usuarios, que debe ser atendida desde cada UCO usuaria del programa, por lo que se ha creado una Base de Datos específicamente para la formación de los usuarios, conocida como "SIGLE-FORMACIÓN". Además, la mejora en los procedimientos y subsistemas o la incorporación de nuevos módulos al programa obliga a volver a realizar esfuerzos de formación del personal para un correcto manejo del sistema, el cual se explica en más detalle en el Anexo III.

De este modo, SIGLE se sirve de una Base de Datos central que permite el intercambio de información entre las UCO del ET y el Centro de Control del Sistema, posibilitando un control y seguimiento del material y la posibilidad del control de las reparaciones logísticas y novedades que sufran dichos materiales. Sin embargo, no es un programa que se emplee internamente para las pequeñas unidades como las Compañías del ET, y es necesario una formación para el manejo del propio programa. Además, habrá un número reducido de usuarios logístico de cada UCO, únicamente siendo ellos quien introduzcan la información a la Base de Datos. Estas dificultades podrían ser solventadas por el uso de otro programa destinado al control del material interno en las pequeñas unidades, cuyo funcionamiento recaiga igualmente en una Base de Datos dentro de las propias Compañías de fusiles, como se tratará en el presente trabajo.

Además, de los sistemas internos del ET, numerosas empresas civiles mantienen contratos para el desarrollo de nuevas tecnologías, *Indra*, *Navantia* o *Thales* son algunas de las empresas civiles con mayor colaboración con el Ejército (Indra, 2021). De hecho, la empresa *Indra* ofrece en su publicación "La digitalización en la Defensa y la Seguridad" numerosas opciones tecnológicas, tanto en seguridad, como en la red o en plataformas e infraestructuras digitales y en Bases de Datos.

Estas tecnologías presentadas, ya a disposición para la adopción en Defensa, se implementan en un nuevo modelo de base logística presentado por Indra en el que introduce el concepto "Logística Digital 4.0"¹⁵ (Arteaga Martín, 2018), (TORNELL VELÁZQUEZ A., 2014). Como se puede apreciar en la Figura 2, Indra apuesta por un nuevo sistema de gestión logística basado en una interconexión entre servidores por medio de red 5G¹⁶ que permita la transmisión de información en tiempo real tanto de almacenes y existencias de material logístico como de mantenimiento en operaciones y aspectos relativos a la situación de las bases y cuarteles del ET, como se puede apreciar en la Figura 2. Esto permitiría una optimización del control y seguimiento de todas las gestiones logísticas del ET. La hoja de ruta marcada por *Indra* para la digitalización en Defensa y la consecución del sistema logístico

¹⁵ Logística digital 4.0: Parte de la logística que basa su funcionamiento en productos surgidos de la cuarta revolución industrial. Se enfoca en el Internet de las cosas, en sensores, procesadores y distintos protocolos de comunicación para emplear una interconexión y nuevas interfaces para una gestión logística más eficiente y adaptada al mundo tecnológico.

¹⁶ Red 5G: Quinta generación de tecnología de redes móviles sucesora a la Red 4G.



consta de una fase inicial, donde se realizarán actividades como la evolución del SIGLE o la creación de una plataforma logística, una fase intermedia donde se completarán actividades como la creación de una Base logística digital y el desarrollo de comunicaciones, y por último una fase completa donde se integrarán en las bases y sistemas digitales creados en las fases previas los sistemas y procesos críticos, tanto logísticos como en operaciones, creando una Nube de combate multidominio, con sistemas de mando y control y comunicaciones.

Todo lo expuesto en los apartados 3.1 y 3.2 se alinea con el propósito del trabajo, que no es otro que el empleo de estas nuevas tecnologías y de los sistemas digitales para la optimización del control y seguimiento de los materiales de guerra y de los procedimientos que llevan las unidades en el empleo de estos.

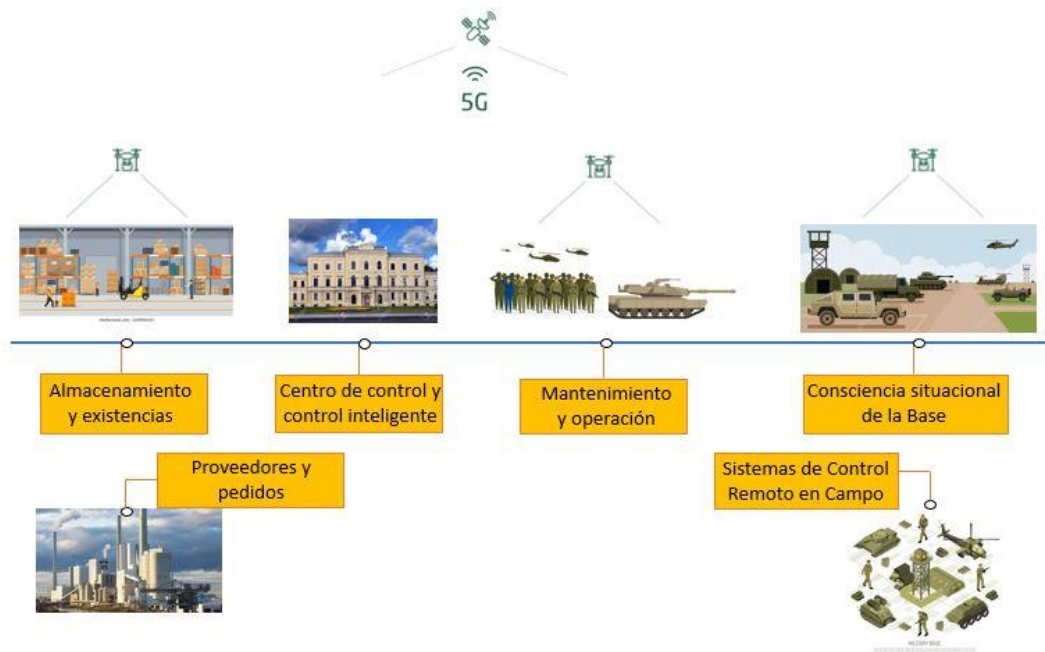


Figura 2 Base logística propuesta por empresa Indra mediante sistemas de información digitales. Elaboración propia a través de la información recogida de la empresa Indra (Indra, 2021).

3.3 Otros proyectos similares a los desarrollados en el trabajo

Como se ha explicado en los apartados anteriores, los ejércitos miembros de la OTAN y en concreto el Ejército Español (Jefatura CIS y Área Técnica, 2018), han comenzado a introducir en sus procedimientos la digitalización para la optimización de sus procedimientos. En concreto, el uso de bases de datos para almacenar información corresponde actualmente al programa SIGLE (Mando de Apoyo Logístico. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa., 2004), mencionado en el apartado 3.2, si bien este sistema está enfocado a la conexión entre grandes unidades y un órgano central que debe proveer apoyo logístico en medida que el propio órgano central vaya aceptando las peticiones de las grandes unidades registradas en SIGLE. Por lo tanto, actualmente no hay ningún programa centrado en las demandas internas de las pequeñas unidades como las Compañías de fusiles, que controle su propia logística del armamento y material de guerra. **De este modo, surge la idea del trabajo actual, que no es otra que introducir un nuevo programa informático diseñado en el propio trabajo y que**



sea alimentado por una base de datos central de la propia Compañía, al propio estilo de SIGLE.

Por otro lado, paralelamente a este sistema de optimización logística del material de guerra de las Compañías de fusiles, el trabajo se ha centrado en los procedimientos que se realizan en las propias Compañías relativos al manejo de estos materiales, llegando a plantear un diseño y estudio de viabilidad de un sistema basado en códigos de identificación QR capaces de almacenarse en el programa especificado en el párrafo anterior y con la posibilidad de desbloquear los sensores que permiten la extracción del armero del material de guerra. Sin embargo, en el entorno militar no hay constancia de un proyecto similar.

A pesar de esto, el uso de códigos informáticos de identificación militar se está empezando a implementar en otros ejércitos con el fin de otorgar una identificación más rápida y fiable que por medios manuales. Un ejemplo de esta tendencia de la introducción de los códigos QR se da en el Ejército Colombiano como publican numerosos medios de comunicación del país (CTV Barranquilla, 2020), donde se han sustituido los sistemas de identificación tradicionales por unos nuevos basados en la lectura de códigos QR, como se muestra en la Figura 3. En el resto de los ejércitos estudiados (todos miembros de la OTAN), se emplean tarjetas de identificación basadas en chips digitales con diferentes características y almacenados en bases de datos de cada Unidad. Estos chips insertados en las tarjetas de identificación permiten desbloquear sensores, ya sea para abrir la puerta de acceso a la base como para desbloquear la cerradura de instalaciones sensibles dentro de la propia base.

En el mundo civil si se pueden encontrar sistemas que basan su funcionamiento en operaciones similares a los desarrollados en el diseño del proyecto del trabajo. La patente expuesta en la Figura 4 (Gómez Santamaria & Salozabal Ibarra, 2020), muestra un proceso en el cual el usuario solicita un código QR a una Unidad Central que es capaz de aceptar o rechazar la solicitud. Una vez aceptada la solicitud, el sistema crea un código QR que el usuario empleará para abrir las cerraduras correspondientes, creando una orden de activación que el sistema interpretará como señal para iniciar la apertura. Otro ejemplo que se asemeja al que se pretende diseñar en el trabajo es la patente representada en la Figura 5. El proceso (Code-Scanning door opener , 2018) de esta patente se inicia cuando el usuario solicita un código QR, que deberá mostrar a una cámara web que enviará la información a un servidor que comprobará que coincide con los datos guardados en la base de datos y enviará una respuesta que abrirá la puerta. El código QR se podrá solicitar a través de cualquier dispositivo con conexión a Internet.

Por lo tanto, en el mundo civil y militar se pueden ver proyectos que mantienen una cierta similitud con el proyecto estudiado en el trabajo, y de los cuales se han sacado conclusiones o ideas para el desarrollo de dicho trabajo. Sin embargo, el enfoque del trabajo varía con el de los ejemplos expuestos en este apartado, ya que el grueso del trabajo está centrado en la gestión del control y seguimiento en las pequeñas unidades del ET Español, como las Compañías de fusiles y su organización logística interna del material de guerra o sus procedimientos actuales a la hora de tratar estos materiales y en qué modo sería posible optimizarlo. Por último, el trabajo ha tratado de hacer viable el proyecto desarrollado teniendo en cuenta que debe de ser de fácil instalación y manejo, tratando de “evolucionar” los procedimientos y sistemas actuales y no causando una “revolución” de estos, con el fin de evitar la necesidad de una formación compleja para los operadores del sistema. Por lo tanto, otra de las principales diferencias del proyecto desarrollado y de los ejemplos civiles y militares expuestos en este apartado no es otra que **el aprovechamiento de la economía de medios actual del Ejército de Tierra Español.**

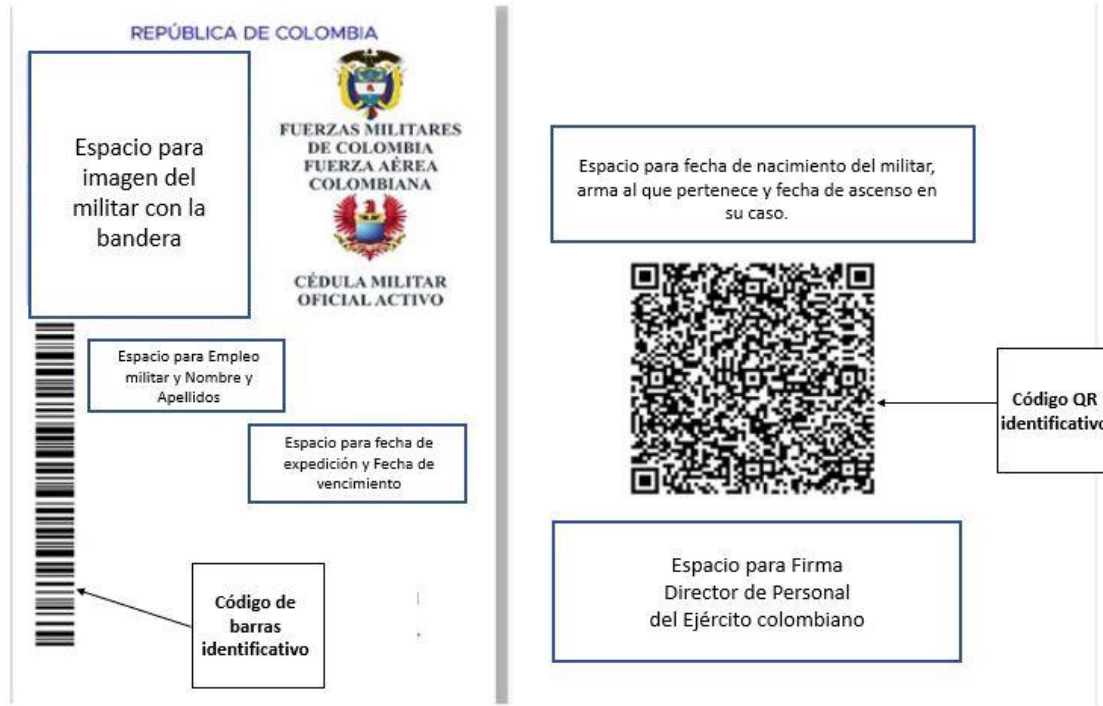


Figura 3 Ejemplo de identificación militar por medio de códigos QR implementado en el Ejército Colombiano. Elaboración propia a través de la información recogida de la fuente CTV Barranquilla.

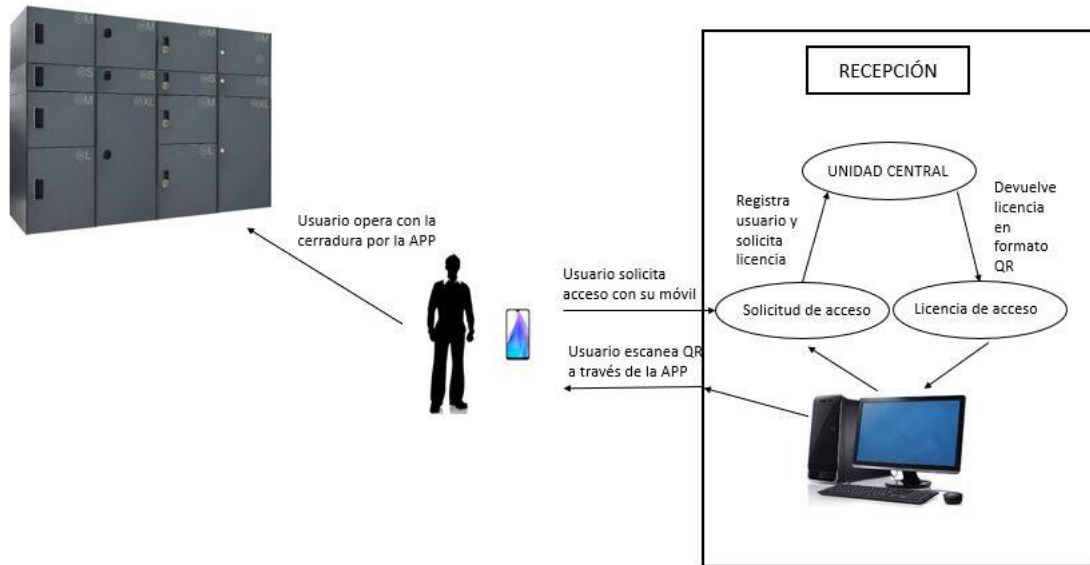


Figura 4 Patente registrada de sistema de desbloqueo de cerraduras por medio de códigos QR. Elaboración propia a través de la información recogida en Patentscope (Gómez Santamaria & Salozabal Ibarra, 2020).

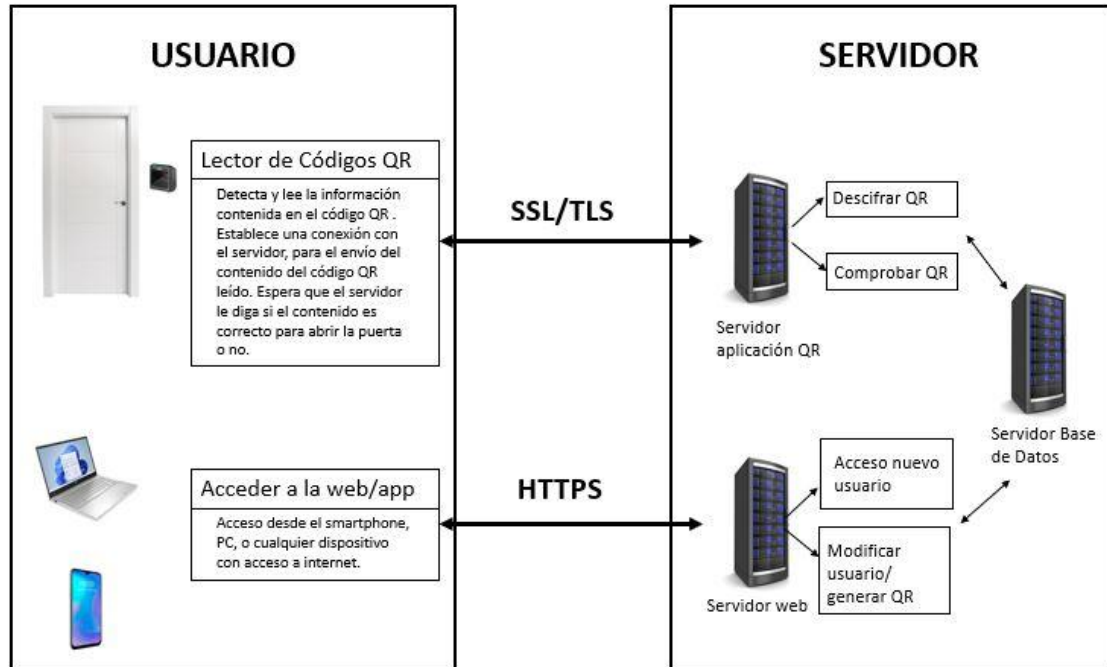


Figura 5 Patente registrada de sistema de apertura de puertas por medio de códigos QR. Elaboración propia a partir de la información recogida en Patentscope (Code-Scanning door opener, 2018).



4. Desarrollo: Análisis y resultados

4.1 Sistema actual de gestión de armamento en la Unidad Garellano 45 y su necesidad de cambio.

4.1.1 Descripción del sistema de armamento actual.

Sobre la base de las ideas previas y antecedentes analizados, la investigación se centró en dos aspectos problemáticos en la Unidad: la gestión de la información del armamento y del material de guerra y el estado de las instalaciones físicas de los depósitos de armamento y de los procedimientos de entrega y recogida del mismo, cuyas características principales se describen a continuación.

La **gestión de la información** consiste en el traspaso de forma orgánica de la misma (por cadena de mando) por lo que en la mayoría de los casos la información no queda reflejada tal y como es. Además, las propias compañías de fusiles no cuentan con un medio homogeneizado de control de la información relativa al armamento, por lo que cada Compañía funciona de una manera diferente. Si bien las novedades importantes deben quedar registradas en SIGLE, las novedades y el control de la información de cara al control dentro de la Compañía no cuenta con una aplicación de estas características.

Por otro lado, respecto a las del armamento, la seguridad actual del depósito de armamento de la Unidad viene marcada por el tipo de armero en el que se aloja el armamento. Actualmente, el proveedor mayoritario del Ministerio de Defensa en cuanto a depósitos de armamento es la empresa "Celtiberia". (Grupo Logístico XVI, Ejército de Tierra, 2009a) (Grupo Logístico XVI, Ejército de Tierra, 2009b) (Estado Mayor, 2009).

Concretamente, el Regimiento de Infantería Garellano 45 cuenta con armeros de tipo CB-Centinela fabricados por esta empresa, que se muestra en la Figura 6. Este tipo de armeros cuentan con dos puertas plegables, con orejetas para dos candados anticizalla o bien cerradura de tres puntos con bloqueo mediante candado. Además, cuenta con perforaciones en zona trasera e interior para ser atornillado a suelo y pared. Por otro lado, cuenta con tuercas remachadas en un lateral y mecanizados en el lateral contrario para ensamblarse unos a otros en las armerías, como se encuentran en el depósito de armamento de la Unidad. En la Figura 7 se muestran las características del armero, mientras que en la Figura 8 las del fusil HK-G36 E, fusil empleado por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y que se aloja en estos armeros.

Además, los depósitos de armamento cuentan con la seguridad necesaria marcada en la Orden INT/314/2011. Es decir, cuentan con paredes de grado de seguridad 2 de la Norma UNE EN 1143-1 y con una puerta de acceso al depósito blindada con una clase de resistencia V de la Norma UNE-ENV 1627 dotada a su vez de una cerradura de seguridad.



Figura 6 Armero CB-Centinela fabricado por la empresa Celtiberia. Elaboración propia.



Figura 7 Fusil HK G36E con las partes mencionadas en este apartado. Elaboración propia

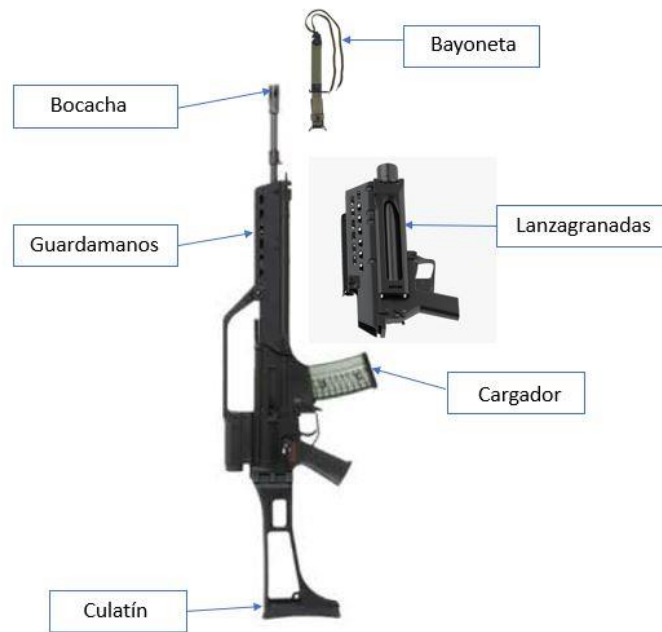


Figura 8 Partes del armero empleado en el Ejército de Tierra. Elaboración propia.

4.1.2 Problemas detectados y posibles soluciones

Como ya se ha comentado, la investigación del trabajo se centró en primer lugar en la identificación de los problemas más importantes del sistema actual de gestión del armamento en la Unidad según la opinión de los actuales encargados de la armería y los pasados responsables. Para tal fin se realizaron una serie de entrevistas estructuradas siguiendo la ficha técnica incluida en la Tabla 1 y el guion mostrado en el Anexo I. Según los resultados de dichas entrevistas los principales problemas a mejorar son **la gestión del tiempo, del personal, de la información y de la seguridad de la armería.**

En primer lugar, cada Compañía cuenta con una armería propia, por lo que la responsabilidad última de la seguridad de estos armeros recae sobre las propias compañías, derivando en mecanismos heterogéneos entre dichas compañías. El no disponer de un sistema homogéneo del procedimiento de seguridad entre las distintas Compañías puede suponer un problema a la hora de normalizar procedimientos en el marco del Regimiento o Batallón.

Por otro lado, una de las medidas de la seguridad actual es la disposición de una puerta blindada en la entrada del armero y de respectivas puertas en cada compañía. El problema en este caso es que sólo un reducido número de personas disponen de dichas llaves, por lo que, si no se encuentra disponible este personal, el armamento será inaccesible.

Además, una vez abierta cada puerta, el personal de la Unidad pasa de uno en uno a recoger el armamento. Al tratarse de tres Compañías recogiendo armamento al mismo tiempo, el proceso se alarga en el tiempo de manera innecesaria. Incluso durante el último año el proceso se ha vuelto más lento, ya que las medidas COVID en la Unidad obligan tanto a dejar espacio interpersonal como a solo autorizar la entrada al armero a dos personas, que se encargan de repartir desde dentro el armamento a cada militar. Este proceso, teniendo en cuenta que a su vez cada fusil es depositado en un hueco con cerradura propia y que debe ser abierta por los dos militares encargados de repartir desde dentro los fusiles, conlleva bastante



tiempo. Por este motivo, las pérdidas de tiempo a la hora de recoger y entregar armamento son excesivas.

Así mismo, no todos los militares de la Unidad pueden acudir a recoger armamento en el momento autorizado por la Unidad, por lo que la armería debe permanecer abierta durante un tiempo demasiado largo, obligando a dejar a personal encargado de controlar la seguridad de la armería mientras permanece abierta y sin la seguridad de las puertas.

En cuanto a los procedimientos de control y transmisión de las novedades del armamento, el sistema es orgánico de cada Sección hasta llegar a un encargado de la armería, quien o bien se lo transmite al Teniente responsable de la armería o bien gestiona él mismo la novedad recibida. Es decir, si un Soldado sufre una novedad con su fusil como por ejemplo la rotura del culatín del arma, este debe comunicárselo a su Cabo, que a su vez deberá comunicárselo a su Sargento y este a su vez a su Teniente. Este procedimiento muchas veces deriva en una pérdida total o parcial de la información, aumentando el tiempo y el personal en transmitir y reparar la novedad.

Además de identificar los principales problemas a resolver, los resultados de las entrevistas permitieron plantear posibles soluciones para solucionarlos. En concreto, las medidas propuestas incluyeron **la digitalización de la información para su transmisión y la creación de un nuevo procedimiento de apertura de armeros mediante códigos QR**. Además, se propusieron medidas sobre cómo eliminar los procedimientos implementados para cumplir con las medidas restrictivas del Covid-19.

Para conocer la opinión general de la Unidad con respecto a estos cambios potenciales, se creó a continuación un modelo de encuesta que se pasó a 20 militares de diferentes Compañías y Secciones con la experiencia suficiente para conocer la opinión general del resto de militares y el funcionamiento de los procedimientos actuales dentro de la Unidad. La ficha técnica de dicha encuesta se incluye en la Tabla 2 mientras que las preguntas realizadas y las respuestas recogidas se muestran en el Anexo II. Tras el análisis de los resultados de las encuestas, se constató que el 75% de los encuestados consideran que el método actual de gestión de la armería tiene demasiados fallos y es necesario añadir cambios. En cuanto a estos cambios, tanto la digitalización de la información (80%) como la creación de un nuevo sistema de recogida de armamento por medio de códigos QR (70%) fueron elegidos por la mayoría de los encuestados como los mejores métodos a implementar para optimizar los procedimientos de la unidad. Estos resultados (poco representativos frente al total del universo de estudio), sumados a la opinión de los militares que se ha recogido en las entrevistas junto con sus valoraciones personales subjetivas, y sumados a la información subjetiva que se poseía previamente a la realización del trabajo tanto de las valoraciones acerca de los procedimientos actuales en las Compañías del ET, como de la tendencia de las Unidades a aceptar nuevos cambios para su modernización, hacen llegar a la conclusión de que **la implementación de estos proyectos (que se desarrollan en las secciones siguientes) gozaría de gran aceptación dentro de la Unidad**.

4.2 Proyecto de mejora del sistema de gestión de armamento para la Unidad Garellano 45.

El sistema estudiado, como se ha visto en los objetivos del trabajo, consta de tres partes:

1. Diseño de un sistema digital que permita realizar un control del armamento de cada pequeña unidad (Pelotón, Sección o Compañía) y que a su vez sea capaz de abordar un seguimiento completo de cada material, tanto las novedades que ha sufrido como cuanto ha sido usado y por quién, como se detallará en el apartado 4.2.1.



2. Diseño de un proyecto para mejorar la seguridad de los depósitos de armamento, optimizando el procedimiento de entrega y recogida del material. Consistirá en armeros con detectores de códigos QR, como se detallará en el apartado 4.2.2.
3. Estudio de la viabilidad del proyecto dentro las unidades, poniendo especial atención en el ámbito de la seguridad y al aspecto económico. Se detallará en el apartado 4.2.3.

Finalmente, se ha añadido un último apartado para explicar las medidas de seguridad que se han implantado en ambos diseños (4.2.1. y 4.2.2.), ya que se manejará información sensible. Se detallará en el apartado 4.2.4.

4.2.1 Diseño de la Base de Datos

La implementación de un programa informático en las Compañías del Regimiento "Garellano" 45 tiene como objetivo almacenar toda la información relativa al material depositado en la armería, ordenar dicha información y optimizar el control y seguimiento del material.

Para su consecución, se han seguido los dos pasos que se detallan a continuación:

A. El diseño de una Base de Datos capaz de almacenar la información que demandan los encargados de la armería

B. La creación de un programa informático capaz de emplear esta Base de Datos de un modo intuitivo y eficaz para la implementación del sistema en las Unidades. Este programa debe ser capaz de almacenar la información introducida en la Base de Datos y de acceder a ella mostrando lo que se solicite.

A. En un primer momento, se ha diseñado una base de datos en *MySQL Workbench*, con la capacidad de almacenar la información que los expertos en la armería consideraban necesaria y que reflejaron en las entrevistas realizadas. El diseño de la Base de Datos se muestra en la Figura 9.

Este diseño está constituido por seis tablas, la de armamento, la de novedades, la de reparaciones previas, la de armero, la de datos de uso y la de militar, explicadas a continuación:

Armamento: La más importante para nuestro programa. Para cada armamento se deberá introducir su número identificativo (Clave primaria), el tipo de armamento (fusil, ametralladora, etc.) el año de fabricación del lote, el modelo (HK, MG4, etc.), la Sección a la que pertenece el arma y el número de armero en la que está depositada (clave foránea de la tabla armero).

A su vez, la tabla **Armamento** tiene una relación uno a uno con la tabla **Armero**, es decir, a cada armamento le corresponde un armero donde puede ser depositado.

Armero: contiene la información del número de armero (clave primaria), pasillo de la armería donde se encuentra y, si hubiese más de una armería en la unidad, en cuál de ellas se encuentra.

Por otro lado, la tabla **Armamento** mantiene una relación uno a muchos con las tablas **Novedades** y **Reparaciones Previas**. Es decir, un mismo armamento puede tener muchas novedades y reparaciones, pero las novedades y reparaciones pertenecen a un único armamento.

Novedades: Contiene la información del ID identificativo de la novedad (clave primaria), la descripción de la novedad, si la novedad ha sido reparada o no y el número del arma al que pertenece la novedad (clave foránea perteneciente a la tabla Armamento).



Reparaciones Previas: Contiene la información del ID identificativo de la reparación previa (clave primaria), la descripción de la reparación y el número del arma al que pertenece la reparación (clave foránea perteneciente a la tabla Armamento).

Por último, la tabla **Armamento** mantiene una relación muchos a muchos con la tabla **Militar**, obligando a que se cree una nueva tabla: **Datos de Uso**. Es decir, un armamento puede ser usado por muchos militares, y un militar puede usar muchos armamentos. Esta información viene recogida en los datos de uso.

Militar: Contiene la información del nombre del militar, el empleo, el DNI y su TIM (clave primaria).

Datos de Uso: Contiene la información del número de armamento, la TIM del militar que lo ha usado (ambas son claves primarias y foráneas), la fecha y demás datos que se pretenda añadir de su uso.

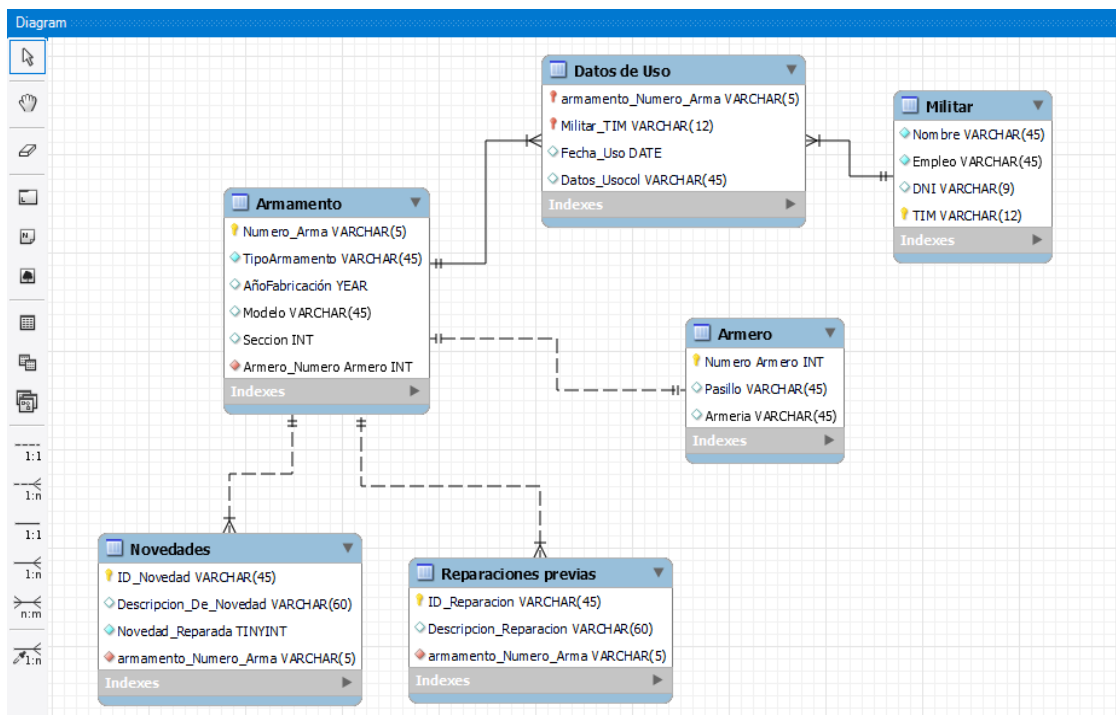


Figura 9 Base de Datos diseñada en MySQL. Elaboración propia



B. En segundo lugar, se ha estudiado la posibilidad de empleo de esta base de datos en la propia Unidad mediante la creación de un programa informático. Para el desarrollo de este programa, se han estudiado dos opciones:

➤ **La primera opción**, programar por medio de lenguaje PASCAL un programa capaz de solicitar al usuario la información necesaria para rellenar la Base de Datos diseñada en MySQL *Workbench* explicada anteriormente. Para su realización, se ha utilizado el programa *Geany* para crear el código informático mostrado en la Figura 10.

Al compilar este código en el programa *Geany*, el programa se inicia interrogando en número de armas que desea introducir y esperando que el usuario introduzca los datos.

Es decir, comienza preguntando las armas que se desean introducir para guardarlas en la base de datos. Posteriormente continuará preguntando la información necesaria: Tipo de arma, modelo, año de fabricación, sección a la que corresponde y armero donde se guarda por cada arma que se desea introducir, como se muestra en la Figura 11. Las respuestas que el usuario debe introducir están subrayadas en color rojo en esta figura. Una vez las respuestas son introducidas, el programa almacena la información.

Sin embargo, se ha analizado la posible implementación en la Unidad de este programa informático mediante herramientas como el análisis DAFO. Tras esto, se ha deducido que su implementación sería complicada, ya que presenta numerosas debilidades y amenazas de difícil solución como para poder ser utilizado en las Unidades convencionales. Por ejemplo, el encargado de la gestión del programa debe conocer la programación en lenguaje *Pascal* y el manejo e instalación del programa *Geany*, además se necesitan ordenadores compatibles con el programa, lo que sería muy complicado de implementar en la Unidad. Por otro lado, la seguridad del programa no sería suficiente para tratar información sensible. La Figura 12 muestra el análisis DAFO de esta opción.



```
1  {
2
3
4  Descrip.: Programa que pregunta el modelo del armamento (Fusil,
5  ametralladora o material), el modelo, el año de fabricacion, la
6  seccion y el armero donde se encuentra. Posteriormente almacena esta
7  informacion y lo muestra en la pantalla para ser comprobado.
8  Realiza esta operación tantas veces como el numero de armamento
9  que se pretende introducir.
10 }
11
12
13 program Rellenar_BasedeDatos;
14 const
15   MAX = 10000;
16
17 type
18   tModeloArma = (Fusil, Ametralladora, Material);
19   tArma = record
20     tipoArma : tModeloArma;
21
22     Modelo: string;
23     anyoFabricacion : integer;
24     Seccion : real;
25     Armero : real;
26   end;
27
28   tArmeria = record
29     a : array [1..MAX] OF tArma;
30     b : 0..MAX;
31   end;
32
33
34 procedure inicializarArmeria (var armeria : tArmeria);
35 begin
36   armeria.b := 0;
37 end;
38
39 procedure creaNuevaArma (var arma: tArma);
40
41 begin
42   write('Tipo de arma (Fusil/Ametralladora/Material)? : ');
43   readln(arma.tipoArma);
44   write('Modelo? ');
45   readln(arma.modelo);
46   write('Anyo de fabricacion? ');
47   readln(arma.anyoFabricacion);
48   write('Seccion? ');
49   readln(arma.Seccion);
50   write('Armero: ');
51   readln(arma.Armero);
52 end;
53
54 procedure insertaArma (var Armeria : tArmeria; const arma : tArma; var p : boolean);
55 begin
56   p := false;
57
58   if (Armeria.b < MAX) then
59     begin
60       armeria.a [armeria.b + 1 ] := arma;
61       armeria.b:= (armeria.b + 1 );
62       p:= true;
63     end;
64 end;
65
66
67
68
69 procedure imprimeArma (const arma : tArma);
70 begin
71   writeln('Tipo de arma: ', arma.tipoArma);
72   writeln('Modelo: ', arma.modelo);
73   writeln('Anyo de fabricacion: ', arma.Anyofabricacion);
74   writeln('Seccion: ', arma.seccion:0:2);
75   writeln('Armero: ', arma.armero:0:2);
76 end;
77
78
79 var
80 p:boolean;
81 armeria:tArmeria;
82 A:tArma;
83 b:integer;
84 num:integer;
85 BEGIN
86   inicializarArmeria(armeria);
87   repeat
88     write('Cuántas armas desea introducir? ');
89     readln(num);
90     until (num>0);
91
92     writeln('El usuario va a introducir ',num,' armas en la armeria ');
93
94   for b:=1 to num do
95     begin
96       writeln('Informacion arma',b);
97       creaNuevaArma (A);
98       insertaArma (armeria,A,p);
99       imprimeArma (A);
100    end;
```

Figura 10 Código en Pascal para su posible integración con la base de datos. Elaboración propia.



```
C:\WINDOWS\SYSTEM32\cmd.exe
Cuántas armas desea introducir?: 2
El usuario va a introducir 2 armas en la armería
Información arma1
Tipo de arma (Fusil/Ametralladora/Material)?: Fusil
Modelo?: HK
Año de fabricación?: 2002
Sección?: 1
Armero: 22
Tipo de arma: Fusil
Modelo: HK
Año de fabricación: 2002
Sección: 1.00
Armero: 22.00
Información arma2
Tipo de arma (Fusil/Ametralladora/Material)?: Ametralladora
Modelo?: MG4
Año de fabricación?: 2005
Sección?: 2
Armero: 14
Tipo de arma: Ametralladora
Modelo: MG4
Año de fabricación: 2005
Sección: 2.00
Armero: 14.00
-----
(program exited with code: 0)
Presione una tecla para continuar . . .
```

Figura 11 Funcionamiento del programa creado en Geany. Elaboración propia.



Figura 12 Análisis DAFO implementación programa Pascal. Elaboración propia.

Por este motivo se ha estudiado una segunda opción de implementación de la base de datos en las Unidades de fusiles convencionales.

➤ **La segunda opción,** consiste en enviar el diseño de la base de datos al programa Libre Office, instalado ya en la mayoría de los ordenadores de las Unidades y en caso contrario, de fácil instalación para cualquier ordenador.

El diseño de la base de datos en Libre Office se muestra en la Figura 13.

Una vez implementada la base de datos ya diseñada en el nuevo programa, se han diseñado las plantillas para la creación de los formularios que se deben rellenar para almacenar la información en la Base de Datos. De este modo, se logra un sistema bastante



intuitivo para rellenar la información. Este sistema será el que utilice el encargado de gestionar dicha información para su almacenamiento en la base de datos.

Además, en las Figuras 14 y 15, se muestran dos de los formularios creados a modo de ejemplo para ser rellenados de forma intuitiva por el usuario.

Una vez se rellenen los formularios, la información se almacena automáticamente en la base de datos. Esto permite ordenar o filtrar la información de modo instantáneo, logrando optimizar el seguimiento y control del armamento y material que se deposite en la armería.

Para consultar esta información, se han diseñado unos informes automáticos que se van actualizando cada vez que se introduce nueva información. Para estos informes se ha elegido qué información mostrar por pantalla. Una vez la base de datos contiene la información requerida tras rellenar los formularios creados, el encargado de la armería es capaz de consultar esta información por medio de los informes que se han elaborado en el trabajo en LibreOffice. Estos informes, permiten mostrar cualquier información de la base de datos y con cualquier orden.

En la Figura 16, en el informe, se agrupa el armamento por su número de identificación, y dentro de cada armamento, las novedades se agrupan por su ID de identificación, mostrando para cada novedad una descripción, el número del armero donde se guarda dicho armamento y por último si la novedad ha sido ya solventada o no. Por lo tanto, este informe conecta con las tablas de la Base de Datos Armamento, Novedades y Armero.

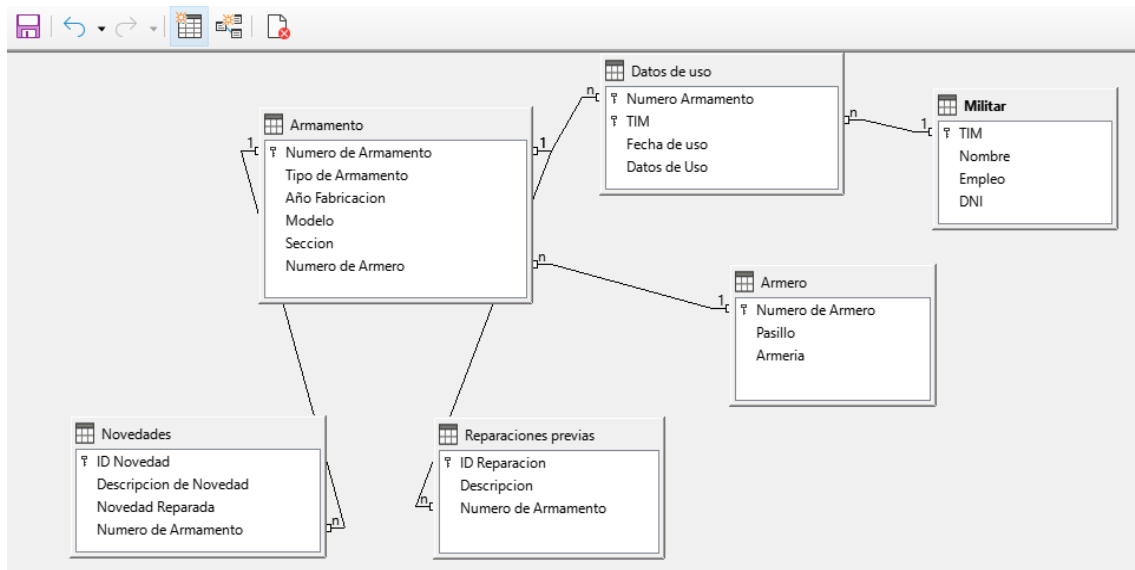


Figura 13 Base de Datos diseñada con el programa LibreOffice. Elaboración propia.



A screenshot of a LibreOffice form titled 'Formulario creado con LibreOffice para rellenar la información del armamento depositado en la armería. Elaboración propia.' The form contains the following fields:

Numero de Armamento	58424	Seccion	2
Tipo de Armamento	Fusil	Numero de Armero	1
Año Fabricacion	22/10/02		
Modelo	HKG36E		

Figura 14 Formulario creado con LibreOffice para rellenar la información del armamento depositado en la armería. Elaboración propia.

A screenshot of a LibreOffice form titled 'Formulario creado con LibreOffice para rellenar las novedades del armamento. Elaboración propia.' The form contains the following fields:

ID Novedad	4004
Descripción de Novedad	Se ha roto el culatín del fusil
Novedad Reparada	<input checked="" type="checkbox"/>
Numero de Armamento	58358

Figura 15 Formulario creado con LibreOffice para rellenar las novedades del armamento. Elaboración propia.



Sección 1			
Numero de Armamento	58000		
ID Novedad	4006		
Descripcion de Novedad	Falta pavimentado		
Numero de Armero	50	Novedad Reparada	FALSO
Numero de Armamento	58344		
ID Novedad	4020		
Descripcion de Novedad	Embolo desgastado		
Numero de Armero	48	Novedad Reparada	FALSO
ID Novedad	4030		
Descripcion de Novedad	Bocacha atascada		
Numero de Armero	48	Novedad Reparada	VERDADERO
Numero de Armamento	58358		
ID Novedad	4004		
Descripcion de Novedad	Se ha roto culatín del fusil		
Numero de Armero	49	Novedad Reparada	FALSO

Figura 16 Informe creado con LibreOffice sobre las novedades del armamento que tiene la Sección 1. Elaboración propia.

Para estudiar la implementación de este sistema, de nuevo se ha recurrido a un análisis DAFO. Tras realizar el análisis, se ha concluido que este sistema, por su fácil implementación en las unidades y su manejo intuitivo, se ajusta a las demandas de las Unidades como el Regimiento de Infantería Garellano 45. Además, las posibilidades que ofrece de seguimiento y control son adecuadas a lo demandado, ofreciendo acceso instantáneo a toda la información que se introduzca en la base de datos diseñada. Este análisis viene reflejado en la Figura 17.



Figura 17 Análisis DAFO implementación programa LibreOffice. Elaboración propia.



Tras comparar el primer y segundo sistema, se ha llegado a la conclusión de que implementar el sistema LibreOffice para la creación del programa informático y posibilitar el empleo de la base de datos en la Unidad es la mejor opción, en detrimento del sistema alimentado por la programación en Pascal mediante *Geany* o de no implementar ninguno. Esto es debido a que el programa desarrollado en el trabajo presenta las condiciones necesarias para su implementación en las unidades. Por un lado, no es necesario su instalación o, de tener que hacerlo, sería sencillo para cualquier ordenador. Además, el manejo de la aplicación a la hora de rellenar datos mediante los formularios creados en el trabajo es bastante sencillo.

La información más relevante de la armería se puede consultar mediante los informes automáticos que se han diseñado en el trabajo y se han mostrado en este apartado, o incluso se podría crear nuevos informes si se tiene conocimientos del programa. Sin embargo, este programa necesitaría controlar la accesibilidad a la información para aumentar su seguridad, lo que se estudiará en el apartado 4.2.3.

4.2.2 Diseño e implementación de armeros con códigos QR.

Este proyecto consiste en la implementación de un sistema basado en códigos QR con el objetivo de mejorar la seguridad de los depósitos de armamento y optimizar el procedimiento de recogida y entrega del material.

En la Figura 18 se muestra, a modo de ejemplo, el diseño del funcionamiento general del proyecto. Posteriormente se procede a explicar cada parte de este diseño.



Figura 18 Esquema de funcionamiento método de códigos QR. Elaboración propia.



En un primer momento, el militar se acercará con el código QR instalado en su chapa de identificación militar al detector instalado en cada armero correspondiente a un fusil.

- A continuación, el detector leerá el código QR y mediante una conexión segura SSL/TLS, con el objetivo de que la información no sea interferida, se conectará con el servidor QR.
- Este servidor, suministrado por una empresa de códigos QR, tendrá la capacidad de conectarse con la base de datos diseñada en el primer apartado, a la que se le añadirá una modificación, como se muestra en la Figura 19. Se añade a la base de datos del apartado 4.2.1. la tabla "QR", con la información de cada número QR y del número de armero, numero de arma, y nombre del militar asociados a ese número QR. Por lo tanto, la base de datos guardará información de todos los códigos QR asociados a la Unidad.
- Una vez conectado el Servidor QR con la Base de Datos, deberá acceder a la información almacenada correspondiente a los códigos QR de la Unidad e identificar si el número QR del código QR introducido en el detector coincide con los que la Base de Datos tiene guardados. La conexión entre el detector, el servidor QR y la base de datos se realizará mediante un software ideado por la empresa de códigos QR (LabelJoy) y corroborado por un ingeniero informático, como se explica en el apartado 4.2.3.2. Análisis de viabilidad técnica. Esta conexión se podrá diseñar mediante lenguaje Pascal siguiendo el código que se muestra en la Figura 20.

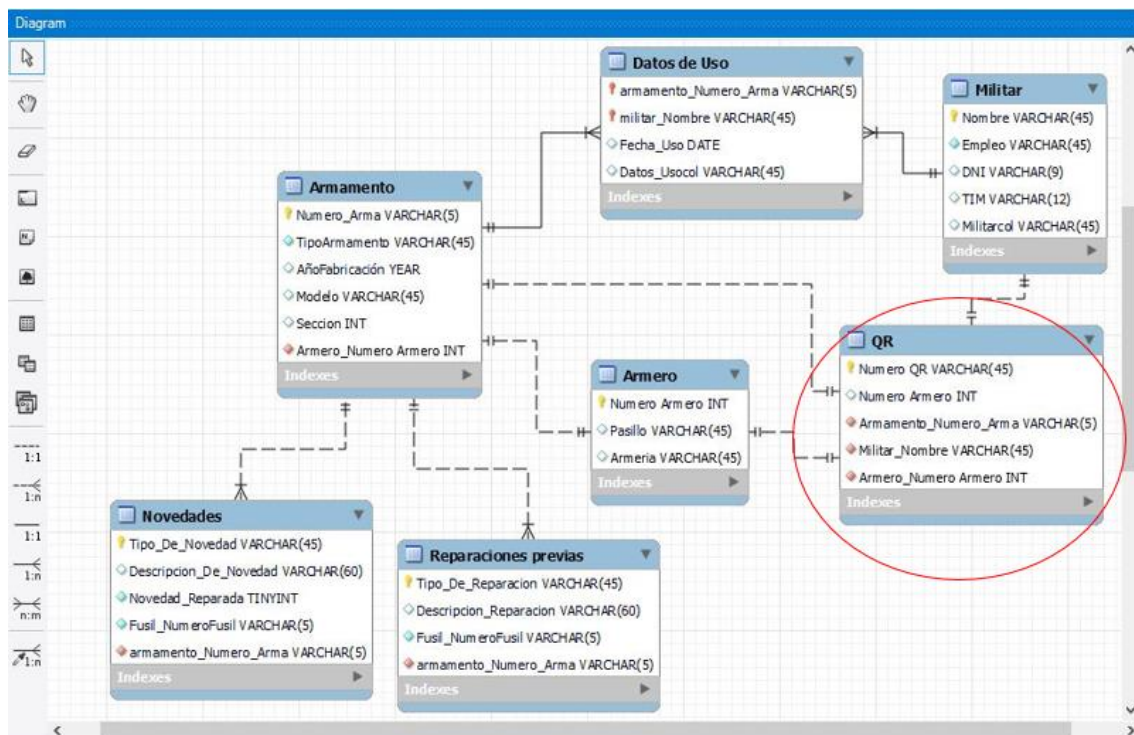


Figura 19 Base de Datos actualizada para guardar información sobre los códigos QR. Elaboración propia.



```
1 {
2   CAC. Miguel Angel Cuevas Mier
3   Descip.: Programa que comprueba si el código QR introducido en el
4   detector coincide con alguno de los que están almacenados en la Base de
5   Datos (Numero QR). En caso afirmativo, la variable booleana "Abierto"
6   toma el valor verdadero(True).
7 }
8
9 program ComprobarBaseDeDatos;
10
11 var
12   CodigoQR:longint;
13   Abierto:boolean;
14
15 begin
16
17   abierto:= false;
18   readln(CodigoQR);
19   if (CodigoQR = NumeroQR) then
20     begin
21       writeln('Código QR Correcto');
22       abierto := true;
23     End
24   else
25     begin
26       writeln('Código QR incorrecto');
27       abierto:= false;
28     End
29   end.
30
```

Figura 20 Ejemplo de programación para comprobar código QR en base de datos. Elaboración propia

Este código toma por defecto el valor de la variable booleana "Abierto" como falso, por lo que ante cualquier fallo del sistema el armero no se abrirá. A continuación, si la variable "CodigoQR", que es la extraída por el detector del código QR una vez el militar acerca su chapa de identificación, coincide con la variable "NumeroQR" que es la guardada por nuestra base de datos, el programa dará el valor verdadero a la variable booleana "Abierto", lo que posibilitará que se abra el armero. En caso contrario, la variable "Abierto" tomara el valor falso. Por lo tanto, si el código QR de la chapa del militar coincide con los guardados en la base de datos, el sistema enviará una respuesta abriendo el armero, y en caso contrario, permanecerá cerrado. Es decir, si el programa logra identificar el código como correcto, el siguiente paso será conectar con el sensor instalado en el propio armero por la empresa contactada. Como se muestra en la Figura 21, el sistema diseñado (G(s)), permitirá que la entrada de la variable "Abierto" como verdadero (R(s)) provoque una respuesta en el sensor (Y(s)) que permita abrir el armero, como se muestra en el esquema de la Figura 21.



Figura 21 Diagrama de una entrada $R(s)$ y una salida $Y(s)$. Elaboración propia

En la Figura 21, la entrada $R(s)$ es la variable “Abierto” con valor verdadero y la salida $Y(s)$ es la apertura del armero por medio del sensor instalado. La función $G(s)$ es nuestro sistema diseñado y la conexión entre el detector del armero, el servidor QR , la base de datos y el sensor que permite la apertura del armero.

En la figura 22 se muestra un diagrama de actividad creado mediante el programa *Visual Paradigm*¹⁷ que resume el funcionamiento del sistema.

Como se ha explicado y se muestra en la Figura 22, el militar inicia el proceso acercando su chapa identificativa con el código QR al detector de códigos QR instalado en el armero. El detector, tras comprobar que se trata de un código QR válido y no de cualquier otro elemento que se acerque al detector, conecta con el servidor QR . El servidor QR , conecta a su vez con la Base de Datos de MySQL y comprueba si el código está guardado en esta base. En caso negativo el proceso finaliza sin la apertura del armero, y en caso positivo el servidor QR conecta con el sensor instalado en el armero, que permitirá su apertura y la retirada del armamento alojado en él.

¹⁷ Programa Visual Padigm: Programa editor de diagramas UML y herramientas ERD esencialmente en el diseño de sistemas y bases de datos.

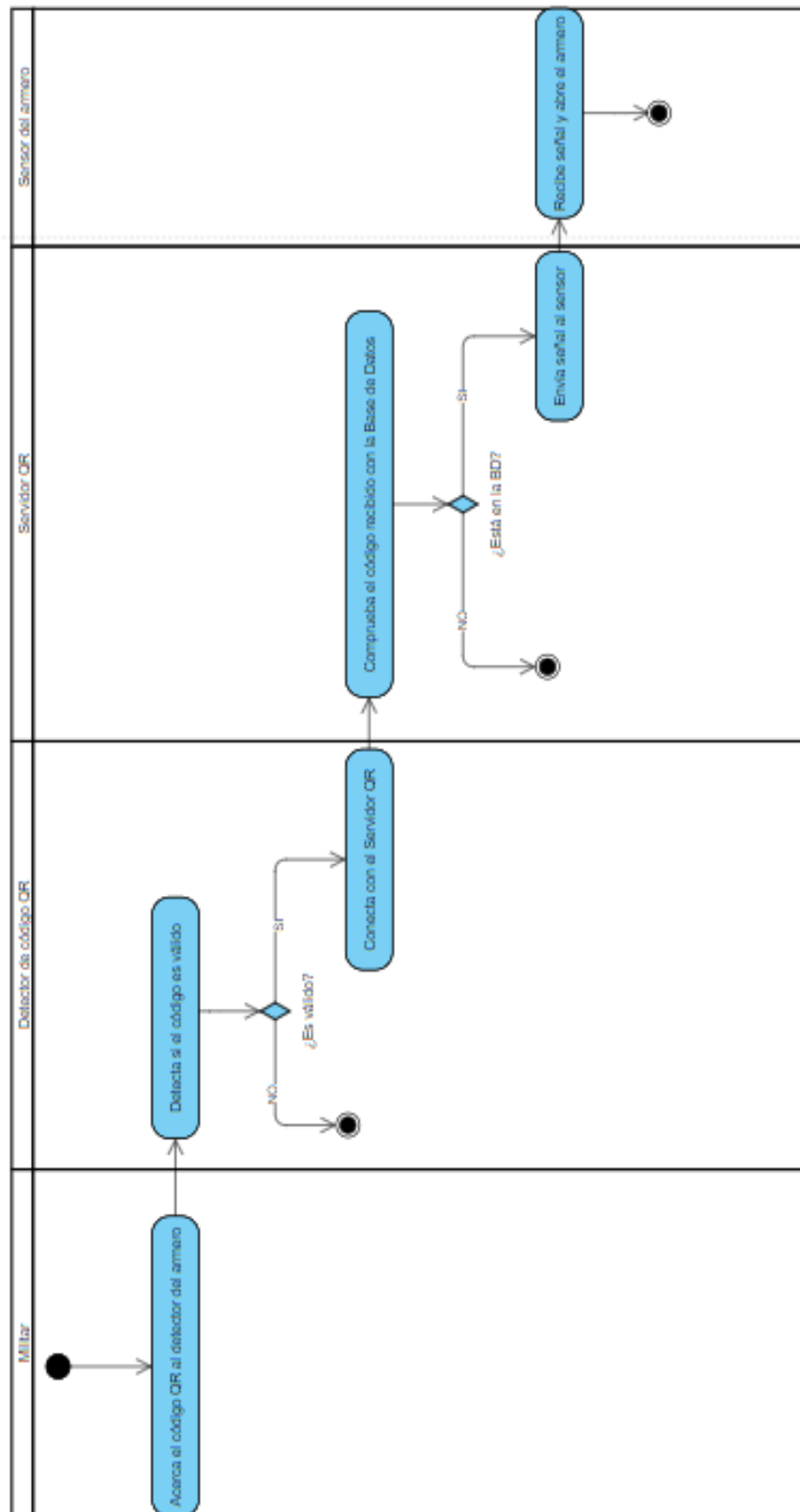


Figura 22 Diagrama de Actividad del armero QR. Elaboración propia.



4.2.3 Estudio de viabilidad

Para el estudio de la posible implementación de los objetivos descritos en los apartados 4.2.1. y 4.2.2., se ha realizado un estudio de viabilidad, contemplando los elementos más críticos para la instalación y el uso en las unidades.

4.2.3.1 Estudio de viabilidad del sistema digital

Se ha realizado un análisis de viabilidad bastante breve del sistema digital, ya que desde el punto de vista de la viabilidad de su instalación e implementación en la unidad no supondría un gran esfuerzo. Los pasos principales para su consecución serían la firma de autorización por parte de la Unidad para autorizar el sistema y el estudio de la seguridad de este (apartado 4.2.4.).

Desde el punto de vista de la viabilidad técnica, la mayoría de los ordenadores de la Unidad Garellano 45 disponen ya del programa "LibreOffice" para implementar la base de datos y el programa diseñado. Por otro lado, en caso de que no tengan ya incorporado este programa, su instalación es sencilla, por lo que no supondría mayor problema.

Por lo tanto, para la planificación del proyecto únicamente habría que tener en cuenta dos hitos antes de comenzar con el servicio: La firma de autorización del sistema por parte de la unidad y la instalación de programa (en caso de no estar ya instalado) para cargar la base de datos y las demás partes diseñadas.

4.2.3.2 Estudio de viabilidad del proyecto de armeros con detector QR

Para el desarrollo del proyecto se han contemplado diferentes factores con el fin de estudiar la viabilidad real de implementación del proyecto. Se ha comenzado por un análisis de viabilidad técnica, continuando con la planificación del proyecto, con un análisis de *stakeholders*, un análisis de costes, y finalizando con un análisis de riesgos.

- **Análisis de viabilidad técnica:**

Para llevar a cabo técnicamente el proyecto, se contactará con tres empresas especializadas en cada ámbito:

La primera, *Caixes Puigvert*, encargada de la instalación técnica del armero. Esta empresa ofrece identificación y apertura del armero por medio de códigos QR, alarma sonora para evitar excedidos en el tiempo de apertura, registro del momento de depósito y retirada del arma y funciones del *software* que se conectarán con la empresa generadora de códigos QR. Por lo tanto, esta empresa proporcionará el armero con el detector de códigos QR y el sensor de apertura.

La segunda empresa que se contactará será la de *software* de etiquetas de código QR *LabelJoy*, que se encargará de gestionar y crear todos los códigos necesarios para el personal de la unidad, estableciendo un código a cada uno y conectándolo con la base de datos creada en MySQL. De este modo, todos los códigos QR creados estarán almacenados en la Base de Datos. Además, será la encargada de serigrafiar los códigos en las chapas identificativas.

Para comprobar las conexiones del detector de lectura QR y del sensor de apertura del armero de *Caixes Puigvert* con el servidor QR de *LabelJoy* y con la Base de Datos de MySQL, se contactará con un ingeniero informático, con el propósito también de reforzar la seguridad en la transmisión de estos datos.



Por último, se contactará con la empresa *Armysoft* para realizar el pedido de chapas identificativas militares, para posteriormente imprimir cada código QR sobre estas por la empresa *LabelJoy*.

Las instalaciones actuales del armero de la Unidad cuentan con las características técnicas necesarias para implementar estas propuestas.

- **Planificación del proyecto:**

Se han identificado las necesidades a la hora de realizar el proyecto y se han transformado en requisitos formales. Estos requisitos a su vez están divididos en tareas secundarias (hitos) para facilitar la supervisión y control del proyecto y cumplir los objetivos fijados.

Todo esto, se muestra a continuación en la Estructura de Desglose del Trabajo y en el Diagrama de Gantt.

- **Estructura de Desglose del Trabajo (EDT):**

Se ha realizado una EDT en función de los requisitos programados y dentro de estos de sus respectivos hitos para su consecución. La misma se muestra en la Figura 23. Los requisitos completados se muestran en color verde, mientras los que están pendientes se muestran en color amarillo. Los hitos de los que se compone cada requisito programado se muestran en color azul.

Los requisitos programados son:

- Obtención de presupuestos y comparación de empresas (ya completado).
- Instalación del armero con sensor y detector QR.
- Implementación de la Base de Datos en MySQL.
- Implementación de un Servidor QR conectado con la Base de Datos en MySQL y con el detector y sensor del armero.
- Comprobación de la conexión entre el Servidor QR, la Base de Datos y el armero.
- Adquisición de chapas de identificación militar.
- Impresión de los códigos QR sobre las chapas de identificación militar.
- Gestión de códigos QR.

De este modo, el control y seguimiento del trabajo será más fácil tras comprobar la realización de cada hito y poder controlar el proyecto paso a paso.

- **Diagrama de Gantt**

Para la estimación de la duración de las tareas o entregables definidas en la Estructura de Desglose del Trabajo, se ha empleado el análisis conocido como *Program Evaluation Review Technique* (PERT). Este análisis consiste en determinar qué tarea está supeditada a otra. De este modo podemos saber que tarea debe completarse primero para poder dar paso a la siguiente y así estructurar la realización del trabajo para emplear el mínimo tiempo posible. Tras realizar este análisis, se ha obtenido la duración estimada de cada tarea tras consultar a cada empresa responsable de cada hito mencionada anteriormente. Para la instalación del armero se consultó a la empresa *Caixes Puigvert* estimando una duración de 16 días. Para la implementación de la Base de Datos en la Unidad y que tenga la posibilidad de ser conectada con las demás partes del proyecto se consultó a un ingeniero informático, estimando esta duración en 6 días. Para la implementación del servidor QR conectado con la Base de Datos y con el detector y sensor instalados en el armero de *Caixes Puigvert* se contactó con la empresa



de servidor *QR LabelJoy*, estimando la duración de esta tarea en 10 días. Para la comprobación de la conexión del sistema y de las distintas medidas de seguridad de esta conexión se ha contactado nuevamente con el ingeniero informático estimando esta duración en 3 días. Para la adquisición de las chapas de identificación militar se consultó a la empresa *ArmySoft*, estimando la duración del pedido en 7 días. Por último, para la impresión de los códigos *QR* en las chapas de identificación se contactó con la empresa *LabelJoy* de nuevo, estimándose la duración en 4 días. De este modo, contando con el análisis PERT y contactando con cada empresa para la estimación de la duración de cada tarea, se ha podido realizar el Diagrama de Gantt como se muestra en la Figura 24, en el que queda representado la duración de cada hito y qué tarea debe completarse inicialmente para dar paso a la siguiente.

Como indican las flechas, muchas tareas no pueden comenzar hasta la consecución de la anterior, por lo que mediante este diagrama se ha estimado la duración total desde el inicio del proyecto hasta el final de este. Si el comienzo es el 11 de enero, el 25 de febrero estará completado. En el diagrama las líneas verticales corresponden a cada día dentro de la realización del proyecto.

Por lo tanto, en el siguiente diagrama se muestra la duración estimada de cada requisito (estos requisitos son los definidos previamente en la EDT). Las flechas indican la dependencia de unas tareas con respecto a otras, ya que no se empezará una sin haber completado la anterior. Tras la realización del diagrama, se ha estimado **que la duración del proyecto será de 45 días desde su comienzo.**

- **Análisis de stakeholders o grupos de interés:**

En un primer momento, en las encuestas realizadas y descritas en el apartado “2.3 METODOLOGÍA”, se ha estudiado qué grupos de interés están a favor y en contra de la implantación de nuevos armeros inteligentes que aumenten la seguridad de las instalaciones y que agilicen los procedimientos actuales que se llevan a cabo en la armería. A pesar de que la muestra escogida de 20 militares es reducida comparándola con el universo de estudio, estos militares seleccionados eran conocedores de la opinión general del resto de sus compañeros, coincidiendo con los resultados obtenidos. Además, con la información subjetiva que se contaba previa a la elaboración del trabajo acerca de la valoración positiva del personal de la Unidad sobre la introducción de nuevos cambios digitales que optimicen los procedimientos de las Compañías, se puede deducir que la opinión mayoritaria en la Unidad es a favor de la instalación de este proyecto.

Además, se ha estudiado los grupos de interés del proyecto o *stakeholders*, con la finalidad de identificarlos y actuar según la capacidad y el interés que estos poseen en el proyecto.

Para ello, se ha elaborado el cuadro de *stakeholders* que se muestra en la Figura 25.

Como se muestra en la Figura 25, encontramos en el proyecto tres actores clave, es decir, tres grupos cuyo poder e interés en el proyecto es elevado, por lo que les deberemos mantener informados y satisfechos durante la realización de este. Estos son la empresa de armeros inteligentes *Caixes Puigvert*, la empresa de códigos *QR* y el director del proyecto y la S2 de la Unidad, encargada de la seguridad del armero.

Por otro lado, encontramos a tres grupos cuyo interés es alto, pero no tienen poder suficiente para influir en el rumbo del proyecto. Estos son el personal encargado de la armería, el personal con fusil asignado y la guardia de seguridad, por lo que les deberemos mantener informados sobre los cambios del proyecto.



Miguel Ángel Cuevas Mier

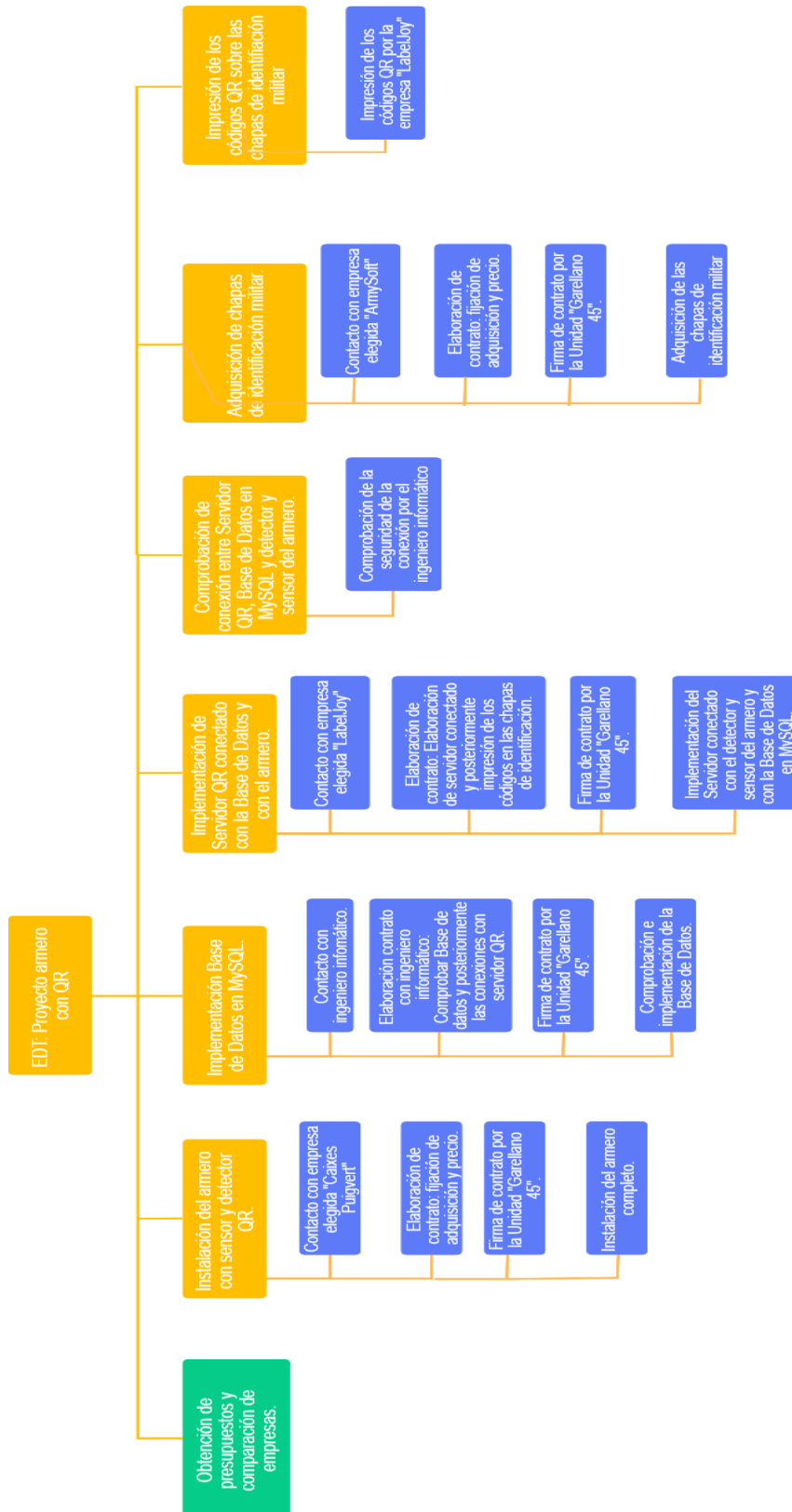


Figura 23 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto con códigos QR. Elaboración propia.

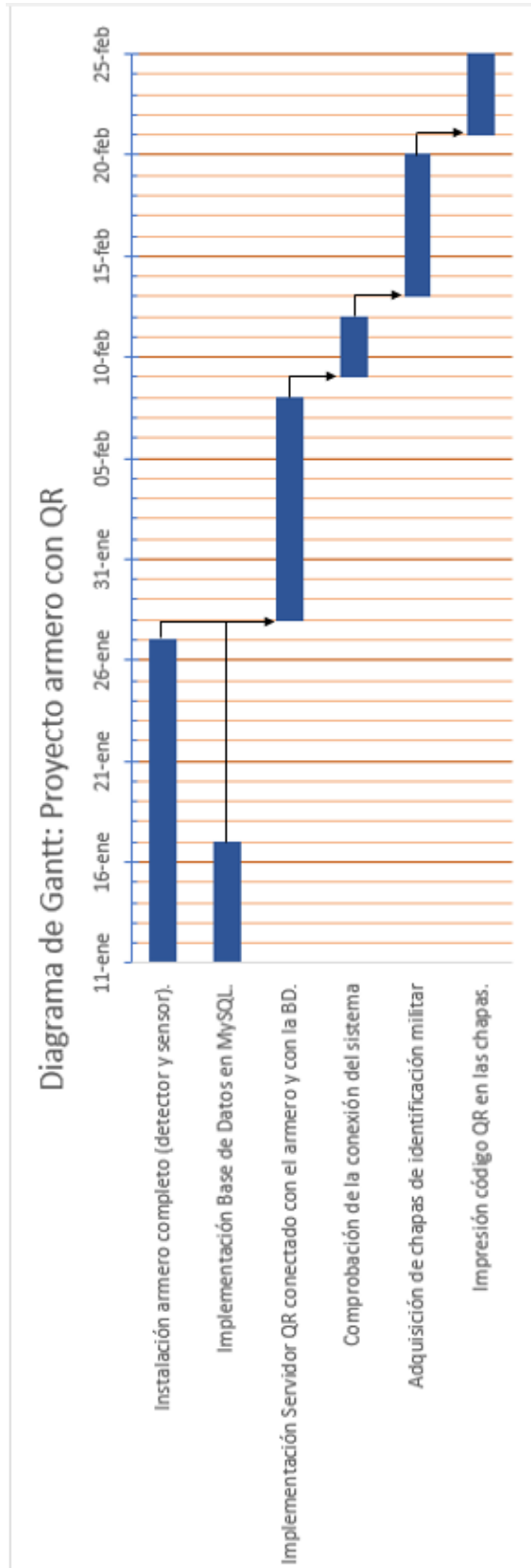


Figura 24 Diagrama de Gantt del proyecto de Sistema QR. Elaboración propia.



Por último, el Coronel y los Cuadros de Mando de la Unidad son grupos con interés bajo y gran poder en el proyecto, por lo que deberemos mantenerles informados.

El resto de personal se ha encuadrado como dentro de personal con interés y poder en el proyecto bajo.

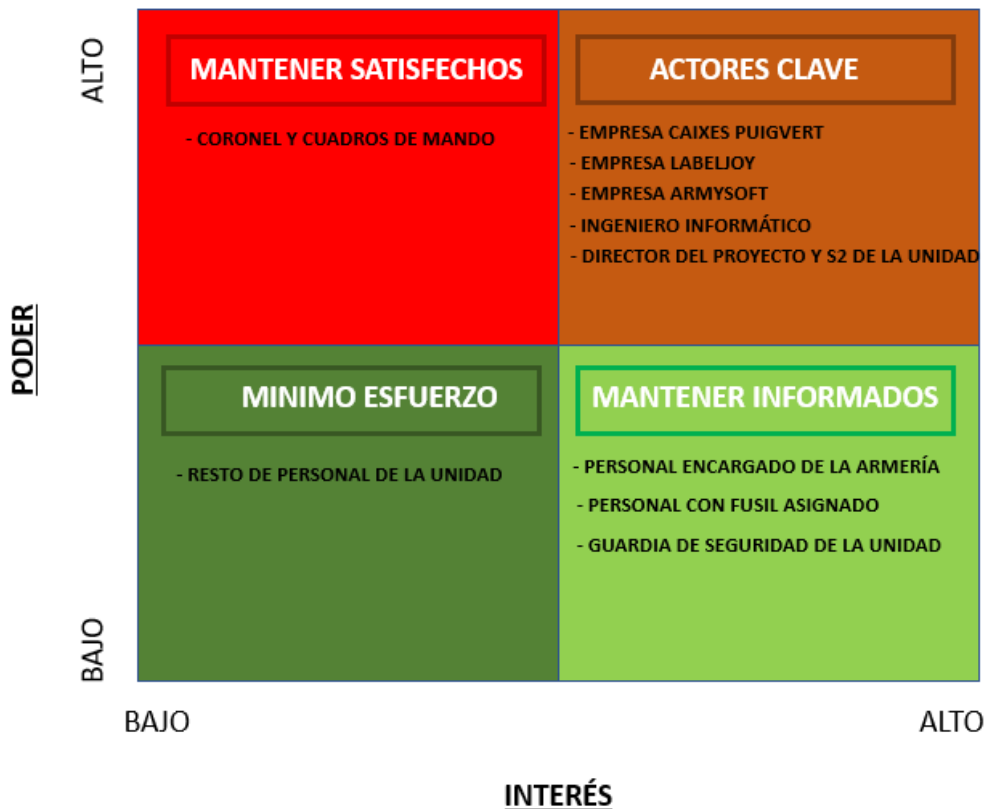


Figura 25 Clasificación de los grupos de interés según el poder y el interés del proyecto. Elaboración propia.

- **Costes:**

Para la realización del proyecto se han estimado los costes para elaborar un presupuesto sobre el que basarnos. La Tabla 3 muestra todos los costes que se han considerado necesarios para lograr la implementación del proyecto en la Unidad.

Al igual que para la estimación de la duración de cada tarea o entregable necesario reflejada en el Diagrama de Gantt, para la estimación de los costes de estos hitos también se ha contactado con cada empresa elegida para la realización de estos. Los hitos reflejados en la EDT y en el Diagrama de Gantt son los siguientes:

- Para la instalación del armero, se contactó con la empresa *Caixes Puigvert*, para lo que se preguntó por la instalación de 150 armeros con detectores y sensores de códigos QR (suficientes para la una Compañía de fusiles) por un presupuesto de 92.000€.



- Para la implantación de la Base de Datos y para comprobar y aumentar la seguridad de las comunicaciones entre las diferentes partes del proyecto, se contactó con un ingeniero informático, obteniéndose el presupuesto de 1.000€.

- Para la implementación del servidor *QR*, conectado con la Base de Datos y con el sensor y detector *QR* de los armeros, se contactó con la empresa *LabelJoy* obteniéndose un presupuesto de 1.000€.

- Para la adquisición de 150 chapas identificativas militares se preguntó a la empresa *ArmySoft* obteniéndose un presupuesto de 1.000€.

- Por último, para la impresión de los códigos *QR* sobre las chapas identificativas, se contactó nuevamente con la empresa *LabelJoy*, por un valor adicional de 600€.

Además de los costes que conlleva completar los hitos reflejados en la EDT y en el Diagrama de Gantt, se ha considerado otros costes necesarios para llevar a cabo el proyecto en la Unidad como se indica a continuación.

- Reforma del local (retirar los armeros antiguos e instalar los nuevos, etc.) por un valor aproximado de 500€ (coste aproximado por contratación externa).

- Por seguridad y para hacer frente a los riesgos mencionados anteriormente, se contará con servicio de mantenimiento de los armeros de la propia empresa *Caixes Puigvert*, por un presupuesto de 11.400€/año según la información proporcionada por la propia empresa.

- La media de gastos anuales de luz, gas, etc. para el mantenimiento del armero será de 2.440 euros al año aproximadamente por comparación con los armeros actuales.

Teniendo en cuenta todos estos pasos para la realización del proyecto, se obtiene un presupuesto de 96.100€ más 13.840€ al año para una compañía de fusiles, como se muestra en la Tabla 3. Esta inversión es importante para el ET, sin embargo, el proyecto estudiado proporcionaría un aumento en la seguridad de las instalaciones y una mejora considerable tanto de personal necesario como de tiempo empleado en los procedimientos de entrega y recogida del armamento.



Tabla 3 Clasificación de los costes del proyecto y elaboración del presupuesto

COSTES DEL PROYECTO			
Estimación de los costes del proyecto.	Coste total (€)	Costes específicos	
1. Costes de personal (externo)	11.400€/año.	Personal de mantenimiento del armero (Limpieza y correcto funcionamiento del sistema): 11.400€/año	
2. Costes de servicios externos	1.000€	Ingeniero informático: 1.000€	
3. Inversiones	94.600€	Presupuesto de compra de 150 armeros QR: 92.000€	
		Presupuesto implementación del servidor QR conectado con la Base de Datos y con el armero: 1.000€	
		Presupuesto adquisición de 150 chapas identificativas: 1.000€	
		Presupuesto impresión de código QR sobre 150 chapas identificativas: 600€	
	Internas	500€	Presupuesto reforma de local (Retirar armeros antiguos y anclar armeros nuevos): 500€
4. Media de gastos anuales	2.440€/año	Suministros (luz/agua/gas): 2.440€/año	
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO: 96.100€ + 13.840€/AÑO			

- **Riesgos:**

Se ha llevado un análisis cualitativo de los riesgos que se han identificado, tanto en las actividades programadas en la EDT como tras la puesta en marcha del sistema QR. Estos riesgos son:

- Fallo en la identificación del código QR al abrir el armero.
- Fallo en la instalación del software.
- Fallo en la vinculación del software con la base de datos.
- Retraso en la instalación del armero.
- Retraso en la elaboración de las chapas identificativas.
- Error al guardar código QR en base de datos.

Para sobreponernos ante la aparición de estos riesgos, se ha elaborado un cuadro atendiendo a la probabilidad e impacto de estos riesgos, con el objetivo de planear acciones para aquellos que más afecten al proyecto. La Tabla 4 recoge lo mencionado anteriormente.



Por lo tanto, el único riesgo crítico encontrado es el fallo en la identificación del código QR al abrir el armero. Por este motivo, deberemos realizar acciones mitigadoras para evitar que ocurra dicho riesgo. En un primer momento, se llevará control exhaustivo a la hora de sincronizar los códigos QR con el detector y posteriormente se probarán todos los QR con el detector para su comprobación. Además, se añadirá una nueva forma de abrir el armero por si el fallo fuese inevitable. Se solicitará a la empresa la capacidad de abrir el armero mediante llave. También se contará con personal de mantenimiento de los armeros por si ocurre un fallo de este tipo. (Contemplado en el apartado Costes).

Por otro lado, tenemos 2 fallos altos, fallo en la instalación del software y fallo en la vinculación del software con la base de datos.

Por este motivo, se contratará a un ingeniero informático para la comprobación del software de la empresa y la vinculación con la base de datos diseñada.

Por último, contamos con tres fallos medios, ya que su probabilidad o su impacto no son elevados, no se ha concretado ninguna acción mitigadora para reducir estos fallos.

Tabla 4 Matriz de Riesgos del proyecto QR. Elaboración propia.

NUMERO DE RIESGOS POR SU IMPACTO Y PROBABILIDAD					TOTAL			
PROBABILIDAD	ALTA	1	2	1	CLASE DE RIESGO	N.º		
	MEDIA	0	2	0			CRÍTICO	1
	BAJA	0	0	0			ALTO	2
IMPACTO		BAJO	MEDIO	ALTO			MEDIO	3
						BAJO	0	

4.2.4 Medidas de seguridad implementadas en los proyectos

4.2.4.1 Programa informático

Para la primera solución, el programa informático, se ha llevado a cabo un estudio sobre la seguridad necesaria que debe contener dicho programa. Como se ha diseñado para manejar información sensible, se ha estudiado las medidas de seguridad necesarias para su implementación en la unidad.

En un primer momento, el programa está diseñado para ser manejado por los encargados de la armería, por lo tanto, se establecerá un usuario y contraseña para cada encargado. Por lo tanto, se asegura el acceso a los datos del programa únicamente a estos encargados.

De este modo, tanto para acceder a la información de la base de datos mediante los informes como para rellenar más información mediante los formularios, se necesitará introducir correctamente el usuario y contraseña creados para el programa. La creación del usuario y



contraseña para permitir el acceso al programa diseñado se ha realizado mediante la siguiente consulta SQL. En la Figura 26 se muestra en lenguaje *Pascal* cómo se ha creado esta opción.

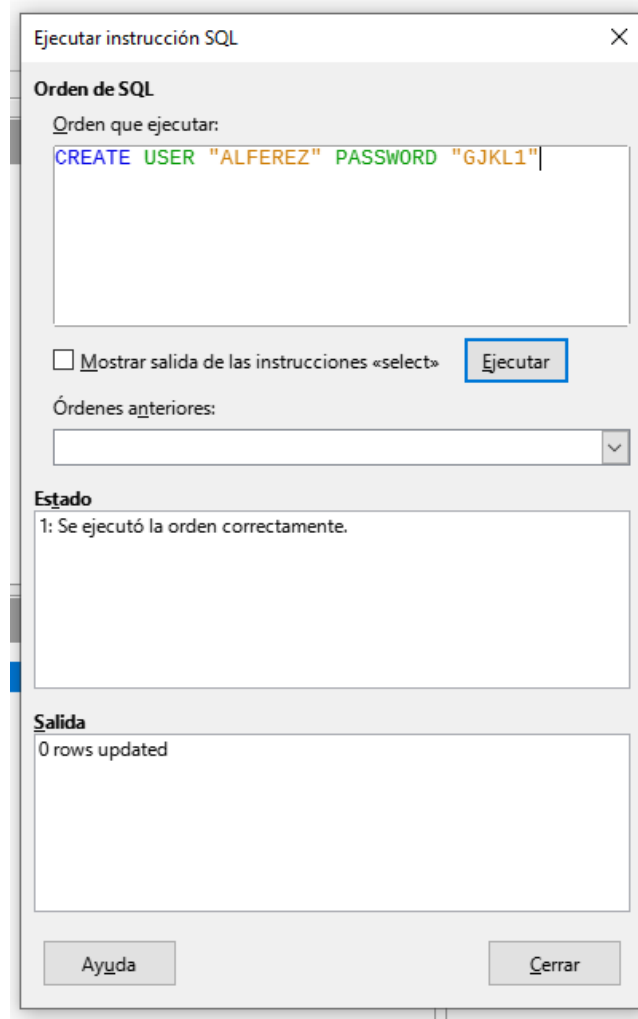


Figura 26 Código SQL para la creación de usuario y contraseña en el programa informático. Elaboración propia.

De este modo se logra que acceda a la información del armero solo el personal autorizado marcado por la unidad. Se podrá otorgar tantos usuarios y contraseñas como se desee para acceder al programa.

Tras ejecutar esta consulta, al iniciarse el programa pedirá usuario y contraseña para poder acceder a la información, como se muestra en la Figura 27.

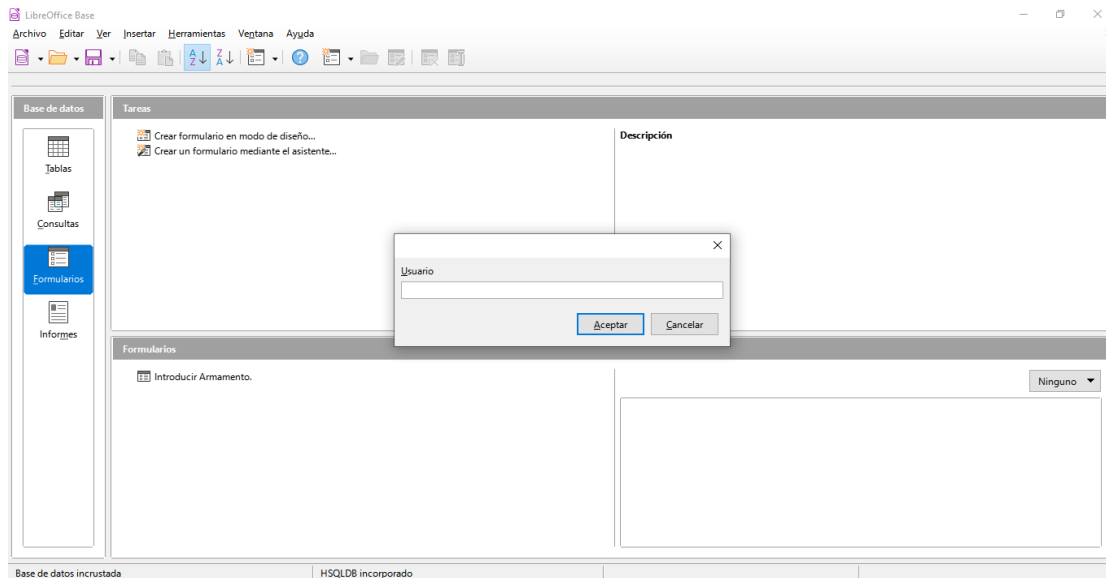


Figura 27 Demostración de cómo el programa solicita el usuario y la contraseña. Elaboración propia.

4.2.4.2 Proyecto QR

De igual modo se ha estudiado las medidas de seguridad necesarias para la implantación del sistema basado en códigos QR.

En primer lugar, la propia empresa *Caixes Puigvert* ofrece unas medidas de seguridad para el armero acorde a los establecido por la ley UNE-EN 1143-1 de paredes con un grado de seguridad 2 y acorde a la ley UNE-ENV 1627 dotados por cerradura de seguridad. Aparte, la empresa ofrece además otras medidas que satisfacen las demandas del proyecto. Estas son:

- Identificación del personal mediante código QR.
- Alarma sonora para evitar excedidos en el tiempo de apertura.
- Registro auditable del momento de depósito y retirada del arma.
- Por cada personal, reporte automático de incidencias, tiempos excedidos en posesión del arma, etc.
- Tomas interiores eléctricas
- Posibilidad de cancelar la apertura por los encargados de la armería mediante código, impidiendo que se vuelva a abrir el armero por código QR hasta que se reactive la apertura, según su página web oficial.

Por otro lado, la empresa de servidor *QR LabelJoy* también ofrece la seguridad necesaria para la gestión de la información del proyecto acorde al Reglamento (EU) 2016/679 – Reglamento General de Protección de Datos (GDPR). Por lo que se garantiza la protección de la privacidad de los usuarios y de la información dentro de este servidor.

Además, se estudiará la seguridad de la conexión entre la Base de Datos de *MySQL*, el servidor *QR* de *LabelJoy* y el armero de *Caixes Puigvert*, mediante la contratación externa de un ingeniero informático. La primera idea es que esta conexión sea segura de tipo *SSL/TLS*.

Finalmente, los encargados de la armería serán capaces de anular la apertura de los armeros por estos códigos QR, quedando disponible la opción de apertura por llave. De este



modo si algún militar perdiese un código QR se podría cancelar la apertura por código QR hasta que se cancele el código perdido en el servidor. Además, se pueden establecer ventanas horarias en las que no funcione la apertura por código QR, de este modo durante la parte del día que no se prevé retiradas de armamento este método quede anulado.

5. Conclusiones

Durante la investigación del trabajo y durante la estancia en el Regimiento Garellano 45 de Infantería, se puso de manifiesto tanto la importancia del control y seguimiento del armamento en las compañías de fusiles como los problemas existentes en estos procedimientos.

Además, durante la realización de las entrevistas personales al personal encargado y conocedor de las armerías de la Unidad, se confirmó la existencia de estos problemas. También se anotaron una serie de posibles soluciones que, tras conocer la opinión general de los militares del Regimiento por medio de las encuestas realizadas, se han analizado en este trabajo para su posible implementación en la Unidad.

En las entrevistas, se destacaron dos problemas que necesitaban ser solventados para optimizar el control y seguimiento del armamento en las compañías de fusiles del Regimiento Garellano 45:

Para el primer problema, la mejora del seguimiento de las novedades que podría sufrir el armamento, así como la gestión de la información de este, se dedujo de las entrevistas personales que la solución ideal sería digitalizar la información de tal modo que fuera fácilmente accesible y quedase almacenada en un lugar seguro. Posteriormente esta propuesta fue aceptada por los militares de la unidad en las encuestas realizadas. Para la consecución de este objetivo, se creó una Base de Datos en el programa MySQL y se plantearon dos opciones para el empleo de esta base de datos. La primera, la creación de un código mediante lenguaje PASCAL capaz de conectar con la Base de Datos y de introducir información en esta. La segunda, conectando la Base de Datos mediante el programa Libre Office y creando formularios para la introducción de la información en la base de datos. Finalmente, tras aplicar los análisis DAFO, se escogió la segunda opción al ser su instalación y su empleo más asequibles para la Unidad. Por lo tanto, con esta solución se resuelve el primer problema identificado, ya que el programa permite la introducción de datos y acceder a ellos de manera rápida y sencilla. Por lo tanto, el encargado de la armería podrá introducir los datos que considere oportunos en el programa y guardarlos en la base de datos de manera ordenada, para poder consultarlos mediante los formularios cuando considere necesario. Tras el desarrollo del programa, se estudió la viabilidad de implementarlo no solo en el Regimiento Garellano, si no en cualquier unidad del ET, llegando a la conclusión de que cualquier unidad puede introducir esta solución, ya que su instalación en cualquier ordenador de cualquier unidad del ET es sencilla y el empleo del programa es bastante intuitivo. Por último, se realizó un estudio de la seguridad necesaria que debía tener el programa para el manejo de información sensible dentro de las unidades. Tras este estudio, se ha determinado que, si la aplicación es empleada únicamente en los ordenadores de la unidad, la seguridad de los propios ordenadores es suficiente. Además, se ha creado una nueva función que solo permita el acceso a la aplicación al personal autorizado (mediante usuario y contraseña) cada vez que se desee iniciar el programa. **Por lo tanto, el objetivo desarrollado en el trabajo da solución al primer problema identificado y cumple con los requisitos de viabilidad y seguridad necesarios para ser introducido en cualquier unidad del ET.**

Para el segundo problema identificado en las entrevistas, el control del armamento y el estado de las instalaciones físicas de los depósitos de armamento y de los procedimientos de



entrega y recogida del armamento, se anotó de las entrevistas una nueva opción basada en códigos QR. Posteriormente, se preguntó por esta opción en las encuestas, obteniéndose una mayoría de respuestas favorables a la introducción de este nuevo método. El proceso diseñado, basado en el reparto de chapas identificativas militares con un código QR personal e intransferible que conecta con un detector instalado en un armero individual donde se guarda el armamento personal, cumple con las características necesarias para solventar el problema identificado en las entrevistas. Al acercar el militar la chapa identificativa con el código QR al detector QR, el detector conectará con el servidor QR conectado a su vez con nuestra base de datos creada, que almacenará todos los códigos QR de cada militar. Una vez se compruebe que el código QR es correcto, se envía la señal al sensor del armero para desbloquear la cerradura y permitir la retirada del armamento. Este proceso agiliza el procedimiento de recogida y entrega del armamento en los depósitos de armamento, además de aumentar la seguridad en las instalaciones. Para la implementación de este procedimiento en las unidades, tanto en el Regimiento Garellano como en cualquier unidad del ET, se llevó a cabo un estudio de viabilidad durante el desarrollo del trabajo. Se contactó con las empresas necesarias para llevar a cabo cada parte de la implementación del proyecto, tanto empresas de armeros inteligentes, como empresas de servidores de código QR, ingenieros informáticos, empresas de venta de chapas de identificación militar, etc. Tras realizar un análisis de viabilidad del proyecto, se estimaron los costes y riesgos necesarios, así como los hitos a seguir para implementar el proyecto paso a paso en el menor tiempo posible. **Una vez realizado el estudio, se ha llegado a la conclusión de que es necesaria una inversión económica que debería afrontar el ET para su implementación (Tabla 3), pero los beneficios que aportarían a la unidad tanto en los procedimientos como en la seguridad serían suficientes para decantarse por instalar el proyecto.**

Finalmente, se llevó a cabo un estudio de la seguridad que necesita el proyecto para su utilización en las armerías del ET. A pesar de que con la introducción del proyecto la seguridad de las armerías ya es aumentada al reducir el tiempo que están abiertas las cerraduras que guardan el armamento, se ha estimado oportuno estudiar los aspectos en que se puede optimizar la seguridad en el proceso. La mayor parte de las medidas de seguridad vienen proporcionadas por las propias empresas contratadas, como las que ya poseen los armeros de la empresa contactada, con alarmas sonoras para evitar excedidos en el tiempo de apertura, etc. Además, el propio encargado de la armería es capaz de activar y desactivar la apertura del armero con el código QR, dando la posibilidad de que sólo se permita la retirada de armamento por medio de código QR en ciertas ventanas horarias. Además, para la conexión segura entre la empresa de servidor QR y la base de datos creada en el trabajo, se contratará a un ingeniero informático, ya contactado durante el desarrollo del trabajo, para aumentar la seguridad en esta conexión. Por lo tanto, con las nuevas medidas de seguridad implementadas en el proyecto, este cumple tanto los requisitos de viabilidad como de seguridad, además de dar solución al problema identificado en las entrevistas, por lo que es apto para su implementación en las unidades del ET.

De este modo, como se ha explicado durante el desarrollo del trabajo, se han encontrado dos soluciones que, al menos sobre el papel, pondrían fin a dos problemas generales presentes en todas las unidades del ET. Si bien la implementación de la primera solución es más asequible para el ET, el proceso basado en códigos QR necesitaría una inversión de más recursos. Sin embargo, su introducción e implementación en las unidades agilizaría los procedimientos y aumentaría la seguridad de las instalaciones. **Por lo tanto, ambas soluciones, sobre todo la primera de ellas se puede encuadrar dentro del concepto “evolución” de los procedimientos actuales, evitando así una “revolución” que suponga un salto inaccesible para las pequeñas unidades del ET y tratando de aprovechar la economía de medios de las propias Compañías. De este modo, como se ha mencionado**



durante el presente trabajo, se alinea con el propósito del Plan de Digitalización del Ejército de Tierra, que busca precisamente esa “evolución” de los procedimientos que posibiliten a las Unidades para asumirlos, tanto por la formación necesaria como por los recursos técnicos para su introducción.

6. Referencias bibliográficas

- Arteaga Martín, F. (2018). La cuarta revolución industrial (4RI): un enfoque de seguridad nacional. *Real Instituto Elcano*, 12/2018, Disponible en http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CON TEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/dt12-2018-arteaga-cuarta-revolucion-industrial-enfoque-seguridad-nacional Accedido por última vez mayo 28 2022
- CTV Barranquilla. (2020). Militares cambian identificaciones a unas digitales con código QR. Disponible en <https://ctvbarranquilla.com/militares-cambian-identificaciones-a-unas-digitales-con-codigo-qr/> Accedido por última vez mayo 25 2022
- Estado Mayor, E. de T. (2009). NOP 0209/04 Ejercicios de alerta y activación de Unidades. (Intranet)
- Gómez Santamaria, D., & Salozabal Ibarra, M. (2020). Method and system for activating electronic lockers (Patente N.º US20200410797) Diciembre, 31 2020. Disponible en <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US313893943>
- Grupo Logístico XVI, Ejército de Tierra, M. de D. (2009a). NORMA 04_09 Control de acceso a las armerías y cuartos de transmisiones. (Intranet).
- Grupo Logístico XVI, Ejército de Tierra, M. de D. (2009b). Norma 05/09 Control de llaves en las armerías.(Intranet)
- Indra. (2021). Indra y Thales diseñan el cerebro digital que asegurará el control del campo de batalla al Ejército Español. Disponible en <https://www.indracompany.com/es/noticia/indra-thales-disenan-cerebro-digital-asegurara-control-campo-batalla-ejercito-espanol>. Accedido por última vez mayo 15 2022
- Jefatura CIS y Área Técnica. (2018). Plan de digitalización del Ejército de Tierra del Siglo XXI. 1-10. (Intranet)
- Mando de Apoyo Logístico. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa. (2004). Instrucción Técnica 11/04. Normas de funcionamiento del Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra. (Intranet).
- Ministère, & Armées, D. (2018). *Schéma directeur de la Transformation numérique*. Disponible en <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/dgnum/20180515%20-%20Sche%CC%81ma%20directeur%20de%20la%20transformation%20nume%CC%81ri que%20du%20ministe%CC%80re%20des%20Arme%CC%81es-%20volet%20strate%CC%81gique.pdf>
- Ministère des Armées. (2017). *Ambition numérique du ministère des Armées*. Disponible en <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/dgnum/Ambition%20Num%C3%A9rique%20-%20Minist%C3%A8re%20des%20Arm%C3%A9es.pdf>
- Ministerio de Defensa, E. de T. (2021). Brigada 2035. Un nuevo concepto para futuros conflictos. Disponible en https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/principal.html?__locale=es Accedido por última vez abril 14 2022.
- Teniente Coronel Régis Guerin, O. francés en el E. (2021). La digitalización en el ejército



francés. Escuela de Guerra del Ejército de Tierra.(Intranet).

Teniente Coronel Suárez Tietz, A. J. (2018). Tendencias: Digitalización de la fuerza terrestre (pp. 1-6). Oficial de Enlace ante el ACCDC/AHEntwg «Centro de Desarrollo de Conceptos y Capacidades» del ET alemán. Informe ordinario AHW 1802 O. Febrero 20 2018. (Intranet).

Tornell Velázquez A., F. (2014). Apoyo logístico 4.0. Vehículos No Tripulados Para Los Buques De La Armada, 12, 945-954. Disponible en <https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2014/12/cap09.pdf> Accedido por última vez mayo 28 2022.

Zhan Zhangxing (2018). Code-Scanning door opener. (Patente N° CN108648308) Mayo 09, 2018. Disponible en https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN232272011&_cid=P22-L49JIG-35786-1



7. Anexos

Anexo I: Preguntas realizadas y porcentaje de respuestas en las entrevistas

Preguntas del formulario:

1. ¿Considera que el modo actual de control del armero es el más adecuado para una compañía de fusiles?
2. En caso negativo, ¿qué aspecto considera que se debe mejorar?
3. ¿Tiene alguna propuesta de mejora para el control y seguimiento de las armerías?
4. ¿Considera que es viable su opción para implementarla en el Regimiento “Garellano 45”?
5. ¿Cumpliría su opción con las medidas de seguridad?

Respuestas anotadas:

1. 80% respondió “NO”, 20% respondió “SÍ”
2. 60% respondió aspectos relacionados con el **tiempo**, 20% aspectos relacionados con el **personal empleado**, 10% aspectos con la **gestión de la información** y 10% aspectos con la **seguridad de la armería**.
3. Para esta pregunta se anotaron cuatro opciones:
 - 10% Organizar los datos de forma segura por los encargados de la armería. (10%)
 - 30% **Digitalizar la información** de la armería. (30%)
 - 20% Nuevo sistema de recogida de armamento por medio de **apertura mediante códigos QR** personales.
 - 20% Eliminar los procedimientos adoptados para evitar los contagios de Covid-19 y permitir el acceso a todo el personal con fusil asignado al armero para recoger cada uno su armamento de manera más rápida.
 - 20% Respondió “SÍ” en la primera pregunta
4. Para esta pregunta 100% respondió “SÍ”
5. Para esta pregunta 100% respondió “SÍ”



Anexo II: Preguntas realizadas en las encuestas y porcentajes de las respuestas.

¿Cómo consideras el seguimiento y control del armamento actualmente en las Compañías de fusiles?

20 respuestas



- Actualmente es óptimo, no necesita ningún cambio.
- Tiene algún fallo, pero no es necesario añadir cambios al seguimiento y control actual.
- Tiene bastantes fallos, es necesario añadir cambios al sistema empleado actualmente.
- El sistema actual es ineficiente, debería cambiar totalmente.

¿Es óptimo el modo actual de transmitir las novedades y desperfectos del armamento?

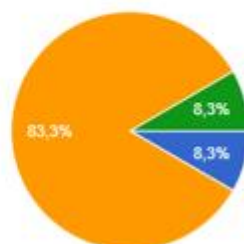
20 respuestas



- Sí, el modo actual no necesita ningún cambio.
- El modo actual tiene fallos, pero debe seguir siendo así.
- El método actual debe añadir mejoras.
- Es muy difícil controlar el armamento con este método, debe cambiar.

¿La instalación de la armería y el procedimiento de recogida y entrega del armamento cumplen las medidas de seguridad?

20 respuestas



- La armería y el procedimiento de recogida y entrega del armamento cumplen las condiciones de seguridad.
- La instalación de la armería no cumple con las normas de seguridad.
- El procedimiento de recogida y entrega del armamento no cumple con las normas de seguridad.
- La instalación y el procedimiento no cumplen las normas de seguridad.



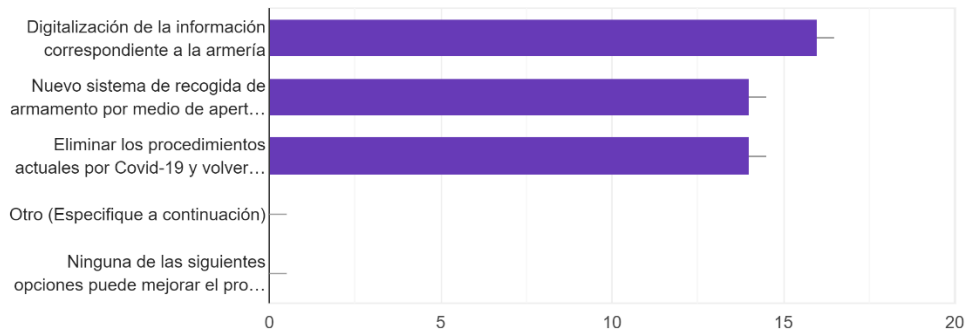
¿El procedimiento de recogida y entrega del armamento es eficiente?

20 respuestas



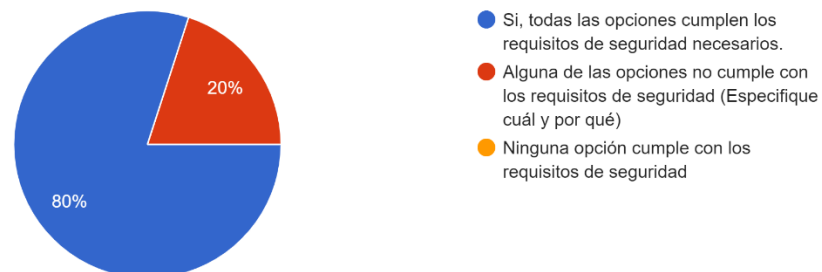
¿Consideras alguna de las siguientes opciones (puede elegir más de una) adecuada para optimizar la gestión de la armería en su Unidad?

20 respuestas



¿Considera que estas nuevas opciones cumplen con los requisitos de seguridad necesarios para la armería?

20 respuestas





Anexo III: Funcionamiento de SIGLE.

Como se ha comentado durante el trabajo, SIGLE es una aplicación basada en una Base de Datos central que permite la interconexión entre las UCO y un Centro Logístico para el seguimiento y control logístico que precisan las Grande Unidades del ET. El proceso general del sistema de este programa para la reparación logística comienza con la petición de abastecimiento o mantenimiento por parte de la UCO que sufre la novedad del material al Centro de Control del sistema, que analiza la petición y decide si la acepta o deniega. Si la acepta, le da curso con la orden correspondiente y traspasa el material a la Unidad de Soporte Logístico más cercano que pueda afrontar la petición. De este modo, tendrán conocimiento de la actividad logística tanto el Centro de Control como la UCO solicitante de mantenimiento logístico. Además del mantenimiento logístico, el programa proporciona la información logística relativa a la UCO introducida en la Base de Datos central.

Por otro lado, los usuarios que admite registrar el programa son dos: Usuario logístico y Usuario soporte. El logístico es el gestor que introduce la información logística al sistema. Cada usuario logístico se debe identificar declarando la UCO a la que pertenece y accederá al programa mediante las autorizaciones oportunas, tanto de la propia UCO como del programa. El soporte es el gestor técnico del Sistema, que introduce y recibe información de soporte informático del Sistema, no logística, tales como control de acceso, gestión de usuarios, etc.

Esta información viene recogida en la Instrucción Técnica 11/04 publicada por el Mando de Apoyo Logístico en Octubre de 2004. (Mando de Apoyo Logístico. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa., 2004)



MINISTERIO
DE DEFENSA

EJÉRCITO DE TIERRA

MANDO DE APOYO LOGÍSTICO



INSTRUCCIÓN TÉCNICA 11/04
NORMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL
Sistema Integrado de Gestión Logística del
Ejército de Tierra

OCTUBRE 2004