



Universidad
Zaragoza

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB DE
AYUDA A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
DE LOS MEDIOS CIS DE UNA COMPAÑÍA DE
TRANSMISIONES.

Autor

DAVID MENA OLIVA

Director/es

Director académico: Dr. D. Carlos Borau Zamora

Director militar: Tte. D. Miguel Ángel Luna Jiménez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2020

Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento en primer lugar a Don Carlos Borau Zamora, profesor del Centro Universitario de la Defensa, por ofrecer su tiempo en la orientación del proyecto. Su atención y colaboración ha sido esencial para que este proyecto haya podido salir adelante.

En segundo lugar, me gustaría agradecer al teniente Don Miguel Ángel Luna Jiménez, teniente del Ejército de Tierra encuadrado en la Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista, por su colaboración y dedicación en este proyecto. Su experiencia en la Compañía de Transmisiones ha permitido el conocimiento profundo de todos los medios con los que cuenta la compañía.

Agradecer a la Universidad de Castilla-La Mancha, donde comencé mis primeros estudios, por los conocimientos impartidos en el grado de ingeniería informática, que han permitido el desarrollo de la aplicación.

Del mismo modo, al Centro Universitario de la Defensa, por todos los conocimientos impartidos durante el grado de Organización Industrial.

Resumen

La Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista trabaja a diario con una serie de equipos que requieren mantenimiento. En la actualidad, el seguimiento de dicho mantenimiento en el primer escalón se realiza de forma rudimentaria y poco flexible. Además, la información se almacena sólo temporalmente, por lo que no es posible una consulta detallada del histórico general o de un equipo particular.

Este trabajo propone el desarrollo de una aplicación web para la gestión del mantenimiento de los diferentes equipos con los que cuenta el primer escalón de la Compañía de Transmisiones, y surge por tanto con el objetivo principal de contar con un histórico de mantenimiento que permita una mejor gestión de dichos equipos.

De esta forma, la información podrá ser almacenada de manera metódica y permitirá consultar, de la forma más dinámica posible, los detalles (identificador de los equipos, personal responsable, tipo de mantenimiento, etc.) y el histórico de todos los dispositivos, permitiendo por ejemplo una programación más óptima de los mantenimientos preventivos que realiza el primer escalón de mantenimiento para reducir el número de fallos de los equipos en el futuro.

Esta aplicación web servirá pues como interfaz gráfica para gestionar de forma sencilla una base de datos, generada en este trabajo, de todos los equipos con los que cuenta la Compañía así como el personal encargado asignado a cada dispositivo.

Inicialmente, se ha realizado un estudio de los diferentes medios con los que cuenta una Compañía de Trasmisiones y su gestión actual de las tareas de mantenimiento. En el estudio se ha podido comprobar que todos los escalones de mantenimiento cuentan con una plataforma/software con interfaz gráfica que les permite gestionar de forma eficaz el histórico de mantenimientos de los diferentes equipos, a excepción del primer escalón.

Para recabar información sobre el mantenimiento realizado por parte del primer escalón, se han realizado diversas entrevistas con los jefes encargados de su supervisión y así conocer de primera mano las carencias del mismo. Además, con el fin de poder obtener una visión más amplia, se decidió realizar una encuesta para todos los jefes de la Brigada encargados de esta tarea.

Para estudiar la viabilidad del proyecto, se ha utilizado la herramienta DAFO, reflejando las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades que podría presentar la aplicación que se iba a desarrollar.

Así mismo, se ha realizado una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para una mejor planificación del proyecto, plasmando dicha planificación de forma visual un Diagrama de Gantt.

Para la construcción de la base de datos se ha utilizado MySQL Workbench, que es una herramienta visual que integra desarrollo de software, administración de bases de datos y gestión y mantenimiento para el sistema de base de datos SQL. La aplicación se ha implementado utilizando el lenguaje de programación Java apoyándose en el

Framework de Spring Boot para la construcción del programa. Este *Framework* es un entorno que facilita el trabajo de desarrollo de aplicaciones en servidores web.

Finalmente, la aplicación ha sido desplegada tanto de forma local como de forma remota, lo que permite que todos los dispositivos que se encuentren en la misma red, y posean privilegios para poder acceder a la aplicación, tengan acceso y puedan hacer uso de sus funcionalidades.

Cabe destacar que la aplicación es plenamente funcional y se encuentra actualmente en uso en la compañía de Transmisiones.

Abstract

The Parachute Brigade Transmission Company works daily with a number of pieces of equipment that require maintenance. At present, the monitoring of such maintenance at the first step is carried out in a rudimentary and inflexible manner. Furthermore, the information is only stored temporarily, so that a detailed consultation of the general history or of a particular piece of equipment is not possible.

This work proposes the development of a web application for the management of the maintenance of the different equipment of the first level of the Transmission Company, and therefore arises with the main objective of having a maintenance history that allows a better management of such equipment.

In this way, the information can be stored in a methodical way and will allow the details (equipment identifier, responsible personnel, type of maintenance, etc.) and the history of all the devices to be consulted in the most dynamic way possible, allowing, for example, a more optimum programming of the preventive maintenance carried out by the first maintenance step in order to reduce the number of equipment failures in the future.

This web application will therefore serve as a graphic interface to easily manage a database, generated in this work, of all the equipment the company has as well as the personnel assigned to each device.

Initially, a study was carried out of the different means available to a Transmission Company and its current management of maintenance tasks. The study showed that all the maintenance steps have a platform/software with a graphic interface that allows them to efficiently manage the maintenance history of the different equipment, with the exception of the first step.

In order to gather information on the maintenance carried out by the first step, several interviews have been carried out with the managers in charge of its supervision and thus to know first-hand its shortcomings. In addition, in order to obtain a broader view, it was decided to carry out a survey for all the Brigade chiefs in charge of this task.

To study the viability of the project, the SWOT tool was used, reflecting the Weaknesses, Threats, Strengths and Opportunities that the application to be developed could present.

Likewise, a Work Breakdown Structure (WBS) was drawn up for better planning of the project, visually capturing this planning in a Gantt Chart.

For the construction of the database, the MySQL Workbench has been used, which is a visual tool that integrates software development, administration and management and maintenance for the SQL database system. The application has been implemented using the Java programming language, relying on the Spring Boot Framework for the construction of the program. This Framework is an environment that facilitates the work of developing applications on web servers.

Finally, the application has been deployed both locally and remotely, which allows all the devices that are in the same network, and have privileges to access the application, to have access to and make use of its functionalities.

It should be noted that the application is fully functional and is currently in use at the Transmission company.

MODIFICACIONES EFECTUADAS EN LA PRESENTE MEMORIA.

Tras haber sido depositado este trabajo de fin de grado en la anterior convocatoria, el Tribunal con fecha de 10 de diciembre de 2020, indicó una serie de aspectos a mejorar que han sido abordados de la siguiente manera:

- En primer lugar, respecto a la presentación escrita se ha revisado minuciosamente la redacción, prestando especial cuidado en la corrección de errores tipográficos y ortográficos. Asimismo, el resumen ha sido redactado nuevamente, dando cabida a todos los aspectos relevantes del trabajo, justificación, objetivo principal, metodología y principales resultados. En general se ha intentado mejorar la redacción del trabajo en su conjunto para una comprensión más efectiva.
- Sobre el contenido, se ha revisado el planteamiento y los resultados alcanzados, con el apoyo de referencias bibliográficas. De igual forma se ha rectificado el título del trabajo, ajustándose al planteamiento y objetivos de éste. Además, se ha puesto especial atención, como indicaba el dictamen del tribunal, en dar más importancia al propio trabajo desarrollado. Para ello, se han trasladado los contenidos menos relevantes a anexos, y se han ampliado los apartados describiendo la metodología empleada y concretado los contenidos relacionados con el desarrollo de la base de datos y de la aplicación, reflejando su capacidad para ser desplegada en un servidor remoto.
- Respecto a la metodología en particular, se ha añadido un apartado donde se exponen de manera clara los materiales y métodos utilizados. Además de explicar mejor la metodología utilizada durante la primera fase del trabajo, se han añadido nuevas metodologías utilizadas durante el periodo de mejora.
- Con relación a las conclusiones, se han incorporado nuevas ideas y razonamientos relevantes, tratando de expresar con claridad los objetivos alcanzados con el desarrollo del trabajo.
- Por último, en torno a las referencias bibliográficas se han revisado detenidamente, advirtiendo que las mismas estén debidamente referenciadas y justificadas en el cuerpo del texto, así como en el listado bibliográfico. Del mismo modo todas las tablas, figuras y anexos han quedado referenciados y comentados apropiadamente.

Índice

Índice de Figuras	iii
Índice de Tablas.....	iv
Lista de abreviaturas, siglas y acrónimos	v
1. Introducción.....	1
1.1. Contexto y justificación del trabajo.....	1
1.2. Estructura de la memoria.....	1
1.3. Marco del trabajo.	2
1.4. Estado del arte.	2
1.5. Medios de una compañía de Transmisiones.....	4
1.6. Tipos de Mantenimiento.....	5
1.7. Mantenimiento de los medios de una Compañía de Transmisiones.....	7
2. Objetivos y alcance del proyecto.....	8
3. Metodología.	9
4. Gestión actual del mantenimiento en la Compañía.....	11
4.1. Problemática en la gestión del mantenimiento.....	12
5. Análisis de viabilidad y planificaciones del proyecto.....	14
5.1. Análisis DAFO.....	14
5.2. Definición de necesidades y planificación de tareas.	15
5.3. Análisis de riesgos.....	18
5.4. Evaluación de Calidad.....	19
6. Desarrollo de la aplicación web para la gestión del mantenimiento.....	20
6.2. Instalación y ejecución de la aplicación.....	26
7. Problemas encontrados.....	27
8. Conclusiones.	28
9. Líneas futuras.....	30
10. Bibliografía.	31
11. Anexos	33
ANEXO A. SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL.....	33
ANEXO B. COMUNICACIÓN SATÉLITE.....	34
ANEXO C. COMUNICACIONES POR RADIOFRECUENCIA.....	36
ANEXO D. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS REALIZADO POR EL PRIMER ESCALÓN EN UNA COMPAÑÍA DE TRANSMISIONES.....	38
ANEXO E. PLANTILLA DE ENCUESTA ORAL.....	41
ANEXO F. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.....	42
ANEXO G. EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	43
ANEXO H. ESTUDIO DE PRIORIDAD DE FUNCIONALIDADES.....	44

ANEXO I. CAMPOS DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.....	45
ANEXO J. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	48

Índice de Figuras

Figura 1: Clasificación función logística mantenimiento. Fuente [1]	2
Figura 2: Resumen tipos de mantenimiento en cada escalón. Fuente: [1]	6
Figura 3: Metodología de la gestión del mantenimiento. Fuente [1]	11
Figura 4: Gráfico de prioridad de funcionalidades para la aplicación. Ref.: Elaboración propia	15
Figura 5: Modelo Entidad-Relación.....	21
Figura 6: Arquitectura Modelo Vista-Controlador Fuente [10]	22
Figura 7: Vista del Login del servidor web.....	23
Figura 8: Vista de la página principal del Servidor Web	24
Figura 9: Vista de la pantalla equipos del Servidor Web	24
Figura 10: Vista de la pantalla consulta equipos (Mantenimientos)	25
Figura 11: Vista de la pantalla consulta equipos (Personal)	25
Figura 12: Vista de la pantalla personal del Servidor Web	26
Figura 13: Aplicación ejecutada en tres dispositivos. Ref.: Elaboración propia.....	29
Figura 14: Script tabla TipoEquipos	45
Figura 15: Script tabla Roles.....	45
Figura 16: Script tabla Rangos	45
Figura 17: Script tabla Equipos.....	46
Figura 18: Script tabla Mantenimiento.....	46
Figura 19: Script tabla Usuarios.....	46
Figura 20: Script tabla Personal	47
Figura 21: Script tabla AsignacionPersonalEquipos	47
Figura 22: Organización del desarrollo del Servidor Web.....	48
Figura 23: Clases creadas en el paquete Entidades.	48
Figura 24: Variables y métodos creados en la clase Personal.....	49
Figura 25: Biblioteca Repository	50
Figura 26: Ejemplo del código usado en el Mapper Personal.....	50
Figura 27: Ejemplo de una parte del código de la biblioteca Service.	51
Figura 28: Parte de código en el cual se crea la conexión a la BBDD	51

Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen Competencias de SIGLE. Fuente [1].....	4
Tabla 2: Análisis DAFO para el estudio de la viabilidad de la aplicación. Fuente: [3]	14
Tabla 3: EDT Fuente: [8]	17
Tabla 4: Diagrama de Gantt Fuente: [4].....	17
Tabla 5:Tabla de análisis de riesgos Fuente [9]	18
Tabla 6: Matriz de Riesgos Fuente [9]	19
Tabla 7: Fallos mostrados por pantalla de la PR4G. Fuente [15].....	38
Tabla 8: Plantilla de encuesta. Ref.: Elaboración propia	41
Tabla 9: Acta de constitución de Proyecto. Fuente [11]	42
Tabla 10: Plantilla evaluación de calidad. Ref.: Elaboración propia	43
Tabla 11: Prioridad de funcionalidades. Ref.: Elaboración propia	44

Lista de abreviaturas, siglas y acrónimos

A/D	Apoyo Directo
A/G	Apoyo General
AALOG	Agrupación de Apoyo Logístico
BBDD	Base de Datos
BDT	Base de Datos Táctica
BIA	Batería
BON	Batallón
BRI	Brigada
CIA	Compañía
CIS	Sistemas de Información y Comunicación
CN	Centros Nodales
COMGE	Comandancia General
COMSEC	Seguridad en las Comunicaciones
CT	Centro de Transmisiones.
CTD	Centro de Transmisiones Destacado
CTPC	Centro de Transmisiones de Puesto de Mando
CTPCMOV	Centro de Transmisiones de Puesto de Mando Móvil
CUD	Centro Universitario de la Defensa.
E/R	Emisor/Receptor
EAN	Estación de Anclaje.
ESC	Escalón
ET	Ejército de Tierra
FAMET	Fuerza Aeromóviles del Ejército de Tierra
GL	Grupo Logístico
GU	Gran Unidad
HF	High Frequency
IPv4	Internet Protocol version 4
ITV	Inspección Técnica de Vehículo
MC3	Mando, Control y Comunicaciones

MINISDEF	Ministerio de Defensa
MV	Máquina Virtual
NSE	Equipo de Apoyo al Contingente
OLC	Órganos Logísticos Centrales
PC	Post Command (Puesto de Mando)
PCAV	Puesto de Mando Avanzado
PCMMT	Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Transmisiones
PEXT	Prácticas Externas
PU	Pequeña Unidad
RBA	Red Básica de Área
RRC	Red Radio Combate
RTP	Red Táctica Principal
SAP	Servicio de Acceso a Paquetes
SECOMSAT	Sistema Español de Comunicaciones Militares por Satélite
SHF	Super High Frequency
SIGLE	Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
SIMADE	Sistema de Mando y Dirección del Ejército de Tierra
TIC	Técnicas de Información y Comunicación
TN	Territorio Nacional.
TRANSEC	Seguridad en la Transmisión
UHF	Ultra-High Frequency
ULOG	Unidad Logística
USAC	Unidad de Servicios de Acuartelamiento.
USBA	Unidad de Servicio de Base
VEE	Vehículo de Enlace Exteriores
VHF	Very-High Frequency
VoIP	Voz sobre IP
WAN PG	Red de Área Amplia (Wide Area Network) de Propósito General
ZO	Zona de operaciones

1. Introducción

1.1. Contexto y justificación del trabajo.

Todos los medios o equipos del Ejército de Tierra están registrados en una plataforma denominada SIGLE¹, la cual contiene una ficha histórica para los materiales seriados que no requieren un control minucioso de mantenimiento y generalmente constituyen una unidad física y una filiación para materiales complejos, que sí requieren un minucioso control de mantenimiento.

En la gestión del mantenimiento mediante SIGLE, no se muestran los mantenimientos o revisiones realizadas por el primer escalón. Por lo que existe una necesidad tangible de disponer de algún tipo de herramienta de ayuda para gestionar del mantenimiento realizado por dicho escalón.

1.2. Estructura de la memoria.

La estructura de la memoria que se ha realizado es la siguiente:

1. **Introducción:** una breve introducción donde se pone en contexto el trabajo y se explica cómo se lleva a cabo la gestión del mantenimiento de los diferentes medios en la Compañía.
2. **Objetivos y alcance:** es la parte en la cual se explican los diferentes objetivos que se quieren conseguir con el desarrollo del proyecto (en concreto, de la aplicación web).
3. **Metodología:** se describe las herramientas y medios utilizados para la realización del presente trabajo.
4. **Problemática:** se exponen los problemas que existen en la compañía de transmisiones para la gestión de los medios de la CIA.
5. **Análisis de viabilidad y planificaciones del proyecto:** en la cual se realiza un análisis del desarrollo del proyecto.
6. **Desarrollo del proyecto:** se expone cómo se ha llevado a cabo el desarrollo de la aplicación web y las diferentes funcionalidades con las que cuenta.
7. **Problemas encontrados:** se hace referencia a los problemas que se han ido encontrado durante la realización del proyecto.
8. **Conclusiones:** se extraen las conclusiones, una vez de desarrollada, desplegada y probada la aplicación web en la compañía.
9. **Líneas futuras:** se exponen las mejoras y actualizaciones que se pueden realizar en un futuro en la aplicación web.

¹ SIGLE es el sistema Integrado de Gestión logística del Ejército de Tierra, en el cual, se gestiona más de 500.000 materiales diferentes. Ref.: A.A.V.V. *Formación Básica de SIGLE*.

1.3. Marco del trabajo.

El siguiente trabajo ha sido realizado durante el periodo de PEXT y TFG, encuadrados dentro la Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista Almogávares VI. Durante este periodo se ha tenido la oportunidad de tener una primera toma de contacto con la unidad, y la de vivir el día a día en esta. También durante este periodo se ha aprovechado para la realización del Trabajo de Fin de Grado, siendo supervisado por el director militar y por el director civil, profesor del CUD.

1.4. Estado del arte.

La logística es la parte del arte militar que, entre otras cosas, atiende al movimiento y a vituallamiento de las tropas en campaña.

La parte de la logística en la que se va a centrar el siguiente trabajo es la logística operacional, más específicamente en la gestión del material y el mantenimiento del mismo.



Figura 1: Clasificación función logística mantenimiento. Fuente [1]

No todas las unidades cuentan con todos los equipos, por lo que es necesario pedir apoyo a diferentes unidades u órganos logísticos. En función del tipo de apoyo que se realice se puede distinguir diferentes modalidades:

- **Apoyo orgánico o de unidad:** cuando se utilizan elementos logísticos orgánicos de la propia unidad.
- **Apoyo directo:** cuando un órgano logístico abastece a la unidad consumidora.
- **Apoyo general:** cuando un órgano logístico abastece a otro órgano logístico para mantener la capacidad del mismo.
- **Apoyo refuerzo:** cuando un órgano logístico abastece a otro órgano logístico, pero para aumentar su capacidad.

El sistema de mando y dirección del Ejército de Tierra (SIMADE) es un conjunto de sistemas y subsistemas que normalizan el funcionamiento del ejército y coordinan la actuación de órganos de diferentes cadenas orgánicas que realizan funciones similares.[1]

El apoyo logístico está organizado en tres funciones logísticas, función logística abastecimiento, función logística transporte y función logística mantenimiento. Es en esta última en la cual se va a centrar este trabajo.

La función logística mantenimiento es el conjunto de capacidades, actividades y métodos logísticos, necesarios para reparar, evacuar y recuperar el material. Dependiendo del tipo de actividad que se realice, estaremos realizando un tipo de mantenimiento u otro. (ver apartado 1.6 Tipos de Mantenimiento)

El PCMMT es el parque y centro de mantenimiento de material de transmisiones, al cual son enviados los equipos, cuando es necesario repararlos, y su mantenimiento no se puede realizar en los escalones de las unidades. Su localización se encuentra en El Pardo, Madrid [1].

Existen cuatro escalones de mantenimiento:

El cuarto escalón se encarga de:

- Realizar un mantenimiento integral.
- Reforzar el 3^{er} escalón.
- Reparación general de conjuntos y repuestos.
- Reconstrucciones, modernizaciones, modificaciones y fabricaciones de piezas.
- Abastece de repuestos y herramientas.
- Se encarga del control de calidad.
- El cuarto escalón utiliza instalaciones fijas.

El tercer escalón se encarga de:

- Al igual que el cuarto escalón se encarga también de realizar un mantenimiento integral.
- Refuerza el 2^o escalón.
- Se encarga de la realización de las revisiones (ITV).
- Abastece de repuestos y herramientas.
- Se encarga del control de calidad.
- Utiliza instalaciones fijas.

El segundo escalón se encarga de:

- Realiza un mantenimiento orgánico.
- Realiza revisiones programadas.
- Refuerza el 1^{er} escalón.
- Se encarga de la localización de averías, reglajes y ajustes y sustituciones de componentes.
- Actualización de toda la documentación técnica.
- Al igual que el tercer escalón, utiliza instalaciones fijas y equipos móviles.

El primer escalón se encarga de:

- Limpieza de los medios y equipos.
- Lubricaciones.
- Puesta en servicio.
- Conservar documentación.
- Realizar reparaciones eventuales o de emergencia.
- Colabora con el 2º escalón.

Todos los mantenimientos realizados en el segundo, tercer y cuarto escalón están recogidos en SIGLE. En cambio, el mantenimiento que se realiza en el primer escalón no está registrado en ninguna plataforma, y es aquí donde toma sentido la aportación del presente proyecto.

En la siguiente tabla se recoge un resumen de forma gráfica y sencilla de lo expuesto anteriormente.

SIGLE	ÓRGANOS y tipo de instalación	Escalones Manto.	TAREAS en beneficio de (*)	Modalidad de Apoyo
SI	OLC,s. (fija)	4º	AALOG,s. (TN) y ALOG,s / NSE,s (ZO)	A/G
SI	NSE,s / AALOG,s (desplegable y fijo)	3º	GL,s., ULOG,s. y PU,s.	A/G A/D
SI	ULOG,s	2º	PU,s en COMGE,s (Ceuta, Melilla)	Refuerzo Manto.
SI	GL,s.	2º	PU,s. y Bri. (incl. BRILCAN y FAMET)	Refuerzo Manto. Orgánico
SI	U.s. de SV,s. de PU,s.	2º	PU,s.	Orgánico
SI	U.s. de SV,s. de USBA,s. y USAC,s	2º	Base o Acuartelamiento	Orgánico
NO	Usuario (U. tipo Cia./Esc./Bia.)	1º	Propia Unidad	Orgánico

Tabla 1: Resumen Competencias de SIGLE. Fuente [1]

1.5. Medios de una compañía de Transmisiones.

Las Compañías de Transmisiones de una Brigada están organizadas en tres diferentes áreas técnicas. Cada una de estas áreas técnicas están instruidas y preparadas para proporcionar un tipo de servicio de la forma más rápida y eficaz posible, de tal modo, que pueda existir una comunicación segura y sin interferencias entre el personal que está desplegado en el campo de batalla y los puestos de mando y de esta manera poder realizar un excelente seguimiento y conducción de la operación a tiempo real. Los medios con los que cuenta están divididos en tres áreas diferentes:

- **Sistemas de Mando y Control.** (ANEXO A. SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL.).

- **Comunicación Satélite.** (ANEXO B. COMUNICACIÓN SATÉLITE.).
- **Comunicación por Radiofrecuencia.** (ANEXO C. COMUNICACIONES POR RADIOFRECUENCIA.).

Cada uno de los dispositivos asociados a las citadas áreas técnicas, tiene asociado un mantenimiento particular que debe llevarse a cabo y gestionarse de forma adecuada.

1.6. Tipos de Mantenimiento.

Con el paso del tiempo, los equipos con los que cuenta el Ejército de Tierra han cambiado haciéndose cada vez más sofisticados, lo que exige una mejora constante en los procesos de mantenimiento. Por este motivo, y entendiendo el mantenimiento como un conjunto de acciones que regulan el funcionamiento normal de los equipos, podemos diferenciar tres grupos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo.

- **Mantenimiento correctivo.**

El mantenimiento correctivo es la actividad que se lleva a cabo para reparar el desperfecto o daño encontrado de forma súbita o durante la realización del mantenimiento preventivo. No se trata de un conjunto de acciones planificadas cuando se realiza con carácter de urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (ej.: un fallo de seguridad). Sin embargo, es posible planificarlo cuando se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que, cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios [2].

Este tipo de mantenimiento permite alargar la vida útil de los equipos a partir de la reparación de piezas y la corrección de fallos. En cambio, este mantenimiento tiene la desventaja de la imposibilidad de predecir el fallo. En este sentido, el coste y los tiempos de la reparación cuando ocurre un fallo de manera imprevista, son siempre una incógnita.

- **Mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir la aparición de averías en los equipos. Este mantenimiento se efectúa, por norma general periódicamente.

Tiene como objetivo el detectar fallos que puedan llevar a un mal funcionamiento. De esta manera se evitan los altos costes en la reparación la disminución de las posibilidades de fallos imprevistos. Asimismo, permite una mayor duración de los equipos [2].

Alguna de las acciones que se realizan son la limpieza, ajustes, análisis, lubricación, cambio de piezas, entre otros. En el ámbito de la informática consiste en la revisión en el software y hardware de los equipos, de modo que los usuarios puedan disponer de equipos fiables para el intercambio de información de manera segura a máxima velocidad.

El mantenimiento preventivo se divide a su vez en:

a. Mantenimiento programado.

Se caracteriza por realizarse en un determinado momento establecido con anterioridad. La programación se prepara a través de un seguimiento que determina el momento en el que debe realizarse la debida manutención.

b. Mantenimiento de oportunidad.

Como su propio nombre indica, este mantenimiento se realiza aprovechando los periodos en los que no se está utilizando el equipo.

- **Mantenimiento predictivo.**

El mantenimiento predictivo evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, en función de su estado, lo que produce importantes ahorros. Es un conjunto de técnicas de análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los diferentes equipos.

Este tipo de mantenimiento cuenta con importantes ventajas como un aumento de la disponibilidad de la maquinaria, lo que mejora la fiabilidad global. Además, se reduce el gasto en repuestos, ya que el número de intervenciones se reduce significativamente.

Para que se puedan aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo se necesita que se generen señales de fallos, o síntomas de su existencia. Los fallos en el equipo se pueden observar, desde la utilización de los sentidos humanos (oído, vista, tacto y olfato) hasta la utilización de datos de control de proceso y de control de calidad, el uso de herramientas estadísticas, entre otras [2].



Figura 2: Resumen tipos de mantenimiento en cada escalón. Fuente: [1]

En la figura anterior, se puede observar los diferentes escalones de mantenimiento con los que se cuenta en el Ejército de Tierra, y dentro de qué tipo de mantenimiento se puede encuadrar cada prototipo o forma tipo de mantenimiento. También se expresa quien es el encargado de realizar dicho mantenimiento.

1.7. Mantenimiento de los medios de una Compañía de Transmisiones.

En el contexto de una Compañía de Transmisiones es necesario diferenciar dos tipos de mantenimientos que no han sido nombrados anteriormente.

El primero es el **mantenimiento orgánico**, que es el que se realiza en la propia unidad, y que engloba los dos primeros escalones de mantenimiento. El mantenimiento que se realiza en el primer escalón es un mantenimiento de operador, eso quiere decir, que es realizado por los usuarios que operan el terminal.

El mantenimiento de segundo escalón se realiza también en la propia unidad. Los batallones cuentan con una sección de mantenimiento. En estas secciones se realiza tanto un mantenimiento preventivo, que es aquel que no puede ser realizado por el operador del terminal, ya sea por la falta de material o la falta de conocimiento, como un mantenimiento correctivo, cuando un terminal o equipo no funciona correctamente.

Por último, existe el **mantenimiento integral**, que es el que se encarga de mantener en condiciones de uso un material o equipo, durante todo el periodo de su vida útil.

El mantenimiento integral no se utiliza únicamente cuando el equipo no está operativo y no puede ser reparado por los escalones anteriores, sino que también se encarga de realizar el control de calidad de los diferentes equipos y materiales (ej.: ITV).

Este mantenimiento se realiza en unas instalaciones fijas y muy específicas, cada una de las AALOG/ULOG/OLC están especializadas en unos tipos de equipos determinados, por lo tanto, dependiendo del tipo de equipo que sea, se trasladará el equipo a unas u otras.

Para conocer en más profundidad el mantenimiento que se le realiza a cada equipo de una Compañía de Transmisiones, consultar ANEXO D. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS REALIZADO POR EL PRIMER ESCALÓN EN UNA COMPAÑÍA DE TRANSMISIONES.

Todos los operadores de los diferentes terminales deben estar instruidos y preparados para realizar un buen mantenimiento de estos. El mantenimiento tanto preventivo como correctivo de estos equipos, es imprescindible para evitar, en la medida de lo posible que los terminales tengan que ser enviados a escalones de mantenimiento que se encuentren fuera de la unidad (3^{er} y 4^o escalón), debido a que el tiempo de retorno de dicho equipo a la unidad es demasiado largo. Es por ello, que debe existir un control minucioso de los detalles asociados y el histórico de revisiones de los equipos, y es aquí donde el primer escalón presenta su mayor carencia.

2. Objetivos y alcance del proyecto.

El objetivo principal de este proyecto es el diseñar y programar una aplicación web que permita la gestión de los medios pertenecientes al primer escalón de la compañía de transmisiones de manera rápida y eficiente. La función principal de la aplicación web es que actúe como un interfaz gráfico, para visualizar y editar de forma intuitiva las diferentes actualizaciones que han sufrido los dispositivos.

En base a esto, los objetivos secundarios de este proyecto, que servirán como hoja de ruta, se definen de la siguiente manera:

- Realizar el análisis de los requisitos y viabilidad del programa, en el que queden claro las tareas específicas que debe realizar la aplicación.
- Diseño general, en el que se contemplen las especificaciones más generales de la aplicación.
- Diseño lógico que describa las interacciones de la aplicación y los usuarios.
- Diseño de la arquitectura (descomponer el programa en partes de complejidad abordables).
- Implementación de la aplicación, programando completamente todo el funcionamiento del programa.
- Determinación y realización de las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación web.
- Instalación de la aplicación. Consiste en poner la aplicación en funcionamiento, junto con los componentes que pueda necesitar (base de datos, librerías y software asociados).
- Documentar con toda la información necesaria, que sea funcional para el usuario final en el manejo (manual del usuario), y de desarrollo para futuras adaptaciones, ampliaciones y correcciones.

Inicialmente la aplicación, será probada de forma local (Local Host), para realizar las primeras pruebas mientras se programa la aplicación con el objetivo de que cumpla con todos los requisitos especificados.

Finalmente, la aplicación será desplegada remotamente para que, de esta forma todos los usuarios que se encuentren en la misma red, y cuenten con un usuario, puedan acceder a la aplicación.

3. Metodología.

En este trabajo se han utilizado diferentes métodos y herramientas para obtener información, analizarla, planificar las acciones y ejecutar el proyecto.

Inicialmente, se ha realizado un estudio para conocer las carencias de los métodos seguidos hasta el momento por el primer escalón para la gestión del mantenimiento, y así de este modo, poder mejorarlo. Para ello, en un primer momento, se realizó una entrevista oral, en la que se recopiló la información mínima necesaria para tomar una decisión sobre las funcionalidades de la aplicación. Seguidamente, y para plasmar de una forma numérica las respuestas de los jefes encargados de esta tarea, se realizó un cuestionario específico que se puede ver en el ANEXO E. PLANTILLA DE ENCUESTA ORAL.

Seguidamente, se ha procedido a analizar la información recabada para estudiar la viabilidad de utilizar una aplicación para la gestión del mantenimiento de los diferentes equipos con los que cuenta la Compañía. Para ello, se ha realizado un análisis de las Debilidades, Amenazas y Fortalezas y Oportunidades (DAFO) [3].

Se ha creado un Acta de Constitución de Proyecto, para formalizar el inicio de este. Se puede ver en el ANEXO F. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.

Con el fin de facilitar la planificación del trabajo [4], se ha realizado una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Esta misma, ha sido reflejada gráficamente mediante un Diagrama de Gantt, indicando las tareas a llevar a cabo, su duración y su fecha de inicio prevista.

Con el objetivo de estudiar las posibles contingencias que pudieran surgir a lo largo del desarrollo del proyecto, se ha realizado una matriz de riesgos con sus correspondientes acciones de respuesta. Además, conforme se ha ido avanzando en el desarrollo de la aplicación, se ha ido evaluando sistemáticamente el cumplimiento de requisitos mediante una plantilla de evaluación de calidad (ver ANEXO G. EVALUACIÓN DE CALIDAD.)

Para el desarrollo de la base de datos se ha utilizado la versión gratuita de MySQL Workbench [5], que es una herramienta visual de diseño de bases de datos que integra el desarrollo, la administración, el diseño, la creación, y el mantenimiento de bases de datos SQL. Para el desarrollo de la aplicación, se ha utilizado Java [6] como lenguaje de programación, apoyándose en el Framework de Spring Boot para la construcción de esta, ya que facilita el trabajo de desarrollo de aplicaciones en servidores web. Con la aplicación desarrollada, se ha utilizado el contenedor de servicios de Apache TomCat [7] para desplegar esta y poder acceder en remoto.

Las tareas generales que se han llevado a cabo han sido las siguientes:

- Brainstorming, para analizar las diferentes funcionalidades con las que debería contar la aplicación en función de las necesidades expresadas en las entrevistas.
- Creación de la base de datos, con el fin de definir las diferentes tablas/objetos y los diferentes campos con los que se va a trabajar, así como sus relaciones.

- Programación de la aplicación, orientada a las necesidades obtenidas anteriormente.
- Prueba de la aplicación sobre servidor local. El desarrollo de la aplicación se hará inicialmente de forma local para solventar todos los problemas que puedan ir surgiendo. Una vez que la aplicación supere satisfactoriamente una batería de requisitos, definidos en el documento de Evaluación de la Calidad (EC, ver ANEXO G. EVALUACIÓN DE CALIDAD.), la aplicación estará lista para su uso en un servidor remoto.
- Prueba de despliegue sobre servidor remoto y comprobación de su correcto funcionamiento.

4. Gestión actual del mantenimiento en la Compañía.

La metodología seguida en todas las unidades para el mantenimiento de los diferentes equipos, consta de diferentes fases y documentos, en función del tipo de avería, o mantenimiento que se le debe realizar.

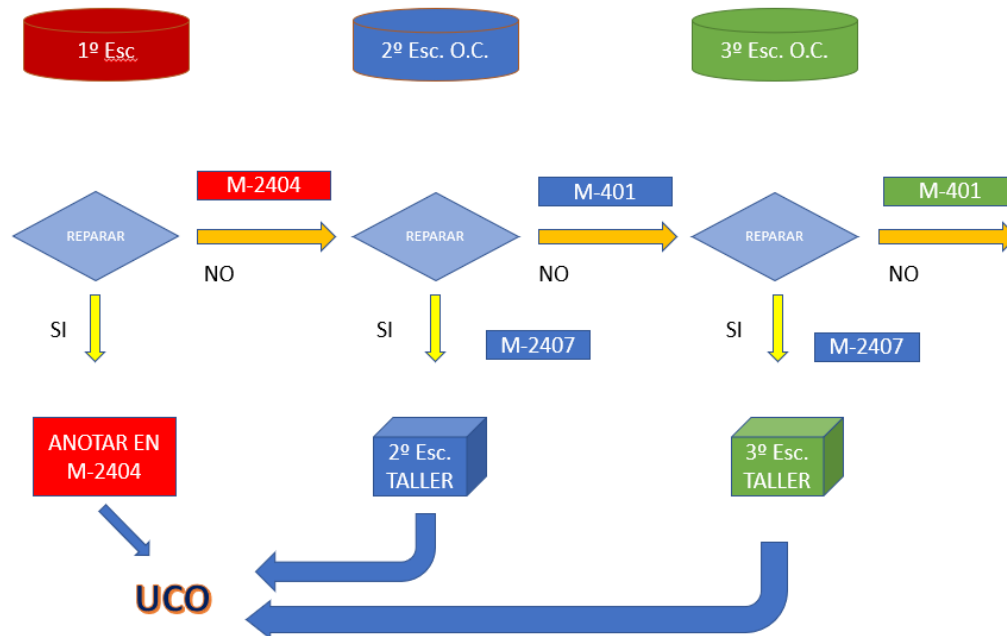


Figura 3: Metodología de la gestión del mantenimiento. Fuente [1]

En la siguiente imagen, se puede observar los diferentes niveles de mantenimiento por los que van pasando los diferentes equipos, en el caso de que, en el escalón de mantenimiento anterior, no hayan podido solventar el problema. Además, también se puede observar los diferentes documentos que se van generando con el paso por los diferentes escalones, que hace referencia a la documentación de mantenimiento de los diferentes equipos.

En el primer escalón se realizan las tareas de mantenimiento básicas, que pueden ser realizadas por los usuarios. Si el equipo puede ser reparado o se le puede realizar el mantenimiento en el primer escalón se anotan las tareas que se le han realizado en el documento M-2404² que va asociado a cada equipo. Si no pudiera ser reparado por el primer escalón, se anotan las deficiencias y deterioros en el M-2404 y se solicita la reparación por el segundo escalón.

Una vez que llega el equipo al segundo escalón de mantenimiento pueden ocurrir dos situaciones. Si el equipo puede ser reparado en el segundo escalón, se anota en el

²M-2404. En el documento M-2404 se realizan las anotaciones referentes al mantenimiento preventivo. En él se anotan las deficiencias y deterioros. Este documento relaciona el primer y segundo escalón, a través de este documento es donde se realiza la petición de reparación por el segundo escalón.

documento M-2407³ que a su vez es anotado en el M-2404. Si no puede ser reparado se solicita la reparación del equipo a través del documento M-401⁴.

Una vez generada la petición de reparación a través del M-401, el tercer escalón es el encargado de denegar o autorizar el ingreso del equipo en el cuarto escalón. Si es autorizado el ingreso del equipo, el tercer escalón puede tener la capacidad de repararlo, entonces anota en el M-2407 todas las tareas realizadas, que también son apuntadas en el M-2404, en el caso que no se pueda arreglar en el tercer escalón, se vuelve a generar el M-401 que se envía al cuarto escalón para petitionar la reparación por dicho escalón.

4.1. Problemática en la gestión del mantenimiento.

Tras los estudios realizados en la Compañía de Transmisiones, se han observado diversos aspectos a mejorar, todos ellos relacionados con el principal problema con el que cuenta el primer escalón de mantenimiento, que es el hecho de que la función logística de mantenimiento está gestionada por la plataforma SIGLE. Los problemas que presenta esta plataforma son:

- No gestiona el primer escalón de mantenimiento.
- No gestiona materiales no catalogados.
- No gestiona fallos en las comunicaciones.

Para gestionar el mantenimiento del primer escalón, la Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista, utiliza un método obsoleto, como es el uso de una pizarra, en la cual, se va apuntando los diferentes problemas que presentan los medios CIS.

Al utilizar una pizarra para la gestión del mantenimiento del primer escalón, es difícil conocer todos los datos de importancia, y tener una buena organización para el mantenimiento de los medios de la compañía.

Uno de los defectos principales y consecuencias negativas que provoca el uso de una pizarra, es que no se puede guardar un historial de los problemas que ha presentado el equipo, ya que cuando algo se borra, no queda constancia, ni referencia documental de ningún tipo en la actualidad.

Esta práctica, choca directamente con uno de los aspectos más importantes para realizar un buen mantenimiento preventivo, que es el conocer la fecha de la última revisión que se le ha realizado a ese equipo, de tal modo que se pueda programar de forma organizada la siguiente revisión.

Otro problema que se plantea es que una pizarra tiene un espacio limitado y por lo tanto, no se pueden añadir y guardar todas las incidencias de los medios, sino que es necesario priorizar. De esta forma, se apuntan únicamente las incidencias más reseñables,

³ M-2407. En el documento M-2404 se realizan las anotaciones referentes al mantenimiento correctivo. Permite la reparación al escalón superior, registrar las tareas realizadas y el control de tiempo y repuestos empleados. También relaciona el 2º, 3º, y 4º escalón.

⁴ M-401. En el siguiente documento sirve de adelanto de petición de mantenimiento correctivo. Permite solicitar una reparación y denegar o autorizar el ingreso del equipo. También relaciona el 2º, 3º, y 4º escalón.

no dejando constancia de otras menos importantes pero que podrían ser indicadores de problemas futuros.

Además, la Compañía de Transmisiones de la Brigada, presta apoyo a las diferentes Banderas (BON) con los diferentes medios CIS con los que cuenta la Compañía, de tal modo que resulta muy difícil tener un control de los medios que se encuentran en ese momento en posesión de la Compañía, o por el contrario se encuentran prestando algún apoyo a otra unidad.

5. Análisis de viabilidad y planificaciones del proyecto.

5.1. Análisis DAFO.

Con el fin de conocer la viabilidad de la aplicación que se va a realizar, se ha utilizado la herramienta DAFO para en un futuro poder implantar esta aplicación en las Compañías de una Brigada de Transmisiones.

<i>FACTORES INTERNOS</i>	<i>FACTORES EXTERNOS</i>
<p style="text-align: center;"><u>DEBILIDADES</u></p> <p>Necesidad de contar con un ordenador con acceso a Internet para poder establecer la conexión con el servidor.</p> <p>Al desplegarse en un ordenador que actúe como servidor remoto, debe estar en todo momento encendido y conectado a la red.</p> <p>Solo pueden acceder a la aplicación web los dispositivos que se encuentren en la misma red⁵.</p>	<p style="text-align: center;"><u>AMENAZAS</u></p> <p>Al requerir un servidor remoto, el acceso a la aplicación desde muchos dispositivos podría saturar el servidor y hacer que caiga, dejando sin acceso a todos sus usuarios.</p> <p>Posibles caídas de la aplicación, ya sea, por una caída de internet o por una caída del servidor remoto.</p>
<p style="text-align: center;"><u>FORTALEZAS</u></p> <p>Acceso al historial de mantenimiento de todos los equipos en tipo real.</p> <p>Gran conocimiento del estado de todos los equipos y el personal encargado.</p> <p>Con Wifi RAP con la que cuentan todos los acuartelamientos, los dispositivos se encontrarían en la misma red, permitiendo el acceso a la aplicación desde cualquier equipo.</p> <p>Seguridad, ya que se necesita por un lado un usuario para acceder a la Wifi RAP y otro para acceder a la aplicación.</p>	<p style="text-align: center;"><u>OPORTUNIDADES</u></p> <p>Mejora sustancial sobre la metodología actual.</p> <p>Posible aumento de la vida útil de los equipos, al mejorar la gestión de sus mantenimientos.</p> <p>Posibilidad de introducir mejoras a la aplicación al ser escalable y modulables.</p>

Tabla 2: Análisis DAFO para el estudio de la viabilidad de la aplicación. Fuente: [3]

⁵ Esta debilidad puede no ser tal si se interpreta como una capa de seguridad. Si el objetivo de la aplicación es de uso interno, puede ser deseable la imposibilidad de conexión desde el exterior.

Como se puede observar en los apartados anteriores, a pesar de contar con algunas debilidades y riesgos, los puntos positivos sobrepasan con creces los negativos, por lo que se ha considerado que es viable llevar a cabo el desarrollo de la aplicación.

5.2. Definición de necesidades y planificación de tareas.

Además de este estudio preliminar, se han realizado una serie de encuestas de carácter informal para definir de forma general las necesidades existentes. Una vez hechas y analizadas, se ha realizado una encuesta en la cual se le pedía a cada jefe, que ordenase de mayor a menor las preferencias sobre 10 funcionalidades (predefinidas en base a las necesidades previstas) que pudiera tener la aplicación con el fin de enfocar el trabajo sobre las más importantes. Los resultados individuales pueden consultarse en el ANEXO H. ESTUDIO DE PRIORIDAD DE FUNCIONALIDADES. En el siguiente gráfico se muestra un resumen con las funcionalidades con las que debería contar la aplicación ordenadas de mayor a menor prioridad, donde el 10 representa la máxima puntuación y el 1 la menor.

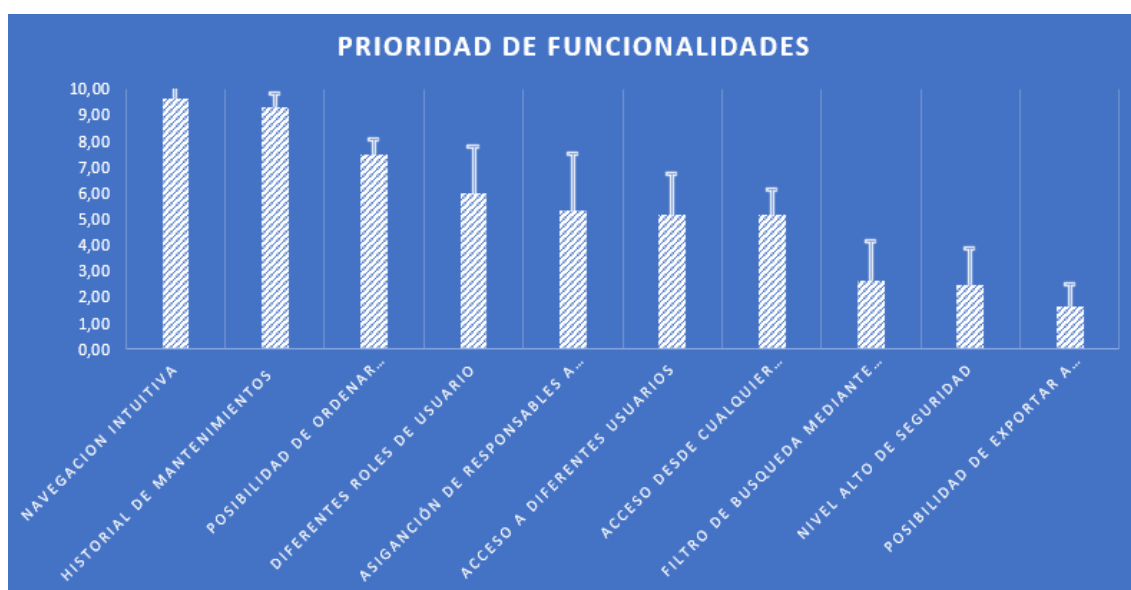


Figura 4: Gráfico de prioridad de funcionalidades para la aplicación. Ref.: Elaboración propia

Las 10 funcionalidades a ordenar eran:

- Navegación intuitiva.
- Historial de mantenimientos.
- Posibilidad de ordenar equipos por fecha de último mantenimiento.
- Diferentes roles de usuario.
- Asignación de responsables a cada equipo.
- Acceso a diferentes usuarios.

- Acceso desde cualquier dispositivo.
- Filtro de búsqueda mediante texto.
- Nivel alto de seguridad.
- Posibilidad de exportar a Excel para impresión.

Como se puede observar, existe un gran consenso entre los encuestados (muy baja desviación de las respuestas) sobre que lo más prioritario sería una navegación intuitiva y la posibilidad de consultar un historial de los mantenimientos, así como la capacidad de ordenar las tablas según desee el usuario. La seguridad del sistema y la posibilidad de exportar a Excel fueron definidas en general como las menos prioritarias, debido en parte a que la información almacenada no es sensible y la documentación se haría de forma automática en la base de datos. Esta información fue la base para el desarrollo de la aplicación, con especial relevancia en las tareas 4.2 y 4.3 descritas a continuación.

Para la planificación del proyecto, se ha realizado una EDT (Estructura de Desglose del Trabajo), con el objetivo de planificar de la mejor manera todo el proceso de desarrollo de acuerdo a las necesidades expresadas por los encuestados. En la EDT, se han tenido en cuenta, además, todas las tareas necesarias para cumplimentar los subobjetivos marcados. Realizada la EDT, se ha proyectado la planificación en un Diagrama de Gantt, para ver de una manera más gráfica el proceso a seguir.

Cabe destacar, que todos los plazos se han ejecutado satisfactoriamente hasta la tarea 4 incluida. Sin embargo, las fechas de finalización previstas para los puntos 5, 6 y 7, han sido retrasadas para poder plasmar mejor el trabajo realizado en la memoria.

Proyecto: Desarrollo de una aplicación web para la gestión del mantenimiento de los medios de la Compañía de Transmisiones.				FECHA:	3/09/2020
Encargado del proyecto: David Mena Oliva					
ID	Nombre Tarea	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Fin	Hipervínculo
1	Lanzamiento del proyecto		07/09/2020	11/09/2020	
1.1	Acta de Constitución de Proyecto.	Reunión para definir los objetivos y autorización del proyecto	07/09/2020	10/09/2020	ANEXO F
1.2	Estructura de desglose	Definición de fechas importantes e hitos.	07/09/2020	11/09/2020	ANEXO I
2	Obtención de información		09/09/2020	14/09/2020	
2.1	Obtención de la información sobre la gestión hasta el momento.	Por parte de los jefes encargados de esta tarea.	09/09/2020	14/09/2020	
2.2	Análisis de viabilidad del proyecto	Mediante la herramienta de análisis DAFO.	09/09/2020	14/09/2020	5.1
2.3	Análisis de Riesgos	Mediante la matriz de análisis de riesgos.	09/09/2020	14/09/2020	5.3
2.4	Obtención de las funcionalidades con las que debe contar la app.	Por parte de los jefes encargados de esta tarea.	09/09/2020	14/09/2020	

3	Creación de la base de datos				6
3.1	Instalación del entorno	Aplicación donde se va a crear la BBDD (MySQL Workbench)	15/09/2020	15/09/2020	
3.2	Obtención del Diagrama Entidad-Relación	Como se relacionan las diferentes tablas entre ellas	15/09/2020	20/09/2020	
3.3	Creación de las tablas.	Con sus respectivos campos.	15/09/2020	20/09/2020	
4	Desarrollo de la App				6
4.1	Instalación y preparación del entorno de programación.	Eclipse	22/09/2020	25/09/2020	
4.2	Desarrollo la parte del modelado	Como se relacionan las diferentes clases.	26/09/2020	30/10/2020	
4.3	Desarrollando la parte de la vista	Interfaz gráfica	10/10/2020	30/10/2020	
5	Desarrollo de líneas futuras	Presentación de posibles mejoras de la aplicación	20/12/2020	30/12/2020	9
6	Desarrollo de la conclusión del trabajo	Principales resultados obtenidos	20/12/2020	30/12/2020	8
7	Fin del proyecto	Cierre del proyecto	11/1/2021	12/1/2021	

Tabla 3: EDT Fuente: [8]

A continuación, se muestra de una manera más visual la planificación seguida para el desarrollo del trabajo, mediante un diagrama de Gantt.

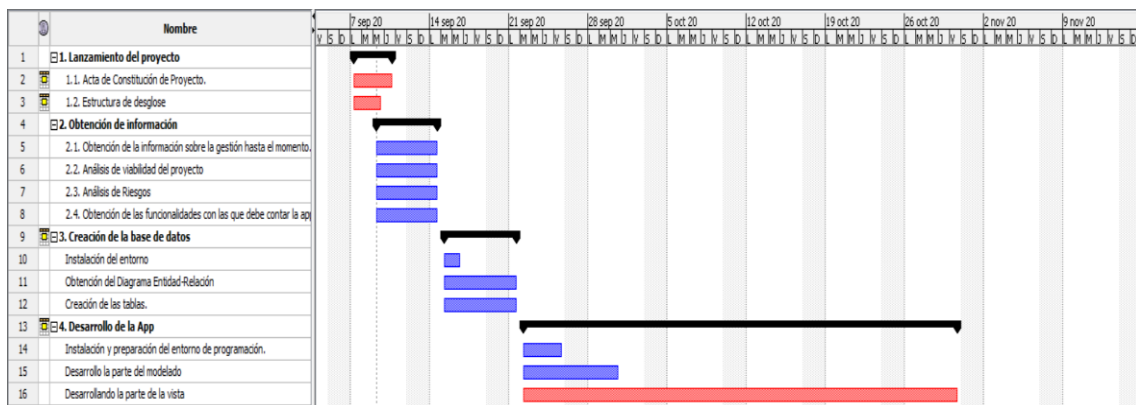


Tabla 4: Diagrama de Gantt Fuente: [4]

5.3. Análisis de riesgos.

Inicialmente, y antes de poner en marcha el desarrollo del proyecto, se han identificado una serie de riesgos que ha sido convenientes analizar. Para ello se ha realizado un análisis cualitativo [9] haciendo un registro de estos en la siguiente tabla⁶.

Análisis de riesgos											
Desarrollo de una aplicación web para la gestión del mantenimiento de los medios de la Compañía de Transmisiones.				Jefe de Proyecto:		DAVID MENA OLIVA		Fecha cambio		15/09/20	
Título Proyecto:								Fecha planificada		5/9/20	
Evaluación de riesgos											
ID	Descripción riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida	Tendencia	Fecha planificada	Fecha realización
1	No cumplir con los plazos establecidos.	Que no se pueda terminar la aplicación en la fecha marcada.	H	1	IH	No cumplir con todas las funcionalidades marcadas.	Cumplir al menos con las funcionalidades principales.	IL		5/9/20	6/11/20
2	La aplicación difícil de usar	Que su uso sea demasiado complicado y se vuelva al modo de gestión anterior.	H	1	IH	No cumplir con la función principal de que sea sencilla de usar.	Mejorar la interfaz gráfica	IL		1/11/20	1/11/20
3	Saturación del servidor	Demasiados dispositivos accediendo al mismo tiempo a la App	M	2	2M	Dificultaría la accesibilidad a la app	Si existen demasiados usuarios, desplegar en más de un servidor remoto.	1M		02/11/2020	01/11/2020
4	No conseguir un nivel de encriptado deseado.	Exposición de todos los equipos con los que cuenta el ET	L	3	3L	Posible pérdida de todos los datos de la BBDD.	Buscar un nuevo enfoque para conseguir el nivel de encriptado deseado.	1M			
5	No conseguir desarrollar la app web	Carencia de los conocimientos necesarios para desarrollar la app	H	1	IH	No finalizar en tiempo el TFG	Buscar ayuda externa.	IH			
6	No contar con un servidor web de la unidad donde desplegarlo.	La unidad no cuenta con ningún servidor	H	3	IH	Cambiar la forma de despliegue	Desplegarlo remotamente en un ordenador.	IL			
7	No conseguir desplegar la app en un servidor web o remoto.	Carencia de los conocimientos necesarios para desplegar la app	H	2	IH	Imposibilidad de trabajar en remoto	Trabajar en local temporalmente. Búsqueda de ayuda externa.	IH			

Tabla 5: Tabla de análisis de riesgos Fuente [9]

Se puede observar en la tabla 5, que la mayoría de los riesgos son asumibles, aunque su impacto tras la aplicación de medidas sea alto, ya que la probabilidad de que se den dichas problemáticas es baja.

En definitiva, el mayor riesgo que se corría con el desarrollo de esta aplicación, tras buscar alternativas o soluciones previas a las posibles contingencias, es el de no tener los conocimientos necesarios para desplegar la aplicación, dado que el proyecto no podría alcanzar el objetivo principal. En cualquier caso, como se recoge en las conclusiones de este trabajo, finalmente se ha conseguido alcanzar satisfactoriamente todas las metas propuestas.

⁶ Columna de Impacto: En ella se evalúa la repercusión que podría tener los riesgos descritos a través de tres letras, H (high), M (Medium), L (Low).
Probabilidad: medida del 1 al 3, donde 1 es una probabilidad baja y 3 una probabilidad de ocurrencia alta.

Matriz riesgos proyecto					Estadística	
Probabilidad	3	1	0	1	Clase riesgo	Número
	2	0	1	1	Crítico	1
	1	0	0	3	Alto - medio	1
		Low	Medium	High	Medio	5
		Impacto			Bajo	0
					Total:	7

Tabla 6: Matriz de Riesgos Fuente [9]

En la matriz de probabilidad anterior, se puede observar de una forma más visual, en función del impacto y la probabilidad a la clase de riesgos que se enfrenta el desarrollo de este proyecto.

5.4. Evaluación de Calidad.

La programación debe conseguir establecer una serie de factores, que puedan determinar la calidad del programa. Los factores de calidad más importantes son:

- **Correctitud:** la correctitud de un programa se consigue si este hace lo que debe realizar tal y como se estableció en las fases previas a su desarrollo. Para ello es muy importante especificar, cuáles son las funcionalidades del programa antes de su desarrollo.
- **Claridad:** la claridad tiene un papel fundamental en la programación. Es muy necesario que sea lo más claro y legible posible. No solo para facilitar su desarrollo, sino también, para su posterior mantenimiento.
- **Eficiencia:** el desarrollo de un programa no solo consiste en realizar aquellas tareas para las que fue creado, es decir, que sea correcto, sino que lo haga gestionando de la mejor manera posible los recursos del sistema.
- **Portabilidad:** es muy importante que los programas cuenten con la capacidad de poder ejecutarse en diferentes plataformas. De tal modo, que un programa elaborado para un sistema Linux, pueda también ejecutarse por ejemplo en un sistema operativo Windows o Android.

Para cuantificar la consecución de dichos objetivos de calidad, tal como se ha descrito en el apartado de metodología, se ha planteado una batería de preguntas, para evaluar los distintos apartados y dar el visto bueno para su uso por parte del usuario final. (ver ANEXO G. EVALUACIÓN DE CALIDAD.)

6. Desarrollo de la aplicación web para la gestión del mantenimiento.

Para solventar la problemática expuesta en apartados anteriores, este proyecto aporta el desarrollo de una aplicación Web que actúe como interfaz gráfica, para gestionar (consultar, añadir, modificar y eliminar) acciones de mantenimiento de una base de datos.

En primer lugar, es necesario crear una base de datos [5]. Para ello se va a utilizar el programa informático MySQL Workbench, tal como se ha descrito en el apartado 3 de Metodología. En dicho programa se van a crear las diferentes entidades (tablas, clases, objetos) y definir las relaciones entre ellas.

Para el desarrollo de la Base de Datos, se han clasificado las tablas en dos tipos (maestras y resto), en función del tipo de tablas con las que están conectadas y la relación que tienen con las demás tablas.

El primer tipo de tablas han sido denominadas maestras, ya que son necesarias para poder crear los objetos principales. Estas tablas son las siguientes: *tipo de equipo*, *roles* y *rangos*. La tabla *tipo de equipo*, ha sido creada para poder diferenciar los equipos de las diferentes secciones, que pueden ser equipos de radiofrecuencia, equipos de redes, y equipos de satélite. La tabla *roles*, hace referencia a los diferentes papeles que puede tomar un usuario, ya sea como administrador o como cliente. La tabla *rangos* se ha creado para conocer el empleo del usuario.

Respecto a las no maestras, se cuenta con las tablas: *equipos*, *usuario*, *personal* y *mantenimiento*. La tabla *equipos*, va a mostrar todos los equipos con los que cuenta la compañía de transmisiones. La tabla *usuario* ha sido creada para el acceso del personal autorizado de la compañía. La tabla *personal* está compuesta por el personal autorizado para el uso de la aplicación y de esta forma poder conocer todos los datos de cada usuario. Finalmente, la tabla *mantenimiento* se ha creado para llevar un registro de todos los mantenimientos realizados a los diferentes equipos y poder actualizar los datos.

Los diferentes campos de los que están compuestas las tablas se pueden consultar con más detalle en ANEXO I. CAMPOS DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.

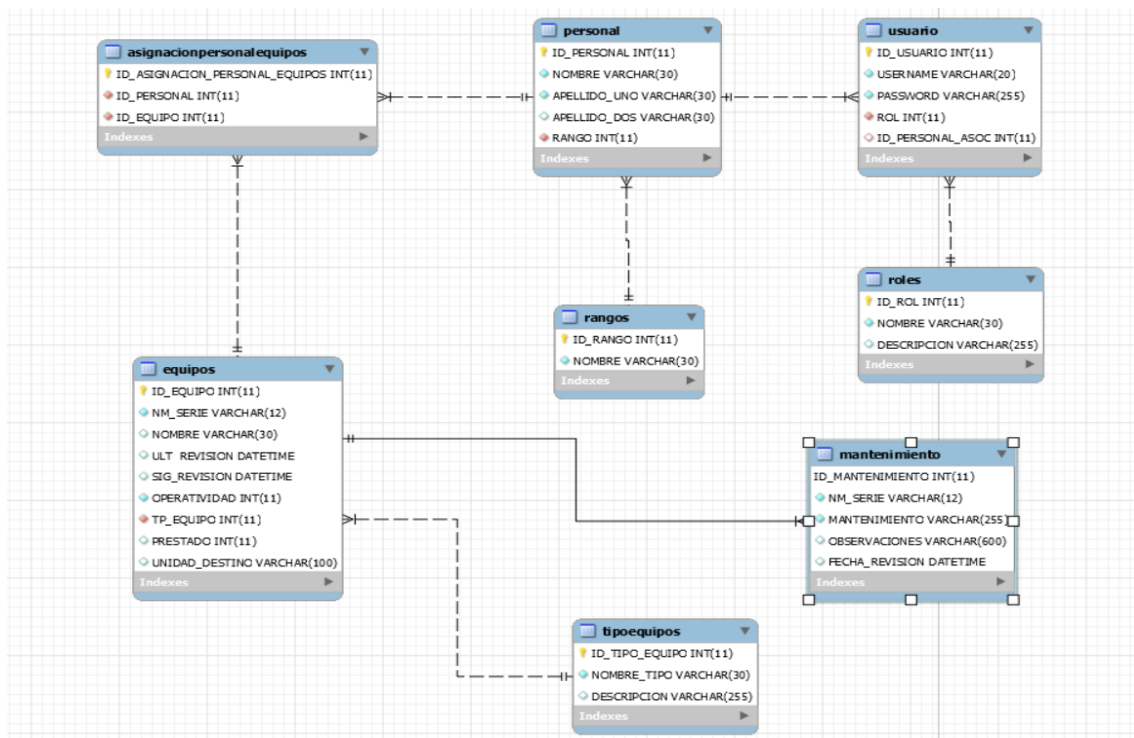


Figura 5: Modelo Entidad-Relación.

En la figura anterior, se puede observar el diagrama entidad-relación de la BBDD. En él se observan las diferentes tablas/entidades descritas anteriormente y las relaciones que existen entre ellas.

En lo referente al desarrollo de la aplicación web, se ha usado JAVA como lenguaje de programación. Se ha elegido el Framework de Spring Boot para la construcción del programa. Este Framework, es un entorno que facilita el trabajo de desarrollo de aplicaciones en servidores web mediante la inyección de dependencias externas que se necesitan para el desarrollo de la aplicación.

Además de ser un entorno muy intuitivo, dispone de librerías que facilitan el desarrollo de las partes del modelo de arquitectura que se va a utilizar.

En el desarrollo de la aplicación, se ha utilizado la arquitectura Modelo-Vista-Controlador [10], dado que el lenguaje de programación Java proporciona este soporte. Este patrón de arquitectura es de los más usados para crear proyectos escalables y modulares, separando la estructura en tres componentes lógicos, el modelo, la vista y el controlador. Cada uno de estos componentes cumplen una función específica. La forma en la que se relacionan permite a los programadores, crear mejores aplicaciones, de tal modo, que puedan ser entendidas y mantenidas en un futuro.

El modelo tiene la responsabilidad de relacionar los datos con los cuales una aplicación va a operar, es decir, es el que se encarga de la lógica de negocio. El modo en el que se relacionan los datos es a través de las diferentes clases (objetos) con las que cuenta la aplicación (objetos que se crean a partir de las tablas de la BBDD), en las cuales se realizarán las operaciones en función de los requisitos que requiera la aplicación (en este caso, inserción, consulta y edición de diversas tablas relacionadas con el mantenimiento).

Cuando se hace referencia a la vista, se refiere a la parte de la aplicación que contempla la interfaz gráfica. Cada elemento gráfico que interactúa con el usuario es la vista y su función es la de ser la capa, que obtiene información sobre qué quiere el usuario (eventos). La vista siempre muestra la información del modelo. En este caso, se interactúa con la interfaz a través de un navegador web y una serie de componentes básicos (botones, tablas, campos de texto, etc.).

El controlador es el encargado de interpretar, dar sentido y responder a todas las acciones o eventos que realiza el usuario a través de la vista para solicitar una operación. También es el responsable de seleccionar qué vista es la que tiene que mostrar al usuario en función de la solicitud recibida, siendo por tanto el vínculo que une al modelo con la vista.

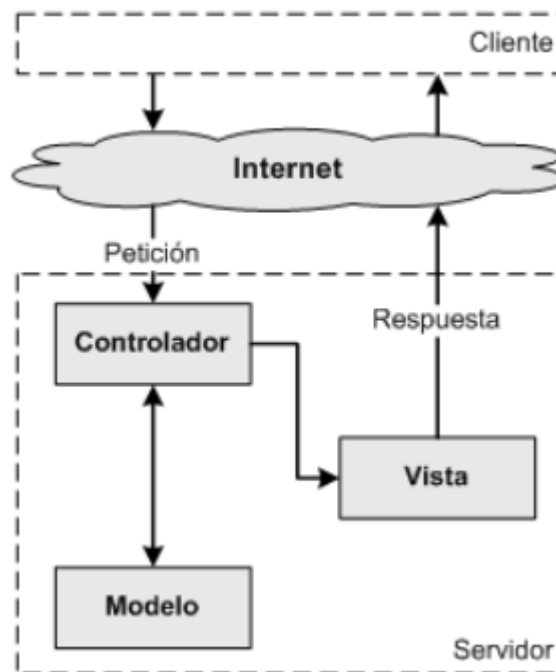


Figura 6: Arquitectura Modelo Vista-Controlador Fuente [10]

En el ANEXO J. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN, se puede ver de forma más amplia todo lo referente al desarrollo de la aplicación y la organización de la paquetería.

Como se ha descrito anteriormente, el objetivo que se ha querido conseguir con el desarrollo de esta aplicación web es el de gestionar de una manera sencilla y visual una base de datos, es decir, una interfaz gráfica que permita conocer e interactuar con los datos más relevantes de cada uno de los equipos a simple vista. Las funciones de las que consta la aplicación son las siguientes:

- **Nivel administrador:**
 - Es el único que puede crear los diferentes usuarios que tienen acceso a la aplicación.
 - Los equipos son dados de alta por el administrador.
 - Puede consultar tanto los equipos con los que cuenta la compañía, como el histórico de mantenimientos de cada terminal.

- Puede modificar tanto los datos de los equipos con los que cuenta la compañía, como el histórico de mantenimientos de cada terminal.
- Puede eliminar tanto los equipos con los que cuenta la compañía, como el histórico de mantenimientos de cada terminal.
- **Nivel usuario:**
 - El usuario es creado por el administrador, proporcionándole unas credenciales para el acceso a la aplicación.
 - Puede consultar tanto los datos de los equipos que tiene bajo su responsabilidad como sus mantenimientos.
- **Nivel aplicación:**
 - Permite una navegación intuitiva de los datos mediante pestañas y tablas con diferentes acciones.
 - Permite ordenar los mantenimientos en función de la fecha de realización de la revisión.
 - Permite ordenar por todos los campos del equipo.

A continuación, se muestran algunas capturas de pantalla de la aplicación web, de tal forma que se pueda observar la interfaz gráfica a la que se va a tener que enfrentar el usuario de la aplicación.

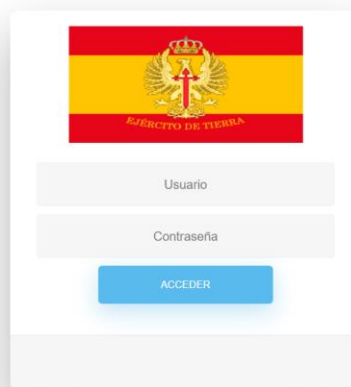


Figura 7: Vista del Login del servidor web

En la figura 7, se puede observar la vista que muestra el *login* de todos los usuarios, en la cual se requiere un identificador y una contraseña para tener acceso.

Bienvenido a la Demo de la nueva aplicación de consulta y gestión de mantenimientos.



Figura 8: Vista de la página principal del Servidor Web

En la figura 8, se observa la página de inicio, en la cual, únicamente se aparece un mensaje de bienvenida a la aplicación. También se puede ver, que en la parte superior derecha se muestra el usuario que ha iniciado sesión en la aplicación, el rol que tiene y la posibilidad de desconexión (logout). Además, en la parte superior izquierda, se cuenta con una barra de utilidades, con dos apartados clickables que corresponden con los equipos de la Compañía y el personal con acceso a la aplicación.

Equipos						Acciones
Numero de Serie	Nombre	Siguiente Revisión	Operatividad	Prestado	Unidad de Destino	
4568	Mercurio 2000	2020-10-30	SI	SI	BRIPAC	[+][-][i]
7987	TLB 50 IP	2020-10-24	NO	NO	Nadie	[+][-][i]
4567	UBIQUITY	2020-10-24	SI	NO	Nadie	[+][-][i]

[Añadir nuevo](#)

Figura 9: Vista de la pantalla equipos del Servidor Web

En la figura 9, se muestra la vista correspondiente a equipos. En ella, se puede ver todos los campos de interés de los diferentes equipos (número de serie, nombre, siguiente revisión). También se ven las diferentes acciones que pueden realizar los usuarios de la aplicación, como actualizar, consultar los datos y eliminar el equipo, respectivamente. Además, todos los campos pueden ser ordenados de forma ascendente o descendente para facilitar la búsqueda.

Página Principal Equipos Personal Personal: David Mena Oliva
ROL: [ROLE_ADMIN]
Desconectarse







Consulta equipos

Datos del equipo

Num Serie: 4568 Nombre: Mercurio 2000 Última Revisión: 07/10/2020 Sig Revisión: 30/10/2020
 Operatividad: SI Tipo de equipo: SCC SIMACET Prestado: SI Unidad Destino: BRIPAC

Mantenimientos **Personal**

Listado de Mantenimientos

Numero de Serie	Tipo de Mantenimiento	Fecha de Revisión	Observaciones	Acciones
4568	Preventivo	2020-10-19	Conector antena VHF suelto.	  
4568	Correctivo	2020-10-08	Revisión de aceite	  

[Añadir nuevo](#)

[Volver](#)

Figura 10: Vista de la pantalla consulta equipos (Mantenimientos)

Página Principal Equipos Personal Personal: David Mena Oliva
ROL: [ROLE_ADMIN]
Desconectarse

Consulta equipos

Datos del equipo

Num Serie: 4568 Nombre: Mercurio 2000 Última Revisión: 07/10/2020 Sig Revisión: 30/10/2020
 Operatividad: SI Tipo de equipo: SCC SIMACET Prestado: SI Unidad Destino: BRIPAC

Mantenimientos **Personal**

















Listado de Personal

Nombre	Apellido 1º	Apellido 2º	Rango
David	Mena	Oliva	Admin
Miguel Angel	Luna	Jimenez	Teniente

[Volver](#)

Figura 11: Vista de la pantalla consulta equipos (Personal)

En las figuras 10 y 11, se muestran las vistas correspondientes con la acción de consultar equipo (segundo botón del campo acciones). En ellas, se pueden observar los datos principales del equipo al que pertenece la consulta. También se puede ver que cuenta con un botón *Mantenimientos*, que muestra el histórico de mantenimientos de dicho equipo. Además, posee un botón *Personal*, que muestra una lista con los responsables de dicho equipo. Asimismo, también se puede ordenar de mayor a menor y viceversa todos los campos del histórico de mantenimientos.

Personal				Acciones
Nombre	Apellido 1º	Apellido 2º	Rango	
David	Mena	Oliva	Admin	  
Miguel Angel	Luna	Jimenez	Teniente	  
Pedro	Sanchez	Cid	Teniente	  
Jesus	Lucendo	Ramirez	Teniente	  
Miguel Angel	Roca	Gallardo	Sargento	   

[Añadir nuevo](#)

Figura 12: Vista de la pantalla personal del Servidor Web

Finalmente, en la figura 12, se puede observar la vista de personal, en la cual se muestra todo el personal que tiene acceso a la aplicación. En esta vista, es donde se le asigna a cada persona un equipo para que esté bajo su responsabilidad. Una vez que es asignado el equipo a una persona, el botón de asignar desaparece. Por este motivo, en los cuatro primeros, no aparece la opción de asociar, sin embargo, en el último sí que lo encontramos.

6.2. Instalación y ejecución de la aplicación.

Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación web se ha procedido a desplegarla. Al no poder contar con ningún servidor propio en la unidad, se ha desplegado utilizando un ordenador personal al que se le ha instalado un software concreto (Apache-Tomcat, versión 9) para convertirlo en un servidor web. Para ello, en un primer momento, se ha configurado el proyecto para que genere el archivo .war, que es el ejecutable, configurando tanto el empaquetamiento de todas las clases como las dependencias que permiten habilitar el archivo .war para el TomCat (contenedor de servicios). Una vez realizado todo lo anterior, se ejecuta el proyecto, con el fin de que se genere el susodicho archivo .war.

Tras insertar el ejecutable (GestMant.war) en el Apache-Tomcat, este, levanta los servicios necesarios. Una vez introducido el .war en el contenedor de servicio, desde la línea de comandos, con el comando *'catalina'* seguido del nombre del archivo .war, se ejecuta la aplicación.

Para acceder a la aplicación es necesario conocer la dirección IP privada del ordenador que lo que está ejecutando, y con la URL: Dirección IP:8080/GestMant se accedería a la aplicación. Ej.: escribir en un navegador *'10.128.1.253:8080/GestMant'*.

Únicamente, podrán acceder a la aplicación, los dispositivos que se encuentren en la misma red. Esto permite que exista un mayor nivel de seguridad, ya que en todos los acuartelamientos de ET, existe actualmente la wifi RAP que necesita un usuario para poder acceder a ella. Por lo que, para poder entrar en la aplicación, se debe tener dos usuarios, uno de ellos para acceder a la red, y otro para acceder a la aplicación.

7. Problemas encontrados.

Durante el desarrollo del proyecto se han encontrado una serie de problemas que se han ido resolviendo, buscando soluciones o proponiendo alguna alternativa para dar solución al evento encontrado.

- **Problema:** *Cambios en el modelo.* A lo largo del desarrollo del proyecto el modelo ha ido cambiando, con el fin de adaptarse de la mejor forma posible, a las nuevas ideas que iban surgiendo por parte de los jefes encargados de la tarea de mantenimiento del primer escalón.
 - ✓ Las nuevas ideas que surgían no implicaban siempre un cambio en el modelo, si no que bastaba únicamente con añadir ciertas funciones al modelado. En otras ocasiones, era necesario un cambio estructural, que ponían en serios problemas los plazos previstos. Por este motivo, algunas de estas funcionalidades, han sido previstas como líneas futuras (ver apartado 9)
- **Problema:** *Encriptado de las contraseñas.*
 - ✓ Inicialmente se dio un valor determinado (no muy grande) al campo contraseña de los usuarios. Al introducir la función para que se encriptasen las contraseñas y así poder añadir un nivel más de seguridad, la longitud de las contraseñas aumentaba considerablemente, por lo que entraba en conflicto y la ejecución de la aplicación fallaba. Encontrar el origen del problema fue un reto considerable puesto que la descripción del error no era clara. Finalmente, la solución fue tan sencilla como ampliar la longitud del campo contraseña.
- **Problema:** *Utilización de un servidor de la unidad para desplegar la aplicación.*
 - ✓ Dado que la unidad no contaba con ningún servidor disponible para poder desplegar la aplicación, se decidió desplegarlo de forma remota utilizando un software en una torre personal, con el fin de que todos los dispositivos que se encontrasen en la misma red, y tuvieran un usuario de acceso a la aplicación, puedan conectarse a la aplicación.
- **Problema:** *Utilización de una aplicación para desplegar remotamente, no apta para la aplicación desarrollada.*
 - ✓ En un primer momento, se utilizó el contenedor de servicios de Xampp, pero daba problemas. Tras varias pruebas, se descubrió que este contenedor no contaba con los servicios necesarios para desplegar una aplicación desarrollada en Spring, por lo que se cambió de contenedor de servicios, y finalmente se usó Apache-TomCat.

8. Conclusiones.

Tras la información recabada durante el mes de septiembre y mitad del mes de octubre a partir de las entrevistas realizadas, se llegó a la conclusión de la necesidad del desarrollo de una aplicación que gestione el primer escalón de mantenimiento, siendo el único no controlado por SIGLE.

Se realizó un análisis de viabilidad de la aplicación, determinando que los posibles riesgos eran asumibles, y por tanto era adecuado el desarrollo de la misma.

Se han planificado y ejecutado satisfactoriamente una serie de tareas que han dado como resultado la creación de una aplicación web y una BBDD, para la gestión de mantenimiento.

Se ha llevado a cabo una prueba de uso real desde el 5 de octubre hasta el 17 de octubre, en la que se han ido anotando las diferentes incidencias que han sufrido los terminales. La aplicación ha funcionado correctamente y por tanto, cabe destacar que supone una importante mejora con respecto a la metodología anterior.

El uso continuado de la aplicación por parte del personal permitirá entre otras cosas novedosas:

- *Estudiar patrones de comportamiento:* se podrá observar si existen terminales que presentan el mismo fallo de forma continuada, lo que podría deducirse que el defecto no se encuentra en los elementos de recambio, y por tanto, es necesario mandarlo al siguiente escalón de mantenimiento.
- *Seguimiento de terminales específicos:* la interfaz permite el filtrado de datos por diversos parámetros, entre ellos el identificador de dispositivo.
- *La consulta del mantenimiento histórico del equipo:* permitirá el estudio del fallo más común y de este modo, guiar al personal en el diagnóstico del problema.
- *Disponer de información sobre la operatividad actual:* una de las funciones de la Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista, es el prestar apoyo a las diferentes banderas de la Brigada, por lo que es muy importante conocer qué medios están disponibles en la compañía y a qué unidad se encuentra dando apoyo cada terminal prestado. La aplicación adecuada de filtros sobre la BBDD, permite conocer qué medios están disponibles actualmente en la Compañía.
- *Asociar datos de equipos y personal responsable:* la BBDD incluye los datos de todos los equipos registrados, así como del personal responsable de cada uno de ellos en el momento preciso. Dicha información es consultable y editable siempre que sea necesario.

A nivel personal, con este proyecto se han obtenido nuevos conocimientos y habilidades, trabajando con tecnologías con las que no se había tratado anteriormente,

que han culminado en la satisfacción de haber generado una aplicación funcional, que ha cumplido con los objetivos que se habían planteado desde un primer momento.

En definitiva, con la aplicación web desarrollada, la gestión de los medios CIS es mucho más eficaz y permite actualizar de forma rápida e intuitiva la tabla de históricos de todos los terminales pertenecientes a la Compañía, ayudando a documentar y optimizar el tiempo en el mantenimiento de estos.

Finalmente, se ha conseguido permitir el acceso a la aplicación desde cualquier dispositivo con acceso a internet y un navegador web (portátil, Tablet, teléfono móvil), permitiendo una gran accesibilidad y flexibilidad, pudiendo hacer consultas en tiempo real desde cualquier lugar del acuartelamiento.

A día de hoy, la aplicación ha sustituido la metodología anterior y es utilizada por todo el personal involucrado en el mantenimiento de la Compañía.

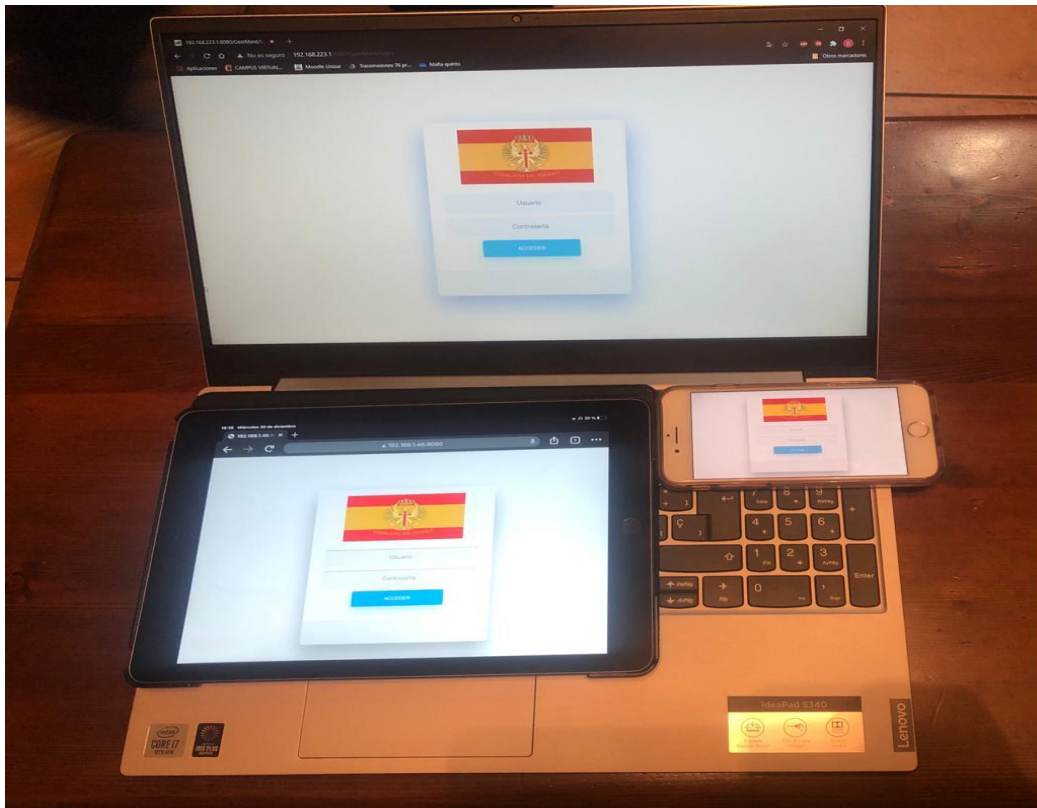


Figura 13: Aplicación ejecutada en tres dispositivos. Ref.: Elaboración propia

9. Líneas futuras.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se han visto posibles líneas de mejora con las que se podría extender el trabajo. A continuación, se van a enumerar una serie de mejoras, que en el futuro se podrían implementar.

- Haciendo referencia al despliegue de la aplicación, en un futuro, sería conveniente desplegar la aplicación en un servidor web del ET, ya que, si la aplicación se quisiera utilizar a nivel Ejército, se podría tener un control de la gestión del mantenimiento del primer escalón de todos los medios del ET. Para ello, es necesario que sea aprobada por Cuartel General, para poder acceder a ella a través de la red interna del ET.
- Respecto a la parte de desarrollo, existen numerosas funcionalidades que se podrían añadir a la aplicación, con el fin de mejorarla y adaptarla de la mejor manera posible, a las necesidades del personal encargado del mantenimiento del primer escalón. A continuación, se enumeran algunas que se podrían implementar en un futuro:
 - Añadir un filtro, que permita la búsqueda por texto. Con este filtro, se podría acceder de forma muy rápida a lo que se está consultando. Esto será especialmente útil conforme el contenido de la BBDD vaya aumentando.
 - Añadir una función que programe la fecha de los siguientes mantenimientos en función del historial del equipo y avise de alguna forma al encargado. (ej.: vía email, calendario etc.).
 - Añadir niveles extra de seguridad, ya que si se desplegara en un servidor civil, se obtendrían ventajas como poder acceder desde cualquier dispositivo y desde cualquier parte del mundo. Por el contrario, se estaría volviendo vulnerable a ataques cibernéticos.
 - Añadir la funcionalidad de exportar a Excel u otros formatos, para de este modo posibilitar su impresión o el intercambio de datos concretos.

10. Bibliografía.

- [1] Ruiz López, C. *Función Logística de Mantenimiento. Logística Aplicada a la Defensa. Tema 4 y 5.* Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, Curso 2018-2019.
- [2] Sexto, L.F. Tipos de mantenimiento ¿Cuántos y cuáles son? *Electromagazine.* 2018, N.º 76, pp. 40-46. Disponible en: http://www.mantenimientomundial.com/notas/SEXTO_Tipos-Mantenimiento.pdf.
- [3] Sancho, J., Torralba, M. *Oficina de Proyectos. Gestión de Adquisiciones. Tema 5.* Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza. Curso 2019-2020.
- [4] Sancho, J., Torralba, M. *Oficina de Proyectos. Gestión del Tiempo. Tema 4,* pp. 54-56, Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza. Curso 2019-2020
- [5] MySQL Community Server, *Manual Básico de MySQL,* Ed. MySQL Community Serv., 2005.
- [6] K. Arnold, J. Gosling, D. Holmes. *The Java Programming Language.* 3ª ed. Ediciones Addison Wesley, 2000
- [7] Blokdijk, G. *Apache Tomcat: pasos sencillos para ganar, conocimientos y oportunidades para maximizar el éxito.* Ediciones Completa, 2015.
- [8] Sancho, J., Torralba, M. *Oficina de Proyectos. Gestión del Alcance. Tema 4.* Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza. Curso 2019-2020.
- [9] Sancho, J., Torralba, M. *Oficina de Proyectos. Gestión de Riesgos. Tema 5.* Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza. Curso 2019-2020.
- [10] *Patrón Modelo Vista Controlador.* Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/122>.
- [11] Sancho, J., Torralba, M. *Oficina de Proyectos. Gestión de la Integración. Tema 4.* Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza. Curso 2019-2020.
- [12] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI-503. Medios de Cobertura Global.* Ejército de Tierra 2015.
- [13] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI4-505. Terminal Satélite TLX 50.* Ejército de Tierra, 2015.
- [14] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI4-503. Mercurio 2000.* Ejército de Tierra, 2011.
- [15] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI-500. Radioteléfono PR4G v3.* Ejército de Tierra, 2016.
- [16] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI-506. Radio HF Harris RF-5800-H.* Ejército de Tierra, 2018.

- [17] Mando de Adiestramiento y Doctrina. *MI-502. Radioteléfono Spearnet*. Ejército de Tierra, 2017.
- [18] Mando de Apoyo Logístico. *Normalización de los procesos de Mantenimiento. Circular Técnica 02/19*. Ejército de Tierra, 2019.

11. Anexos.

ANEXO A. SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL.

Las redes lógicas de réplica se agrupan formando una red de redes, sobre la cual, la información de la base de datos táctica es difundida y puede ser filtrada.

Los usuarios son los responsables de introducir y gestionar la información dentro del sistema. Esta información es inicialmente propia de un nodo determinado, pero que dispone de la capacidad de movimientos a los demás nodos. Del mismo modo, un usuario puede construirse un nodo aislado que le permite seguir trabajado con las funcionalidades principales del sistema, pero sin conexión física al nodo. Esta opción es de gran utilidad para el planeamiento y durante situaciones de movimiento.

Mediante la función de combate mando y control, los jefes militares ejercen la autoridad y conducen las operaciones, dirigiendo y coordinando las fuerzas y medios asignados para el cumplimiento de la misión.

El núcleo principal de un nodo SIMACET es una base de datos táctica (BDT), que es un conjunto de datos base, de iconografía, plantillas, grupos y perfiles de usuario, y de datos planeados de usuarios, de red del sistema y de información táctica que se carga en los diferentes nodos que participan en la operación.

Actualmente muy pocas Unidades cuentan con la última versión de SIMACET. La versión 5.0 se trata de un servidor SIMACET virtualizado que cuenta con el sistema operativo Windows 7 y Windows 2012 Server.

La virtualización de los nodos da grandes ventajas como un soporte simplificado para los sistemas operativos antiguos, reduce los costes mediante el uso eficiente del hardware, ya que se usa un solo servidor para todas las funciones. Tiene un mantenimiento simple. Permite la instalación de varios sistemas operativos en un mismo equipo. Se cuenta con la posibilidad de realizar pruebas de software sin riesgos y permite la ejecución de aplicaciones de otros sistemas operativos.

ANEXO B. COMUNICACIÓN SATÉLITE.

Con la implementación del Plan MC3 se debería disponer de los siguientes terminales satélite:

- TLB 50 IP [12]

Los terminales Satélite Ligeros Bibanda proporcionan enlaces SHF en banda X y banda Ku (no simultáneamente). Este sistema está destinado a cubrir el segmento de las comunicaciones.

El terminal TLB 50 IP tiene un amplio abanico de posibilidades para poder ser utilizado en un gran contexto de operaciones, tanto como equipo transportable en cofres, puede ir integrado en vehículos ligeros o blindados, o bien dar un servicio a un centro fijo de comunicaciones.

Proporcionan servicios de telefonía IP (VoIP) y la extensión de servicios de la red de propósito general del MINISDEF (WAN PG).

- TLX 50 [13]

El TLX 5 se trata de un terminal satélite ligero, que proporciona enlace en banda X y se destina para cubrir la parte de las comunicaciones en un ambiente táctico. Este terminal cuenta con una capacidad intermedia, con una portadora de 128 kbps.

Dicho terminal cuenta con 4 canales para voz y 8 para datos, pero no de forma simultánea (semidúplex).

Es un satélite que tiene una gran operatividad ya que se puede utilizar en un amplio contexto de operaciones. Se puede transportar en cofres, puede ir integrado en vehículos, tanto ligeros como blindados, o bien puede dar servicio a un centro fijo de comunicaciones.

- ATQH [12]

Los terminales satélite de rápida puesta en servicio tienen la capacidad de establecer hasta tres enlaces SECOMSAT simultáneos, intra-Teatro y hacia estación de anclaje (EAN) que se encuentra en territorio nacional (TN). Las conexiones se establecen en banda X y en banda Ka.

Este tipo de terminales satélite proporcionan servicios de telefonía IP (VoIP) y la extensión de servicios de la red de propósito general del MINISDEF (WAN PG)

- SOTM. [12]

Las estaciones satélite en movimiento (Satélite On-The-Move) disponen de la capacidad de establecer enlace SECOMSAT en movimiento en banda X o en banda Ka, pero no simultáneamente.

Permite la gestión dinámica desde la estación de anclaje en TN y desde un terminal SATQH.

- Terminal TLX 5 DAMA. [12]

Se trata de un terminal satélite de tamaño y peso muy reducido que puede ser transportado por un combatiente desembarcado.

Dispone de capacidad para la transmisión simultánea tanto de voz como de datos. Además, permite la gestión dinámica desde el EAN en TN y desde un terminal ATQH.

- Estación Asturias de Brigada. [12]

Se trata de un sistema que está formado por un camión tractor, un grupo electrógeno remolcado y un Shelter con equipo de comunicaciones SECOMSAT y un equipo de comunicaciones RBA.

El sistema permite la recepción y transmisión de forma simultánea de cinco portadoras, una de las cuales llevará a cabo las mismas funciones que los terminales tácticos SECOMSAT (voz y datos), mientras que las otras cuatro portadoras restantes se dedicarán a la trama de datos para la central RBA.

ANEXO C. COMUNICACIONES POR RADIOFRECUENCIA.

- Estación Mercurio 2000 IP [14]

El Mercurio 2000 es un vehículo de transmisiones radio que da servicio a los centros de transmisiones de los PC de gran unidad y los PC de pequeña unidad. Es uno de los elementos que conforman la RTP. Este vehículo tiene la capacidad para dos redes de VHF (una para voz y otra para datos) y una red de HF (voz o datos).

- PR4G v3 [15]

La TRC-9210 es el nuevo modelo de radio de la familia de las PR4G v3. Trabaja en la banda de frecuencias entre 30 a 87,975 MHz. Este modelo permite a la radio trabajar con direcciones IP. Con esta nueva incorporación se añaden dos modos de trabajo que IP-SAP e IP-MUX.

El sistema SAP (Servicio de Acceso a Paquetes) se ha diseñado para transformar el sistema de radio PR4G v3 en una red de comunicaciones de datos en salto de frecuencia de forma sencilla y rápida. La TRC-9210 dispone de un router interno que permite su implementación dentro de redes IP. La asignación de las direcciones IP a los distintos interfaces lo hace la radio de forma automática al asignarle su número de abonado. Las velocidades de datos ofrecidas por el modo IP SAP para la transmisión de paquetes sobre el canal radio son de 2400, 4800, 9600 y 19200 bits/s. Si la radio se encuentra trabajando en el modo router, no permite usar el micro teléfono para voz.

El sistema MUX permite el uso de voz y datos de forma simultánea. Este modo funciona en tres canales completamente independientes al operador. El 50% de los slots están dedicados a la transmisión de voz, el 40% dedicado al envío de datos, y el 10% para la sincronización, autenticación y para llamadas prioritarias. El modo de trabajo IP MUX cuenta con una menor capacidad que el modo IP SAP, al solo tener una velocidad de transferencia de como máximo 4800 bits/s

Funciona en modo semidúplex. En el modo de fonía, el equipo dispone de un vocoder interno que mejora la calidad de la señal recibida en entornos con ruidos externos.

Además, incorpora los módulos TRANSEC que permite el salto de frecuencia y el módulo COMSEC para el cifrados.

- Harris 5800 [16]

Los equipos y medios de telecomunicaciones tácticas utilizados por las Unidades del Ejército de Tierra están sufriendo una continua modernización, que son consecuencias de las nuevas situaciones tácticas y exigencias que se tienen que hacer frente en las diferentes misiones.

Las nuevas misiones hacen que se busquen enlaces a larga distancia. La RF-5800 de la familia Falcon II de Harris, tiene la posibilidad para enlaces HF, y, además, cuenta con un pequeño rango para enlazar con equipos de VHF. De esta forma, permite cubrir enlaces de corto alcance con estaciones VHF y enlaces de larga distancia con estaciones HF con un solo gesto rápido del operador.

Trabaja en la banda de frecuencias entre 1,6 a 59,999 MHz. Esta radio permite mensajería instantánea y transferencia de ficheros a gran velocidad (necesidad de trabajar en 3G). Además, la radio puede trabajar como un router (modo IPv4)

Desde el año 2014, el ET está adquiriendo la nueva radio RF-7800 para completar las necesidades globales de las radios HF del ET. Esta nueva radio es un 20% más pequeña y ligera. Además, tiene total interoperabilidad con RF-5800H y sus accesorios. Es muy similar a la versión anterior, salvo por la inclusión del ancho de banda adaptativo para el modo de trabajo 3G, que mejora el tráfico de datos.

- Estación Soria.[14]

La estación Soria es un vehículo de transmisiones, que normalmente, está encuadrado en las secciones de radio de las Compañías de Transmisiones ya que cuenta con las capacidades de VHF, UHF y HF, pero que de igual modo podría estar encuadrado en las secciones de satélite, ya que cuenta también con elementos satélites, como son BEGAN, y SOTM. Es uno de los elementos que conforman la RTP. También cuenta con un radioteléfono SPEARNET.

- Radioteléfono SPEARNET. [17]

El radioteléfono SpearNet es el medio principal de enlace entre el jefe de Compañía y los jefes de Sección, y a su vez, estos, con sus jefes de pelotón.

Este equipo pretende proporcionar a los cuadros de mando, una herramienta para impartir las instrucciones necesarias, para obtener el máximo rendimiento y eficacia en las operaciones, con el objetivo de cumplir la misión.

Se trata de un medio de comunicación que trabaja con un sistema full-dúplex. Este sistema permite la transmisión y la recepción tanto de voz y datos. La prioridad siempre la tiene la voz.

La principal ventaja de este equipo es que cuenta con una gran resistencia a la interferencia, a la perturbación y a la interceptación.

El radioteléfono utiliza una gestión de redes “Ad hoc”. Estas redes no necesitan una infraestructura, ya que son autogestionables y autorreparables. Al encenderse, el mismo radioteléfono, comienza a buscar de forma automática el resto de equipos que componen la red intercambiando información.

ANEXO D. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS REALIZADO POR EL PRIMER ESCALÓN EN UNA COMPAÑÍA DE TRANSMISIONES.

Medios de radiofrecuencia.[18]

Todos los equipos disponen de kit para realizar las tareas de mantenimiento de primer escalón. Todos los operadores de estos equipos deben conocer en profundidad todos los elementos de los que está compuesto, para poder estar en condiciones de limpiar correctamente y hacer un chequeo del funcionamiento.

Es conveniente realizar un test de enlace con los demás equipos de radiofrecuencia, antes y después de su uso, para guardar todos los equipos en buen estado, para que en la próxima maniobra todos los equipos funcionen correctamente y se pueda cumplir la misión de dar enlace. Este tipo de mantenimiento corresponde al mantenimiento preventivo, ya que es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de detectar fallos con los que no se cuenta.

Es imprescindible la inspección visual y los chequeos mecánicos. La pantalla del emisor/receptor (E/R) nos permite realizar un autotest interno para localizar averías a nivel de primer y segundo escalón. Si los mensajes se detectan durante el autotest, la pantalla del E/R muestra un mensaje.

Mensaje en pantalla	Causa de fallo	Acción correctiva
TR ERR BATERÍA	Tensión de alimentación demasiado baja.	Sustituir la batería (en configuración portátil). Verificar la tensión de batería (en configuración vehicular).
TR ERR CIFRADOR	Fallo en el circuito del cifrador.	Funcionamiento posible en modo degradado. Sustituir el E/R.
TR ERR DIGITAL	Fallo en el módulo digital (placa numérica).	Sustituir el E/R.
TR ERR RF	Fallo en el módulo de RF.	Sustituir el E/R.
TR ERR SIN	Fallo en el módulo sintetizador (placa FI/SINT).	Sustituir el E/R.
TR ERR ALIM	Fallo en el módulo de alimentación.	Sustituir el E/R.
TR ERR GPS/IP	Fallo en el módulo GPS/IP.	Sustituir el E/R.
TR ERR PANEL F	Fallo en el módulo del panel frontal.	Sustituir el E/R.
TR ERR XXX	Genérico: fallo posible en módulo XXX.	Sustituir el E/R.
TR ERR XXX YYY	Genérico: fallo posible en dos módulos.	Sustituir el E/R.

Tabla 7: Fallos mostrados por pantalla de la PR4G. Fuente [15]

Como se puede observar en la imagen anterior, todos los fallos, exceptuando los producidos por la batería/pila, suponen la inutilización del E/R, por lo que es muy importante tratar con precaución todos los equipos, pues, aunque estén preparados para recibir ciertos golpes, el fallo de cualquier pieza del equipo supone la inutilización del E/R. Por tanto, es imprescindible, además de tratar los equipos correctamente, realizar un

buen trabajo de limpieza periódicamente y después de su uso, ya que la arena, barro, polvo o humedad, podrían inutilizar el equipo.

Por este motivo, es muy importante realizar una buena comprobación del estado externo de los equipos. Las superficies deben estar limpias de polvo, grasa o cualquier otro contaminante. Se deben eliminar todos los restos de polvo y humedad, sobre todo de los conectores, mandos de control y los contactos de alimentación para que no aparezcan restos de corrosión. También es importante comprobar el estado de los cables de conexión, por si han sufrido algún corte.

Terminales satélite de cobertura global. [18]

Son equipos que se utilizan en el ámbito civil, como militar, y, por lo tanto, pueden ser operados por operadores no especializados, por lo que las tareas de mantenimiento no son de gran complejidad.

En este tipo de medios es muy importante realizar un mantenimiento preventivo, dado que son terminales muy caros. El objetivo de realizar un mantenimiento preventivo es el de poder disponer del sistema en condiciones óptimas para su utilización.

Las tareas de mantenimiento preventivo se basan en una serie de chequeos rutinarios de las superficies exteriores, de los conectores, de los controles del operador, de los cables y de los componentes internos. La inspección de rutina debe ser realizada para poder detectar los posibles defectos que se pudiesen producir debido a cualquier tipo de fallo, en algún elemento del equipo. Aunque el sistema no esté siendo utilizado de manera continua, estas tareas deberán seguir realizándose, al menos, una vez cada tres meses.

Además, cualquier defecto que se localice durante la inspección rutinaria debe ser corregido con la mayor prontitud posible. Los usuarios deberán corregir todos los defectos que estén bajo su responsabilidad y contactar con el escalón superior para la corrección de aquellos que no están bajo su responsabilidad.

Toda inspección visual debe ser seguida posteriormente por una limpieza de los equipos, y si fuese necesario, por una acción de mantenimiento correctivo.

Para proteger los equipos de averías no deseadas y reducir su vida útil, es necesario tomar una serie de precauciones a la hora de conservar los terminales de cobertura global.

Es muy importante mantener los equipos secos, ya que no son estancos al 100%, y tanto los líquidos, como la humedad podrían dañar los circuitos electrónicos. El almacenar los equipos con polvo o suciedad, puede hacer que las partes móviles de los terminales resulten dañadas. También es muy importante a la hora del almacenaje, el no hacerlo en sitios con demasiado calor, ya que las temperaturas máximas de funcionamiento rondan entre los 55°C y los 80°C, y podría dañar la vida útil de las baterías. Del mismo modo, tampoco se pueden utilizar zonas demasiado frías para su almacenaje, ya que al aumentar la temperatura se puede producir condensación y dañar de este modo el equipo. Además, hay que evitar cualquier tipo de golpes y el agite de los equipos, ya que un trato descuidado puede romper los circuitos internos y las partes mecánicas de los terminales.

Medios de mando y control. [18]

Los nodos SIMACET, son equipos que deben ser operados por personal muy especializado y preparado, por tanto, las tareas de mantenimiento deben ser realizadas por este tipo de personal.

En este tipo de equipos es importante la realización de un mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento se realiza siempre después de realizar una maniobra, o un ejercicio simulado, es imprescindible dejar el sistema a cero, ya que no es recomendable la reutilización de los archivos utilizados en la anterior maniobra. Por este motivo después de cada maniobra los equipos deben ser formateados.

Al tratarse de computadoras con un software específico instalado, los problemas pueden ser solucionados por el primer escalón. Cuando un equipo falla, basta con reiniciarlo o instalarle de nuevo el sistema operativo.

Además del mantenimiento del software, es muy importante el mantenimiento de hardware, ya que son computadores que van a ser utilizados en el campo, por lo que su limpieza es muy importante, para que los circuitos internos de éstos no fallen.

Con las versiones anteriores de SIMACET, se contaba con un mayor número de computadores, por lo que su mantenimiento requería de una mayor dedicación. Ahora, con la versión de SIMACET 5.0, se cuenta con un único servidor que posee diferentes máquinas virtuales. El mantenimiento de las MV es muy sencillo, ya que, en cada maniobra se realiza un clon de esta, y al finalizar la maniobra basta con eliminarlo. Con las versiones anteriores, se tiene que realizar un formateo de los diferentes computadores, el cual, es un trabajo mucho más lento.

ANEXO E. PLANTILLA DE ENCUESTA ORAL.

ENCUESTA: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL PRIMER ESCALÓN.
1. ¿CÓMO SE GESTIONA EL HISTORIAL DE MANTENIMIENTO DE LOS DIFERENTES EQUIPOS CON LOS QUE SE CUENTA?
RESPUESTA:
2. UNA VEZ, REPARADO UN EQUIPO, REALIZADO EN CAMBIO, O LA INSPECCIÓN RUTINARIA, ¿DÓNDE SE REGISTRA?
RESPUESTA:
3. ¿CÓMO SE CONTROLAN LOS EQUIPOS QUE SE ENCUENTRAN PRESTADOS A OTRAS UNIDADES?
RESPUESTA:
4. ¿CÓMO SE CONOCE LA FECHA EN LA QUE SE REALIZÓ LA ÚLTIMA REVISIÓN DE UN EQUIPO?
RESPUESTA:
5. ¿DÓNDE SE REGISTRA LOS FALLOS QUE PRESENTAN LOS EQUIPOS?
RESPUESTA:
6. ¿CREE NECESARIO EL USO DE UNA APLICACIÓN QUE FACILITE LA GESTIÓN DE TODOS LOS EQUIPOS?
RESPUESTA:
7. ALGUNA OTRA OBSERVACIÓN QUE SE CONSIDERE RESEÑABLE.
RESPUESTA:

Tabla 8: Plantilla de encuesta. Ref.: Elaboración propia

ANEXO F. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER)			
Título:	licación para el la gestión de los medios de una Compañía de Transmision	Fecha:	20/07/2020
Jefe del proyecto:	David Mena Oliva		Madrid (ESPAÑA)
Stakeholders:	Compañía de Transmisiones de la Brigada Paracaidista Almogabares VI perteneciente a la División Castillejos		
Descripción general del proyecto:			
<p>El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación que actúe como interfaz gráfica, con el fin de gestionar, consultar, modificar y eliminar de la base de datos de una forma más visual e intuitiva.</p>			
Business case:			
<p>Uno de los mayores problemas que se encuentran en las Compañías de Transmisiones es que la mayoría de los equipos, no se encuentran disponibles, por averías. Estas averías en algunas ocasiones son producidas por una gestión del mantenimiento desorganizada. Además, en muchas ocasiones, se desconoce cuál es el problema de los equipos. Además, las Compañías de Transmisiones, prestan apoyos a las demás unidades de la Brigada, por eso en muchas ocasiones se desconoce que medios se encuentran prestados o no, y hasta cuándo se encuentran prestando apoyo a otra unidad. Por estos motivos surge la necesidad de una sistema o aplicación capaz de gestionar todo esto.</p>			
Objetivos y requisitos del proyecto:			
<p>El objetivo principal de este proyecto es el de desarrollar una aplicación que permita gestionar de la forma más gráfica y eficiente todos los equipos de la compañía. Con este programa se podrá conocer de forma actualizada el estado de todos los equipos. La aplicación únicamente necesitara de un servidor que permita desplegar la aplicación en él. En caso de no poder disponer de él, siempre se podrá utilizar un ordenador, en el cual se ejecutaría la aplicación, aunque de este modo perdería algunas funcionalidades, como la de tener un acceso a toda la información en tiempo real.</p>			
Entregables / Hitos:		Fecha	Fecha
M1	Lanzamiento del proyecto	20/07/2020	M5 Comienzo de la implementación de la aplicación
M2	Análisis de requisitos del programa	30/07/2020	M6 Prueba de la aplicación
M3	Validación del diseño	15/08/2020	M7 Finalización del proyecto
M4	Implementación y prueba de la BBDD	16/08/2020	M8 Cierre del proyecto
M5			
M6			
M7			
M8			
Riesgos de alto nivel:			
<p>Los riesgos que se podrían dar son: no poder recabar toda la información a tiempo, que la aplicación sea lenta, que falle la aplicación, que falle el servidor, que exista algún hackeo, entre otros.</p>			
Aprobación y firma:	Dr. D. Carlos Borau Zamora		

Tabla 9: Acta de constitución de Proyecto. Fuente [11]

ANEXO G. EVALUACIÓN DE CALIDAD.

EVALUACIÓN DE CALIDAD	SI/NO
SOBRE LA CORRECTITUD:	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación permite loguear usuarios. 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación muestra un listado de los dispositivos almacenados en la BBDD. 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación muestra el historial de todos los equipos. 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación permite modificar/consultar/eliminar los datos de los equipos. (Administrador) 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación permite modificar/consultar/eliminar los datos del personal. (Administrador) 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación permite consultar los datos del personal. (Usuario) 	
<ul style="list-style-type: none"> La aplicación permite consultar los datos de los equipos bajo su responsabilidad. (Usuario) 	
SOBRE LA CLARIDAD:	
<ul style="list-style-type: none"> Las clases están agrupadas según su función. 	
<ul style="list-style-type: none"> Las tablas y campos de tabla tienen identificadores intuitivos y comprensibles. 	
<ul style="list-style-type: none"> El código está debidamente comentado y documentado. 	
<ul style="list-style-type: none"> La interfaz gráfica es clara, es decir, es intuitiva. 	
<ul style="list-style-type: none"> La accesibilidad es sencilla, es decir, que realizar la conexión a la aplicación es fácil. 	
SOBRE LA EFICIENCIA	
<ul style="list-style-type: none"> Permite la conexión de varios dispositivos al servidor. 	
<ul style="list-style-type: none"> Velocidad de conexión a la aplicación adecuada. 	
<ul style="list-style-type: none"> Velocidad a la hora de navegar por la aplicación adecuada y fluida. 	
SOBRE LA PORTABILIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> Permite la ejecución en diferentes Sistemas operativos. 	
<ul style="list-style-type: none"> Conexión correcta a la aplicación desde diferentes dispositivos con diferentes sistemas operativos. 	

Tabla 10: Plantilla evaluación de calidad. Ref.: Elaboración propia

ANEXO H. ESTUDIO DE PRIORIDAD DE FUNCIONALIDADES

POR FAVOR ORDENE DE MAYOR A MENOR PRIORIDAD LAS SIGUIENTES FUNCIONALIDADES DE LA APLICACIÓN. UN 10 CORRESPONDE CON LA MÁXIMA PRIORIDAD Y UN 1 CON LA MENOR.

Funcionalidades	Historial de mantenimientos	Posibilidad de ordenar equipos por fecha de último mantenimiento	Filtro de búsqueda mediante texto	Acceso a diferentes usuarios	Acceso desde cualquier dispositivo	Diferentes roles de usuario	Asignación de responsables a cada equipo	Nivel alto de seguridad	Navegación intuitiva	Posibilidad de exportar a Excel para impresión
Sujeto 1	10	8	3	5	4	7	6	2	9	1
Sujeto 2	9	7	3	6	4	8	2	5	10	1
Sujeto 3	9	8	1	4	6	7	5	3	10	2
Sujeto 4	10	7	5	4	6	3	8	1	9	2
Sujeto 5	9	7	1	8	6	5	4	2	10	3
Sujeto 6	9	8	3	4	5	6	7	2	10	1
Promedio	9,33	7,5	2,6	5,1	5,16	6	5,33	2,5	9,66	1,6
Desviación estándar	0,51	0,54	1,50	1,60	0,98	1,78	2,1	1,37	0,51	0,81

Tabla 11: Prioridad de funcionalidades. Ref.: Elaboración propia

ANEXO I. CAMPOS DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.

TipoEquipo

Esta tabla hace referencia a los diferentes equipos de la compañía. Cuenta con tres campos diferentes, ID_TIPO_EQUIPO, que es el identificador del tipo de equipos con los que cuenta la compañía, el cual, es la clave primaria, NOMBRE_TIPO, que corresponde a los equipos de radiofrecuencia, de comunicación satélite y los equipos de mando y control, y DESCRIPCION, donde aparecerán la principal característica de cada tipo de equipo.

```
CREATE TABLE TipoEquipos (  
  ID_TIPO_EQUIPO integer comment 'Identificador tipo equipo' AUTO_INCREMENT,  
  NOMBRE_TIPO varchar(30) comment 'Nombre del tipo de equipo' NOT NULL,  
  DESCRIPCION varchar(255) comment 'Descripcion característica de este tipo de equipo',  
  CONSTRAINT pk_TipoEquipos PRIMARY KEY (ID_TIPO_EQUIPO)
```

Figura 14: Script tabla TipoEquipos

Roles

La siguiente tabla creada ha sido “Roles”, que tiene los campos ID_ROL, NOMBRE Y DESCRIPCION. En el primero de estos el ID 10, está reservado para el jefe de la Compañía, el ID 20, para el jefe de la primera sección, el ID 30, para el jefe de la segunda sección y el ID 40, para el jefe de la tercera sección.

```
CREATE TABLE Roles (  
  ID_ROL integer comment 'Identificador del Rol' AUTO_INCREMENT,  
  NOMBRE varchar(30) comment 'Nombre del rol' NOT NULL,  
  DESCRIPCION varchar(255) comment 'Descripcion del rol',  
  CONSTRAINT pk_Roles PRIMARY KEY (ID_ROL)
```

Figura 15: Script tabla Roles

Rangos

Con la tabla “Rangos” se representa el empleo de cada uno de los usuarios de la Compañía. Tiene los campos ID_RANGO y NOMBRE. El identificador 1 está reservado para el Capitán, mientras que el identificador 2 está reservado para los tenientes.

```
CREATE TABLE Rangos (  
  ID_RANGO integer comment 'Identificador del Rango' AUTO_INCREMENT,  
  NOMBRE varchar(30) comment 'Nombre del Rango' NOT NULL,  
  CONSTRAINT pk_Rangos PRIMARY KEY (ID_RANGO)
```

Figura 16: Script tabla Rangos

Equipos

La tabla “Equipos” representa los equipos en particular de cada tipo de equipo. Cuenta con los campos ID_EQUIPO, que ha sido designada como clave primaria, NM_SERIE, NOMBRE, ULT_REVISION, SIG_REVISION, OPERATIVIDAD, TP EQUIPO. Es muy importante antes de dar de alta cualquier equipo, haberlo dado de alta en la tabla “TipoEquipos” ya que el modelo relacional está definido así. Un objeto de la tabla “TipoEquipos” puede tener más de un objeto de la tabla “Equipos” asociado.

```

CREATE TABLE Equipos (
  ID_EQUIPO          integer          comment 'Identificador equipo' AUTO_INCREMENT,
  NM_SERIE           varchar(12)      comment 'Numero de serie del equipo' NOT NULL,
  NOMBRE             varchar(30)      comment 'Nombre del equipo',
  ULT_REVISION       datetime         comment 'Fecha ultima revision',
  SIG_REVISION       datetime         comment 'Fecha siguiente revision',
  OPERATIVIDAD       integer          comment '0 no operatividad, 1 si operatividad' NOT NULL,
  TP_EQUIPO          integer          comment 'Tipo de equipo' NOT NULL,
  PRESTADO           integer          comment 'Se encuentra a disposicion o ha sido prestado a otra unidad',
  UNIDAD_DESTINO     varchar(100)     comment 'Unidad en la que se encuentra prestado',
  CONSTRAINT pk_Equipos PRIMARY KEY (ID_EQUIPO),
  CONSTRAINT fk_Tipo_Equipos FOREIGN KEY (TP_EQUIPO) REFERENCES TipoEquipos(ID_TIPO_EQUIPO)
)

```

Figura 17: Script tabla Equipos

Mantenimiento

Además, se ha creado una tabla “Mantenimiento” que permite conocer el historial de revisiones de cada equipo. Cuenta con los campos ID_REVISION, ID_EQUIPO, que relaciona el historial de mantenimiento con el equipo, HISTORIAL.

```

create TABLE Mantenimiento (
  ID_MANTENIMIENTO  integer          comment 'Identificador usuario' auto_increment,
  EQUIPO            integer          comment 'Identificador del equipo' NOT NULL,
  MANTENIMIENTO     varchar(255)     comment 'Tipo de mantenimiento' not null,
  OBSERVACIONES     varchar(600)     comment 'Detalles del mantenimiento realizado',
  FECHA_REVISION    datetime         comment 'Fecha ultima revision',
  constraint pk_Mantenimiento primary key (ID_MANTENIMIENTO),
  constraint fk_Mantenimiento_Equipo foreign key (EQUIPO) references Equipos(ID_EQUIPO)
)

```

Figura 18: Script tabla Mantenimiento

Usuarios

La tabla “Usuarios” ha sido creada para la identificación del personal con el programa. Encontramos los campos ID_USUARIO, que ha sido designada como clave primaria, PASSWORD, ROL, ID_PERSONAL_ASOC.

```

CREATE TABLE Usuario (
  ID_USUARIO        integer          comment 'Identificador usuario' AUTO_INCREMENT,
  USERNAME          varchar(20)      comment 'Username del usuario' NOT NULL,
  PASSWORD          varchar(255)     comment 'Pasword encriptado del usuario' NOT NULL,
  ROL               integer          comment 'Rol que desempeña el usuario' NOT NULL,
  ID_PERSONAL_ASOC integer          comment 'Personal del equipo asociado al usuario',
  CONSTRAINT pk_Usuario PRIMARY KEY (ID_USUARIO),
  CONSTRAINT fk_Rol FOREIGN KEY (ROL) REFERENCES Roles(ID_ROL),
  CONSTRAINT fk_Personal FOREIGN KEY (ID_PERSONAL_ASOC) REFERENCES Personal(ID_PERSONAL)
)

```

Figura 19: Script tabla Usuarios

Personal

La tabla “Personal” sirve para conocer todos los datos de los usuarios que pueden acceder al programa. Cuenta con los campos ID_PERSONAL, que ha sido designada como clave primera, NOMBRE, APELLIDO_UNO, APELLIDO_DOS y RANGO. Al igual que ocurre en la tabla equipos, es necesario dar de alta al personal en la tabla “Rangos” y en la tabla “Usuarios” debido a la relación que se ha establecido entre ellas.

```

CREATE TABLE Personal (
  ID_PERSONAL integer comment 'Identificador del personal' AUTO_INCREMENT,
  NOMBRE varchar(30) comment 'Nombre del personal' NOT NULL,
  APELLIDO_UNO varchar(30) comment 'Primer apellido del personal' NOT NULL,
  APELLIDO_DOS varchar(30) comment 'Segundo apellido del personal',
  RANGO integer comment 'Rango del personal' NOT NULL,
  CONSTRAINT pk_usuario PRIMARY KEY (ID_PERSONAL),
  CONSTRAINT fk_Rango FOREIGN KEY (RANGO) REFERENCES Rangos(ID_RANGO)
)

```

Figura 20: Script tabla Personal

AsignacionPersonalEquipos

Finalmente se ha creado la tabla “AsignacionPersonalEquipos” para relacionar la tabla “Equipos” y “Personal”, debido a que es una relación de n a n (de varios a varios). Esta tabla se encarga de relacionar a que persona (individuo) pertenece a cada equipo y viceversa.

```

CREATE TABLE AsignacionPersonalEquipos (
  ID_PERSONAL integer comment 'Identificador del personal' NOT NULL,
  ID_EQUIPO integer comment 'Identificador del equipo' NOT NULL,
  CONSTRAINT pk_AsignacionPersonalEquipos PRIMARY KEY (ID_PERSONAL, ID_EQUIPO),
  CONSTRAINT fk_AsocPersonal FOREIGN KEY (ID_PERSONAL) REFERENCES Personal(ID_PERSONAL),
  CONSTRAINT fk_AsocEquipo FOREIGN KEY (ID_EQUIPO) REFERENCES Equipos(ID_EQUIPO)
)

```

Figura 21: Script tabla AsignacionPersonalEquipos

ANEXO J. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

En el siguiente anexo se puede observar todo lo referente al desarrollo de la aplicación y a la organización de la paquetería.

En lo referente a la parte del modelado, se han creado clases organizadas en diferentes paquetes, con el objetivo de estructurar y simplificar al máximo la programación de la aplicación, además de facilitar el trabajo, en una posible actualización o mejora de la aplicación.

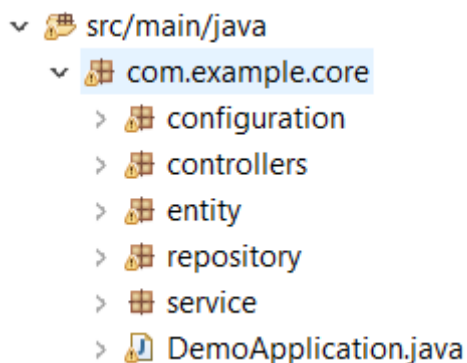


Figura 22: Organización del desarrollo del Servidor Web

En la biblioteca de entidades, se han creado las clases correspondientes a cada uno de los objetos, que representa a las tablas en la BBDD. En las clases, únicamente se han declarado los atributos con las que cuenta cada objeto, desarrollando los métodos *get* y *set* de cada una de las variables, con el objetivo de mostrar y modificar estos atributos, es decir, construir el objeto.

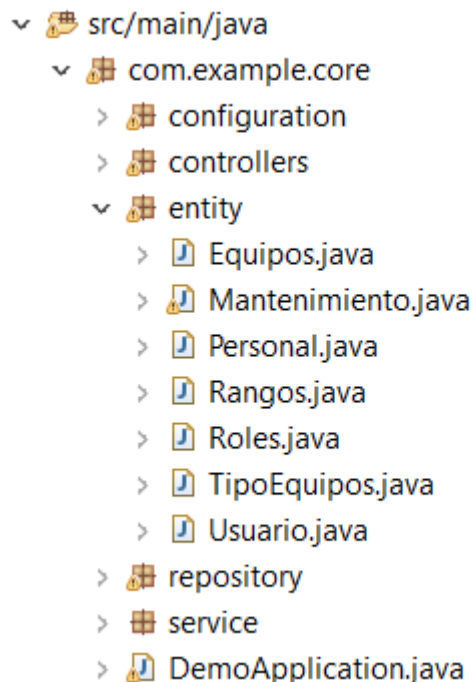


Figura 23: Clases creadas en el paquete Entidades.

- Personal
 - idPersonal : int
 - nombre : String
 - apellidoUno : String
 - apellidoDos : String
 - rango : int
 - getIdPersonal() : int
 - setIdPersonal(int) : void
 - getNombre() : String
 - setNombre(String) : void
 - getApellidoUno() : String
 - setApellidoUno(String) : void
 - getApellidoDos() : String
 - setApellidoDos(String) : void
 - getRango() : int
 - setRango(int) : void
 - ^S obtenerColumnas() : List<String>

Figura 24: Variables y métodos creados en la clase Personal.

En la biblioteca *Repository*, se han creado dos super clases principales, de las cuales van a heredar todos los objetos. Cada una de las clases que heredan de una de estas dos super clases, comparte las mismas acciones. De esta forma, la organización será mucho mayor y su mantenimiento será más sencillo. La primera de estas dos super clases ha sido llamada “BaseCRUDRepository”, la cual ha sido creada para las acciones de crear, modificar, actualizar y borrar los datos de los objetos, y de la cual solo van a heredar los objetos principales (Usuario, Equipo, Personal) debido a que comparten las mismas acciones. Por otro lado, la otra clase ha sido llamada “BaseMastersRepository”, que ha sido creada para obtener los datos de los objetos que representen clases maestras (Roles, Rangos, TipoEquipo). Esta clase es necesaria, porque los métodos que realiza son diferentes a las de la primera clase. La biblioteca *Repository*, contiene clases del tipo *public interface* que sirven para especificar qué acciones tienen que realizar cada clase que implemente (herede), sin embargo no los desarrolla, por lo cual dentro de este paquete, se ha introducido otro paquete más, denominado implementaciones, en el cual se encuentran las correspondientes clases que implementan estas interfaces. Los métodos de estas clases, son los que se van a encargar de interactuar con la BBDD, ya sea para la recogida o inserción de los datos.

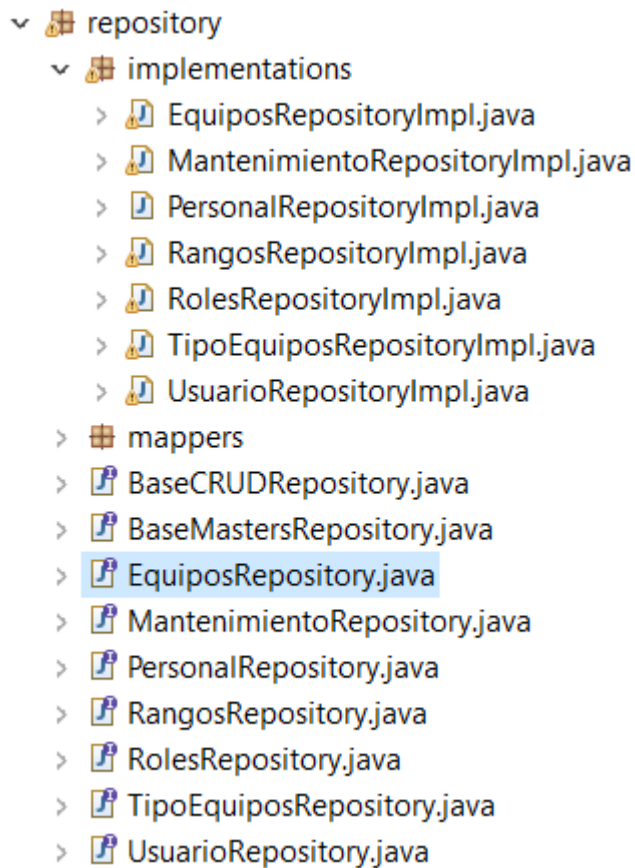


Figura 25: Biblioteca Repository

Se ha creado una biblioteca, denominada “*Mappers*”, que es la encargada de convertir los datos recogidos de las consultas SQL a los correspondientes objetos Java.

```

1 package com.example.core.repository.mappers;
2
3 import java.sql.ResultSet;
4
5
6
7
8
9
10 public class PersonalMapper implements RowMapper<Personal> {
11
12     @Override
13     public Personal mapRow(ResultSet rs, int rowNum) throws SQLException {
14         Personal personal = new Personal();
15         personal.setIdPersonal(rs.getInt("ID_PERSONAL"));
16         personal.setNombre(rs.getString("NOMBRE"));
17         personal.setApellidoUno(rs.getString("APELLIDO_UNO"));
18         personal.setApellidoDos(rs.getString("APELLIDO_DOS"));
19         personal.setRango(rs.getInt("RANGO"));
20         return personal;
21     }
22 }
23 }
24

```

Figura 26: Ejemplo del código usado en el Mapper Personal.

Todas las demás clases, se han desarrollado del mismo modo. La diferencia respecto al ejemplo anterior, son los métodos y campos utilizados.

Respecto a la biblioteca *Service*, se encarga de ejecutar los procedimientos que se llevan a cabo con los objetos del modelo de la aplicación, es decir, es el encargado de llamar a los repositorios cuando se quiera realizar una operación con la BBDD y devolver un resultado final de un procedimiento al controlador.

```
public void actualizaEquipo(Equipos equipo) {
    equiposRepository.update(equipo);
}

public void eliminarEquipo(int idEquipo) {
    Equipos borrar = equiposRepository.getById(idEquipo);
    equiposRepository.delete(borrar);
}
```

Figura 27: Ejemplo de una parte del código de la biblioteca *Service*.

Como observamos, la acción de borrar un equipo, a su vez requiere de dos acciones más, una la de obtener el ID del equipo que se quiere borrar y seguidamente la de borrar el equipo. Es decir, es una capa intermedia entre el controlador y la BBDD.

Finalmente, en la biblioteca *configuracion*, se han añadido todas las clases necesarias para realizar la conexión a la base de datos creada en MySQL. También se ha añadido en esta biblioteca las clases correspondientes al encriptado de la contraseña, con el objetivo de que en la BBDD, no aparezca la contraseña en claro.

```
1 /**
2  *
3  */
4 package com.example.core.configuration;
5
6 import javax.sql.DataSource;
7
11
12 /**
13  * @author david mena
14  *
15  *
16  */
17
18 @Component
19 public class CrearConexion {
20
21     @Bean
22     public DataSource getDataSource() {
23         DriverManagerDataSource dataSource = new DriverManagerDataSource();
24         dataSource.setDriverClassName("com.mysql.jdbc.Driver");
25         dataSource.setUrl("jdbc:mysql://localhost:3306/sys?useUnicode=true&useJDBCCompliantTimezo");
26         dataSource.setUsername("root");
27         dataSource.setPassword("davidmena");
28         return dataSource;
29     }
30 }
31 }
```

Figura 28: Parte de código en el cual se crea la conexión a la BBDD