

Universidad de Alcalá  
Escuela Politécnica Superior

GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA  
INFORMACIÓN

**Trabajo Fin de Grado**

Implantación de un sistema de mejora de procesos y calidad en  
una empresa farmacéutica

**Autor:** Elena Martínez Torres

**Tutor:** Vera Pospelova

**Cotutor:** Luis Fernández

2022-2023



Universidad  
de Alcalá



## Contenido

Agradecimiento y dedicatoria .....	4
Índice de figuras .....	5
Índice de tablas .....	5
Resumen .....	7
Palabras clave .....	7
Abstract .....	8
Keywords .....	8
Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas .....	9
1. Introducción .....	10
1.1. Introducción al sector farmacéutico .....	10
1.2. Descripción del problema .....	10
1.3. Objetivos .....	12
1.4. Esquema de contenidos .....	13
2. Estado del arte .....	14
2.1. Descripción del área de estudio .....	14
2.1.1. Origen de la filosofía Lean .....	15
2.1.2. SMED .....	16
2.1.3. ¿Por qué el <i>Lean Manufacturing</i> en la industria farmacéutica? .....	17
3. Especificación de requisitos de software .....	18
3.1. Descripción general del sistema a desarrollar .....	18
3.2. Beneficios esperados .....	19
3.3. Restricciones .....	19
3.4. Suposiciones y dependencias .....	20
3.5. Evolución previsible del sistema .....	20
3.6. Alcance .....	21
3.6.1. Funciones incluidas .....	21
3.6.2. Funciones excluidas .....	21
3.7. Requisitos .....	22
3.7.1. Comunes a las interfaces .....	22
3.7.2. Funcionales .....	25
3.7.3. No funcionales .....	33
3.8. Actores .....	37
3.8.1. Modelo de actores .....	37
3.8.2. Descripción de actores .....	37
3.9. Especificación de casos de uso .....	39
3.9.1. Identificación de casos de uso iniciales .....	39
3.9.2. Diagramas de casos de uso .....	39
3.9.3. Especificaciones de casos de uso .....	44
3.10. Propuesta de interfaz del sistema .....	83
3.11. Estimación de esfuerzo requerido .....	89
4. Conclusiones y trabajos futuros .....	91
4.1. Conclusiones del proyecto .....	91
4.2. Conclusiones personales .....	91
4.3. Trabajos futuros .....	92
Bibliografía .....	93
Anexos .....	95
Anexo A: Tabla de requisitos identificados .....	95
Anexo B: Tabla de casos de uso identificados .....	97

## Agradecimiento y dedicatoria

A mi tutora Vera Pospelova y mi cotutor Luis Fernández, por su paciencia y colaboración en este trabajo.

A mis compañeros, por el largo camino que hemos recorrido y que tanto nos ha costado.

A LAF, por ser la fuente de inspiración y enseñanza para este proyecto.

A mis amigos. Por su paciencia conmigo y por apoyarme en mis ideas. A Aitor, por aguantarme cuando ni yo misma lo hago.

A mi familia, que siempre ha confiado en mí. En especial a vosotros, Mamá, Papa y hermana. Sin vosotros no hubiera podido conseguir nada de lo que tengo y soy. Habéis confiado en mí ciegamente, y creo que nunca podre agradecer suficiente todo lo que habéis hecho por mí.

A mí misma, por no darme por vencida.

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de arquitectura de alto nivel. ....	18
Figura 2. Diagrama de casos de uso del administrador. Gestión de componentes. ....	40
Figura 3. Diagrama de casos de uso del administrador. Gestión de usuarios. ....	41
Figura 4. Diagrama de casos de uso del administrador. Funcionalidades comunes de los actores. ....	41
Figura 5. Diagrama de casos de uso del moderador. Gestión de componentes. ....	42
Figura 6. Diagrama de casos de uso del moderador. Gestión de usuarios. ....	42
Figura 7. Diagrama de casos de uso del moderador. Funcionalidades comunes de los actores. ....	43
Figura 8. Diagrama de casos de uso del usuario. ....	43
Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión. ....	84
Figura 10. Mockup ventana menú principal de usuarios. ....	85
Figura 11. Mockup ventana información del departamento. ....	85
Figura 12. Mockup ventana de información de línea de producción. ....	86
Figura 13. Mockup ventana de información de la máquina. ....	86
Figura 14. Mockup ventana de información de medición. ....	87
Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina. ....	87
Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED. ....	88

## Índice de tablas

Tabla 1. Requisito. Multi idioma. ....	22
Tabla 2. Requisito. Sistema responsive. ....	22
Tabla 3. Requisito. Logotipo. ....	22
Tabla 4. Requisito. Interfaz intuitiva. ....	23
Tabla 5. Requisito. Formatos adaptativos. ....	23
Tabla 6. Requisito. Mensajes de error e informativos. ....	23
Tabla 7. Requisito. Compatibilidad con sistema operativo. ....	23
Tabla 8. Requisito. Compatibilidad con navegadores. ....	23
Tabla 9. Requisito. Integración con mensajería instantánea. ....	24
Tabla 10. Requisito. Protocolo de comunicación. ....	24
Tabla 11. Requisito. Autenticación de usuarios con OpenLDAP. ....	24
Tabla 12. Requisito. Inicio de sesión. ....	25
Tabla 13. Requisito. Autenticación de usuario. ....	25
Tabla 14. Requisito. Gestión de usuarios. ....	25
Tabla 15. Requisito. Consulta de usuario. ....	26
Tabla 16. Requisito. Alta de usuario. ....	26
Tabla 17. Requisito. Baja de usuario. ....	26
Tabla 18. Requisito. Eliminar usuario. ....	26
Tabla 19. Requisito. Reiniciar contraseña. ....	27
Tabla 20. Requisito. Solicitar reinicio de contraseña. ....	27
Tabla 21. Requisito. Asignación de permisos y accesos. ....	27
Tabla 22. Requisito. Gestión de proyectos. ....	27
Tabla 23. Requisito. Crear proyecto. ....	28
Tabla 24. Requisito. Modificar proyecto. ....	28
Tabla 25. Requisito. Eliminar proyecto. ....	28
Tabla 26. Requisito. Exportar informe. ....	28
Tabla 27. Requisito. Añadir actividad. ....	29
Tabla 28. Requisito. Eliminar actividad. ....	29

Tabla 29. Requisito. Catalogar actividad. ....	29
Tabla 30. Requisito. Añadir documentación a la actividad.....	29
Tabla 31. Requisito. Asignar colaborador a un proyecto. ....	30
Tabla 32. Requisito. Eliminar colaborador a un proyecto.....	30
Tabla 33. Requisito. Introducir datos de un departamento.....	30
Tabla 34. Requisito. Modificar datos de un departamento.....	30
Tabla 35. Requisito. Eliminar datos de un departamento.....	31
Tabla 36. Requisito. Introducir datos de una línea.....	31
Tabla 37. Requisito. Modificar datos de una línea.....	31
Tabla 38. Requisito. Eliminar datos de una línea.....	31
Tabla 39. Requisito. Introducir datos de una máquina.....	32
Tabla 40. Requisito. Modificar datos de una máquina.....	32
Tabla 41. Requisito. Eliminar datos de una máquina.....	32
Tabla 42. Requisito. Añadir medición a proyecto.....	32
Tabla 43. Requisito. Eliminar medición a proyecto.....	33
Tabla 44. Requisito. Concurrencia de usuarios en sistema.....	33
Tabla 45. Requisito. Concurrencia de usuarios en un proyecto.....	33
Tabla 46. Requisito. Almacenamiento de datos.....	34
Tabla 47. Requisito. Base de datos.....	34
Tabla 48. Requisito. Protocolo de seguridad para la autenticación del usuario.....	34
Tabla 49. Requisito. Protocolo de integridad de la información y privacidad.....	35
Tabla 50. Requisito. Roles y permisos para usuarios.....	35
Tabla 51. Requisito. Asignación de proyectos por usuario.....	35
Tabla 52. Requisito. Disponibilidad.....	36
Tabla 53. Requisito. Mantenimiento, actualizaciones y mejoras.....	36
Tabla 54. Requisito. Tiempo medio de reparación.....	36
Tabla 55. Tabla de actor. Administrador.....	38
Tabla 56. Tabla de actor. Moderador.....	38
Tabla 57. Tabla de actor. Usuario.....	38
Tabla 58. Tabla de relación entre actores y casos de uso.....	40
Tabla 59. Relación de casos de uso y vistas.....	84
Tabla 60. Anexo A: Tabla de requisitos identificados.....	96
Tabla 61. Anexo B: Tabla de casos de uso identificados.....	97

## Resumen

El presente proyecto abarca el desarrollo de una especificación de requisitos de software (ERS) de un sistema de gestión de proyectos SMED (Single Minute Exchange of Die) para una empresa farmacéutica. Se abordarán los elementos que contiene una ERS y una introducción teórica acerca del origen del Lean Management, así como la metodología que sigue y los beneficios que aporta.

En primer lugar, se introducen los objetivos del software, el propósito, beneficios y restricciones del proyecto, así como la teoría en la que se fundamentan las funcionalidades del propio sistema.

Posteriormente, se identifican y analizan los requisitos que debe poseer la herramienta digital para cumplir con los objetivos especificados. A partir de los requisitos desarrollados, se cumplimentan los casos de uso que completan la documentación, así como los diferentes roles de los actores del sistema.

Por último, se detallan aspectos del software y se propone un conjunto de interfaces que permitan visualizar la funcionalidad diseñada. Todo esto concluye con un desglose de esfuerzo requerido y planificación utilizada para la realización del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG).

En conclusión, se diseña un sistema de gestión de proyectos SMED que tiene como objetivo principal ser una herramienta de documentación de procesos y ayuda para la toma de decisiones.

## Palabras clave

Especificación, software, SMED, procesos, medición.

## Abstract

This project covers the development of a software requirements specification (SRS) of a SMED (Single Minute Exchange of Die) project management system for a pharmaceutical company. It will address the elements contained in an SRS and a theoretical introduction about the origin of Lean Management, as well as the methodology and the benefits it offers.

Firstly, the software objectives, purpose, benefits and restrictions of the project are introduced, along with the theory on which the functionalities of the system itself are based.

Subsequently, the requirements that the digital tool must have to fulfill the specified objectives are identified and analyzed. Based on the developed requirements, use cases are completed to supplement the documentation, as well as the different roles of the system actors.

Finally, aspects of the software are detailed and a set of interfaces are proposed to visualize the designed functionality. This is all concluded with a breakdown of the effort required and the planning used for the realization of this Final Degree Project (TFG).

In conclusion, a SMED project management system is designed with the main objective of being a process documentation and decision support tool.

## Keywords

Specification, software, SMED, processes, measurement.

## Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

### Definiciones

<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Lean Manufacturing</i> es una metodología que se centra en minimizar las pérdidas en los sistemas de fabricación para conseguir maximizar la productividad.
Kaizen	Metodología que promueve el beneficio a largo plazo a través de pequeñas acciones de mejora.
Estandarización de procesos	Unión de los procedimientos de una empresa para crear un modelo reproducible que cumpla con unos criterios definidos de calidad y eficiencia,
Línea de producción	Conjunto de maquinaria en línea, que realiza un conjunto de operaciones en secuencia y está supervisada por operarios.

### Acrónimos

SMED	Acrónimo de <i>Single-Minute Exchange of Die</i> . Metodología cuyo objetivo es la preparación de maquinaria y de las operaciones de cambio de un producto o lote en un tiempo menor a 10 minutos.
IEEE	Acrónimo de <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos)
I+D	Acrónimo de Investigación y desarrollo.
GMPs	Acrónimo de <i>Good Manufacturing Practices</i> .
VSM	Acrónimo de <i>Value Stream Map</i> . Herramienta de análisis de los flujos de materiales, movimiento o procesos.
JIT	Acrónimo de <i>Just InTime</i> . Metodología que tiene como objetivo optimizar el stock de productos y eliminar desperdicios.

### Abreviaturas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke</i> (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina)
----	---

# 1. Introducción

## 1.1. Introducción al sector farmacéutico

La industria farmacéutica es la industria dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos químicos medicinales. Su objetivo es el descubrimiento y desarrollo de medicamentos y tratamientos que mejoren la salud humana.

La industria farmacéutica ha experimentado grandes cambios desde sus inicios, pero de forma más actual, se ha modernizado gracias a los avances tecnológicos y la investigación. Entre los cambios más significantes incluyen la automatización y transformación de instalaciones y maquinaria, mejorando los procesos productivos, y la calidad y seguridad de los trabajadores. También existen grandes avances en las regulaciones y controles de calidad que se producen en la industria para garantizar la seguridad de los pacientes. Por último, el sector ha experimentado una mejora en la gestión y seguimiento de los procesos de producción, mejorando así la calidad de los procesos y la eficacia, además de permitir la mejor cooperación entre los distintos componentes de un laboratorio farmacéutico.

Para la mejora de la gestión y producción en la industria farmacéutica se está implementando la filosofía del *Lean Manufacturing*, una serie de herramientas y metodologías que mejoran la productividad y reducen desperdicios. Son estas herramientas las que se posicionan como un hecho diferenciador en el proceso productivo dentro de la industria farmacéutica de los últimos años.

## 1.2. Descripción del problema

La implementación de sistemas de mejora de producción puede aportar soluciones a problemas en el flujo de fabricación de medicamentos. En la empresa para la que se diseña este software, existen una serie de problemáticas y retos que la mejora continua, y en concreto la metodología SMED, pueden ayudar a solventar.

Para una empresa donde se realizan gran variedad de productos, los cambios de formato de las máquinas en donde se fabrican es uno de los grandes retos a enfrentarse. Para comenzar a fabricar un producto B, donde se ha estado fabricando un producto A, son necesarios una serie de ajustes y modificaciones de las máquinas y equipos que componen una línea de producción. Estos cambios de formato están incluidos en una planificación, donde se coordina el flujo de los productos que se va a realizar. Por lo tanto, cuando la duración de estos cambios es mayor a la planificada o excesiva puede modificar el flujo de producción, afectando a tiempos de entrega y caducidades del producto químico del medicamento. Estudiar el proceso de cambio de formato nos permitirá identificar las actividades que se realizan y poder optimizar la operación al máximo.

Otro de los problemas que se detecta en la empresa cliente es el poco conocimiento de las tareas realizadas durante el cambio de formato de una línea. La falta de visibilidad del proceso de cambio dificulta la mejora, ocultando problemas de suministro, de posibles mantenimientos preventivos o acciones que puedan corregir ineficiencias.

Además de ello, se identifica una falta de documentación y estandarización del proceso, que puede suponer un gran problema en las auditorías y revisiones. Es importante tener en cuenta que la industria farmacéutica se caracteriza por el estricto cumplimiento de

normativas y estándares, que implican la documentación y validación precisa para cualquier cambio realizado en alguno de los aspectos involucrados durante la producción de un medicamento. Por tanto, no disponer de una metodología de trabajo documentada supone la no demostración de buenas prácticas, ni el registro correcto de cambios.

Por último, se detecta en la empresa una necesidad de actualización de procesos. La realización de una misma actividad durante un largo periodo de tiempo lleva a los encargados de realizarlo bajo una posición de “rutina”, que hace que disminuya la calidad del trabajo realizado y empeora el flujo de los procesos a realizar.

En conclusión, existen muchas problemáticas identificadas durante el proceso de cambio de formato de la empresa cliente. Es por ello por lo que se propone el diseño del software de gestión de proyectos SMED, con el que podrán documentar y optimizar el proceso, identificar acciones preventivas y estandarizar una metodología de trabajo que cumpla con las especificaciones del sector.

### 1.3. Objetivos

El software diseñado para el cliente está enfocado en ser un sistema de gestión de proyectos SMED para un laboratorio farmacéutico. Este software debe ser una herramienta de mejora continua, en forma de solución software. Con él, los proyectos podrán servir como control y documentación del proceso, usando el sistema como una herramienta de ayuda para la toma de decisiones.

El objetivo principal es el análisis y diseño de una herramienta SMED para la reducción de tiempos de cambio de formato. A raíz de este objetivo principal, se proponen unos objetivos secundarios que servirán de guía para el diseño y desarrollo del software:

- El sistema debe servir como soporte para la toma de decisiones.
- El software deberá almacenar información acerca de las tareas llevadas a cabo en el cambio de formato de las máquinas de producción.
- La misión del sistema deberá ser la optimización de las tareas realizadas durante un cambio de formato. Reducir los 7+1 desperdicios del proceso. Estos 7+1 desperdicios son las diferentes categorías en las que se pueden recoger las principales actividades que disminuyen la producción y aumentan el coste del proceso. Estos desperdicios son: espera, transporte, sobreproducción, sobre procesamiento, inventario, movimientos, defectos y talento no utilizado.
- Se facilitará al actor el proceso de estandarización del flujo de actividades llevadas a cabo durante el proceso, además de su validación y documentación.

Por otro lado, se plantean algunas de las funcionalidades o procesos que no es posible abarcar en el proyecto:

- Se consideran para el software únicamente proyectos SMED, que conlleven la optimización de cambios de formato.
- No se incorporan otras herramientas Lean.
- No se contempla el desarrollo de la aplicación diseñada. Se estructura su diseño y funcionalidades en una especificación de requisitos de software (ERS).
- Se omiten de los diagramas de casos de uso de los actores las relaciones de “include” para no comprometer la legibilidad de los diagramas. Las relaciones de “include” se pueden encontrar en el desarrollo de los casos de uso (sección 3.9.3).
- Se proponen en el proyecto las vistas del sistema que contienen la funcionalidad y que explican el uso del sistema. Todos los actores del sistema tienen acceso a este flujo del sistema. No están incluidas todas las vistas de los menús a los que se puede acceder desde el actor Administrador y Moderador.

Para el desarrollo del proyecto se tienen en cuenta algunas condiciones discrecionales que se adoptan para la metodología y la notación para este trabajo:

- Para el material visual de este proyecto se usa la notación UML (Lenguaje de Modelado Unificado) [1].
- La documentación del diseño y requisitos se basa en el estándar IEEE std. 830 [2] de forma parcial, no siguiendo su estructura de forma rígida.

- El documento de diseño propondrá unas vistas del programa que mostrarán un software amigable, intuitivo y fácil de usar.

## 1.4. Esquema de contenidos

El Trabajo de fin de Grado (TFG) está compuesto de varias secciones. A continuación, se detalla de una forma más clara el contenido de cada uno de estos apartados:

### Introducción (sección 1.1)

En esta sección se proporciona una visión global del documento y del proyecto. Para ello se comienza con una introducción al sector farmacéutico y las necesidades que se identifican en la empresa cliente. A continuación, se describe el problema que se pretende abordar con el software; para, por último, establecer los objetivos del proyecto y que es lo que se espera conseguir al finalizar este proyecto.

### Objetivos (sección 1.3)

En esta sección se detalla la finalidad y el propósito para los cuales se ha diseñado el software. Además de ello, se resumen las limitaciones y decisiones tomadas durante el proceso de diseño y recogida de funcionalidades.

### Estado del Arte (sección 2)

En esta sección se introduce el marco teórico en el que está basado detallado del estado actual de la tecnología o las soluciones existentes en el campo relacionado con el proyecto. Se examinan las tendencias, los avances tecnológicos y las mejores prácticas en el área específica en la que se enfoca el proyecto. Esto proporciona una comprensión más amplia del contexto y ayuda a identificar oportunidades y desafíos que se deben tener en cuenta durante el desarrollo del sistema.

### Especificación de requisitos de software (ERS) (sección 3)

En esta sección se detalla la funcionalidad, el aspecto, la estructura y los actores del sistema objeto del documento. Se introducen las suposiciones, restricciones y beneficios esperados, para posteriormente introducir las características del software y su interacción con el usuario.

### Conclusiones y trabajos futuros (sección 4)

En esta sección se concluye el proceso de diseño del software y se resumen las actividades llevadas a cabo. Se comenta el resultado a obtener tras el diseño y los propósitos por los que ha sido diseñado. Además, se detalla que es lo que se puede desarrollar en un futuro que mejore y evolucione el sistema.

## 2. Estado del arte

En la actualidad, la mejora continua está marcando un hecho diferenciador en múltiples sectores, como el alimentario, sanitario, manufacturero o farmacéutico. Este avance en la producción es el que provoca que cada vez más empresas implementen sistemas y herramientas de mejora continua en sus plantas productivas.

La herramienta SMED [3] se ha convertido en una de las bases para una producción Lean, mejorando la eficiencia en la producción y mantenimiento; y reduciendo tiempos de cambio de formato. Cada vez más empresas optan por implementar esta herramienta que les diferencia en el mercado.

Existen ya multitud de títulos, artículos y tesis que investigan y estudian la herramienta SMED, y que han probado su efectividad en sectores muy diversos, desde la fabricación de automóviles y bicicletas, la industria aeroespacial o la industria farmacéutica. Todas ellas, predominando el sector de manufacturación y el de bienes y servicios, han obtenido mejoras en la productividad tras la implementación de herramientas Lean.

Algunos casos de estudio de la bibliografía internacional acerca de una herramienta SMED son los siguientes:

- \* El caso de estudio de Karam y Liviu [4] muestra los resultados obtenidos tras la implementación de SMED en una planta farmacéutica en Rumanía. El objetivo era reducir el tiempo de formato en el cambio de moldes. Se llegó a la conclusión de que, tras implantar técnicas de SMED, el cambio de formato entre moldes pasara de 26 minutos a 9,48 minutos. Esto supuso un beneficio de tiempo de un 60% frente al proceso que se tenía estandarizado en la fábrica.
- \* Otro caso de estudio a destacar es el de N. J. Aguilar [5], aplicado en una planta farmacéutica en Lima, Perú. Su objetivo era mostrar como la herramienta SMED mejoró la productividad en la línea de envasado. Tras una recolección de datos, concluye con que la mejora de productividad es un promedio de 17% tras la implementación.

Para la implementación de estas técnicas Lean existen varias herramientas software para proyectos SMED. Estas herramientas facilitan el análisis de tiempos en un cambio de formato y aportan la información necesaria para su análisis y optimización.

### 2.1. Descripción del área de estudio

“*Lean Manufacturing* es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.” (J. C. Hernández Matías y A. Vizán Idope, 2013, p.12) [6]

La metodología Lean tiene 4 principales elementos en el sistema: el proceso lean, las personas, las herramientas del método y la cultura. Estos elementos dan forma a la filosofía *Lean Manufacturing* a las metodologías y estrategias que esta genera.

Los procesos lean son aquellas tareas que se realizan siguiendo la filosofía Lean, para dar forma y optimizar los procesos de producción, diseñándolos desde la eficiencia, la

minimización de desperdicios y el máximo rendimiento. Por tanto, contribuyen a establecer un flujo de trabajo continuo al estandarizar y optimizar su ejecución.

Estos procesos Lean no deben confundirse con las herramientas Lean, pues muchas veces son consideradas como iguales. Las herramientas Lean son técnicas usadas para identificar y analizar aquellos desperdicios ocasionados en las zonas de producción. Con ellas estudiamos a fondo el flujo de producción y las metodologías usadas anteriormente en búsqueda de desperdicios. Algunos ejemplos de herramientas Lean son los eventos *Kaizen*, *5S*, *Value Stream Map* o *SMED*.

Por otro lado, tenemos las personas Lean, fundamentales en la implementación de un modelo Lean en el área de fabricación de una empresa. Las personas Lean son aquellos empleados que toman como suyos los principios y prácticas que dicta la filosofía para la mejora de los procesos.

Para el cambio, cada empleado de una empresa es un componente clave en el éxito del proceso. Por consiguiente, tanto los directores como los operarios son participantes activos en el proceso de cambio, desde sus respectivas posiciones. Y es que para que sea realidad, los empleados deben confiar en el método y ser conscientes del objetivo que se quiere conseguir y los beneficios que va a aportar. De no ser así, las personas no alineadas con la filosofía podrían dificultar la implementación y el desarrollo del proceso Lean.

Para ello es muy importante contar con una buena cultura Lean. La cultura Lean consiste en la difusión de los valores, técnicas y creencias que impulsan las acciones del *Lean Manufacturing* en una empresa. Su misión es crear una mentalidad abierta y fomentar el cambio mediante la comunicación y formación de las personas implicadas en el proceso. De esta forma, aseguramos que todos dispongan de las herramientas necesarias para abogar al cambio y ser proactivos. Para crear esa cultura del cambio deberemos fomentar el trabajo en equipo y el respeto entre las diferentes opiniones de las personas lean.

### 2.1.1. Origen de la filosofía Lean

La filosofía Lean surge de la observación de la producción artesanal. Nos remontamos a principios del siglo XX, cuando Frederick Winslow Taylor, ingeniero mecánico gerente de una planta de fundición, cuestionó el proceso de fundición y lo convirtió en un proceso en masa. Taylor a través de su observación consiguió el mejor camino para simplificar el trabajo de diseño y fabricación a operaciones repetitivas.

El taylorismo, como se nombra a esta etapa, consigue una serie de innovaciones en la fabricación, como puede ser una estandarización de etapas de trabajo, una reducción de tiempo de fabricación, y un punto diferente de planificación del trabajo.

A su vez, Henry Ford, empresario y emprendedor, colaboró en otro sector industrial con grandes aportaciones al concepto de *Lean Manufacturing*, Ford, dueño de la compañía Ford Company, diseñó en 1908 el modelo de coche más sencillo de producir y reparar, el Modelo T. Su objetivo era diseñar un coche que pudiera ensamblarse en línea, con piezas intercambiables y fácilmente intercambiables, siendo también fácil las posibles reparaciones posteriores.

La idea de Ford, conocida como fordismo, revolucionó el concepto de cadena de montaje incluyendo técnicas como la estandarización de piezas en las operaciones, la optimización

de procesos de ensamblaje o la reducción de actividades necesarias por operario en la producción.

No hay duda de que Ford y Taylor revolucionaron los procesos productivos tal y como se concebían. Sin embargo, no es hasta la llegada de Sakichi Toyoda cuando se comienza a diseñar los primeros bocetos de lo que posteriormente sería el *Lean Manufacturing*. Sakichi Toyoda fue un inventor japonés, impulsor de las primeras ideas de automatización de tareas en máquinas. En 1930 funda, junto a su hijo Kiichiro, la compañía *Toyota Motor Company*. Bajo el nombre de la empresa, Sakichi y su hijo desarrollan toda una técnica de logística, planificación de producción y herramientas como JIT (*Just InTime*); asentando las bases del concepto.

Tras la segunda guerra mundial, Taichi Ohno y Shingeo Shingo, ingenieros responsables del repunte de Toyota, se marcan el objetivo de replicar la metodología usada en Ford para Toyota. En los años 60, Toyota ya era considerada una de las empresas de producción más poderosas, y su sistema, era enseñado alrededor del mundo, intentando replicarlo en múltiples sectores diferentes.

En 1990, el *Lean Manufacturing* consigue su reconocimiento a nivel mundial con la publicación de los escritores James P. Womack, Daniel T. y Daniel Roos, titulada “*The Machine That Changed the World*”, en español “La Máquina Que Cambió El Mundo”.

### 2.1.2. SMED

SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) es una técnica de *Lean Manufacturing* que pretende reducir los tiempos de cambio de formato entre productos y mejorar la eficiencia en los procesos de producción.

Esta herramienta fue inventada por Shigeo Shingo en la década de 1950, cuando trabajaba como ingeniero en Toyota. Shingo observó que los tiempos de cambio de formato entre un producto u otro eran lentos y llevaban mucho tiempo, aumentando el tiempo desperdiciado y los costos de producción.

El objetivo por el que inventa la técnica SMED es reducir estos tiempos de cambio de varias horas a pocos minutos. Para ello se deben seguir una serie de pautas y procesos que nos permitan observar los problemas del proceso.

El primer paso es separar aquellas tareas que puedan realizarse con la máquina detenida (operaciones internas), de aquellos pasos que puedan realizarse mientras la máquina sigue en funcionamiento (operaciones externas). Al separarlas, conseguiremos una visión más clara de aquellas actividades que pueden ser solapadas. Debemos tener en cuenta de que durante ese proceso puede estudiarse la manera de realizar tareas consideradas como internas, de forma externa, es decir, reducir al máximo las tareas internas.

A continuación, simplificaremos y estandarizaremos el proceso de cambio de formato de la maquinaria, de tal manera que podamos estudiar al máximo el proceso y extraer los tiempos óptimos de realización de cada tarea.

Para mejorar el proceso, podremos adoptar cambios en la organización y limpieza del área de producción para facilitar el proceso de cambio de herramientas de la máquina.

La técnica SMED se ha utilizado con éxito en multitud de sectores y de formas diferentes, afirmando así ser una técnica efectiva. Con ella se puede reducir el tiempo de cambio, mejorar la flexibilidad, ahorrar costes, eliminar desperdicios en el proceso o incluso mejorar la seguridad física de las personas que trabajan en el área.

### 2.1.3. ¿Por qué el *Lean Manufacturing* en la industria farmacéutica?

La filosofía Lean ha supuesto una gran mejora de los procesos necesarios en fabricación farmacéutica, y es que se reconoce que el potencial del Lean ha ayudado a transformar procesos.

En los entornos de fabricación, un sistema Lean ayuda de forma activa y beneficiosa a detectar problemas como exceso de inventario, esperas, espacios mal aprovechados, ineficiencia, etc.

Las herramientas de una metodología Lean benefician al sector proporcionando las herramientas necesarias para un control de stock eficaz, una gestión de espacio adecuadas a las GMPs (*Good Manufacturing Practices*) de la industria; y un mayor seguimiento del proceso, controlando cantidades desperdiciadas, esperas no planificadas o flujos de fabricación más flexibles.

No solo en los entornos de fabricación de esta industria, la metodología lean también brinda beneficios en la gestión de esta, agilizando los procesos de toma de decisiones o generando un entorno centralizado de la información.

En conclusión, podemos decir que el *Lean Management* se ha convertido en un hecho diferenciador en el sector farmacéutico, que convierte a aquellas empresas que usan sus recursos, en organizaciones más eficientes, competitivas y capaces de adaptarse a los constantes cambios del mercado y las demandas de los consumidores.

### 3. Especificación de requisitos de software

En este apartado desarrollamos la especificación de requisitos del software. Para esta sección seguiremos el modelo proporcionado por el IEEE std. 830 [2]. Este estándar establece una metodología y guion para una especificación de requisitos de software. Con este modelo nos aseguramos de que las especificaciones sean comprensibles, detalladas y presentadas en un formato estandarizado, de manera que facilite la comunicación entre los desarrolladores del sistema.

En este contexto, las especificaciones de un software son descripciones detalladas de las funciones y características de este. Se realizan estas especificaciones tras un análisis e identificación de requisitos. Este apartado incluye los casos de uso, propuestas de interfaces y la descripción de la relación entre los casos de uso y los actores del sistema.

#### 3.1. Descripción general del sistema a desarrollar

El software que se pretende diseñar en este documento debe ser un software que permita aplicar herramientas y técnicas Lean en una planta farmacéutica. Su función consistirá en servir de soporte para la implementación de la metodología SMED en un laboratorio farmacéutico, más concretamente en el área de fabricación de medicamentos. Este sistema se desarrollará como aplicación web remota, permitiéndonos un sistema más flexible, escalable, de mejor acceso para diferentes ubicaciones. Los datos recogidos en el programa estarán almacenados en el servidor propio de la compañía.

En cuanto a características del programa, este será orientado a la gestión de proyectos, con tres tipos de usuarios con los que acceder (administrador, moderador y usuario), y estará disponible en 3 idiomas (español, inglés y francés). Los actores de la plataforma podrán crear un proyecto SMED para dar forma a los datos y mediciones recogidas del área. Una vez introducidos los datos en el sistema, este creará unos informes SMED siguiendo el marco teórico de la herramienta, que servirá como soporte a las decisiones de la empresa cliente.

En la Figura 1 se representa visualmente la relación entre los actores del sistema y las funcionalidades que desempeñan dentro del sistema.

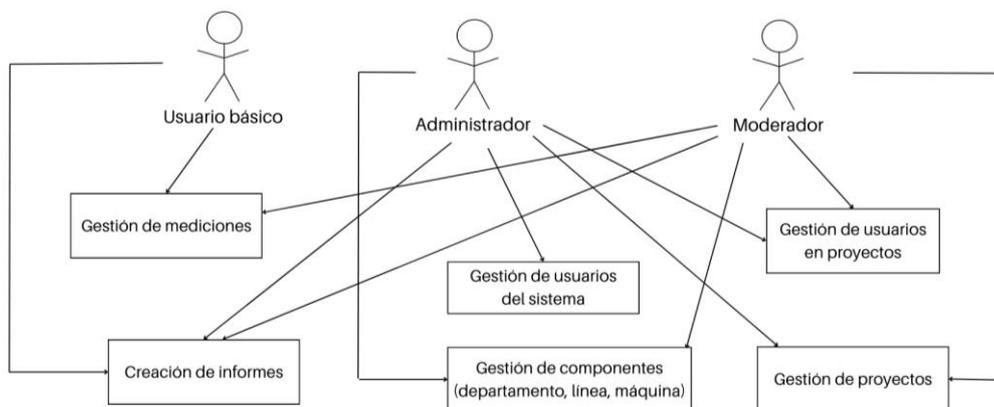


Figura 1. Diagrama de arquitectura de alto nivel.

### 3.2. Beneficios esperados

Con el software se busca obtener un sistema de información, un ecosistema de trabajo cooperativo y una herramienta de toma de decisiones. Esta herramienta permitirá, asumiendo unos conocimientos básicos de la teoría detrás del software, planificar, ordenar y analizar una serie de datos y material multimedia. Algunos de los beneficios que se persiguen son:

- Apoyo en la reducción de tiempos de formato: El software aportará una visión del área bajo el método SMED, de tal manera que se puedan aportar soluciones y medidas para una reducción de tiempos.
- Mejora de productividad: Al aportar un informe para la reducción de tiempos, este software también contribuirá a la productividad de los operarios y de las actividades y tareas llevadas a cabo en los procesos.
- Documentación y estandarización: La implementación del software permitirá documentar los procesos de medición y recogida de datos llevados a cabo en un proyecto SMED. Gracias al software, dichos datos serán recogidos en una base de datos y podrán ser usados para más de un proyecto.
- Localizar ideas y oportunidades de mejora: la documentación de las tareas de cambio de formato permitirán estudiar el flujo, obteniendo una oportunidad de identificar acciones que mejoren el proceso.

### 3.3. Restricciones

Como todo proyecto, el diseño de este software tiene sus limitaciones y restricciones. Para empezar, el proyecto solo aborda una de las múltiples herramientas de *Lean Manufacturing*, los proyectos SMED, que consistirán en la optimización de los cambios de formato de la maquinaria industrial de fabricación de productos farmacéuticos.

Esta versión del proyecto no tiene prevista la incorporación de las demás herramientas de optimización de la filosofía Lean. Sin embargo, se contempla su desarrollo en versiones futuras del software.

Por último, este proyecto no incluirá el desarrollo ni diseño de servicios de mensajería o video llamadas, ya que se pretende la agregación de herramientas ya existentes que cubran ese servicio.

### 3.4. Suposiciones y dependencias

Las suposiciones y dependencias de un software son aquellos elementos que consideramos necesarios para un correcto funcionamiento de este. Estos elementos pueden ser implícitos en el uso del software y pueden afectar la forma en que se comporta o interactúa con otros sistemas.

Para este proyecto, detallamos una serie de suposiciones, catalogadas de la siguiente forma:

- Uso de recursos externos: El software diseñado necesita de varios recursos externos para su correcto funcionamiento, como una base de datos remota, donde se gestione la información almacenada. También contará con el uso de una herramienta de mensajería externa.
- Dependencia de bibliotecas o frameworks: El sistema llevará implementado una serie de bibliotecas y frameworks externos que aporten utilidades específicas, necesarias para el funcionamiento requerido.
- Entorno de ejecución y seguridad: El software estará desarrollado para el sistema operativo Windows, asumiendo que se utiliza en una red fiable y estable. La seguridad con la que se protege el sistema dependerá de la seguridad implementada en la red interna de la compañía.
- Entrada de datos: El software utiliza unos datos de entrada que cumplen con ciertos formatos, estructuras o restricciones. Se asume que unos datos inesperados o introducidos de manera incorrecta causarían errores y comportamientos no deseados.
- Comportamiento del usuario: En el proyecto se supone una correcta interacción de los usuarios con el software diseñado. En caso opuesto, el software puede no cumplir con los objetivos o propósitos deseados. El software, en ese caso, deberá estar preparado para mostrar mensajes de error cuando hay fallos o entradas inadecuadas.

### 3.5. Evolución previsible del sistema

El desarrollo y evolución del software están condicionados por el comportamiento de esta primera versión en la empresa. Que el software aporte eficacia y proporcione una herramienta de ayuda notable en los procedimientos de mejora continua en la empresa será uno de los factores determinantes para realizar futuras actualizaciones y mejoras del software.

Si tras un periodo de prueba de la versión inicial la retroalimentación de los usuarios del software lo consideran una ventaja y mejora significativa, se estudiaría la implementación de nuevos módulos en el sistema que ayudaran a llevar a cabo otras herramientas de *Lean Manufacturing*.

## 3.6. Alcance

### 3.6.1. Funciones incluidas

El software orientado a la gestión de proyectos SMED permite a los actores crear proyectos asociados a una línea de producción.

En estos proyectos, los usuarios colaboradores trabajan con datos previamente introducidos, lo que facilita la reutilización y el acceso rápido a información relevante. En estos podrán agregar diferentes mediciones de los procesos de cambio de formato, y estudiar finalmente el proceso.

El sistema tiene una gestión de usuarios, dividida en 3 roles diferentes, que restringen o permiten ciertas actividades dentro del software. Gracias a ello, protegemos los datos que se introducen en el sistema y la modificación de estos.

Tras una etapa de medición en el sistema, los colaboradores podrán visualizar diagramas de tiempos generados por estas mediciones, y asignar a una actividad si es interna o externa, para poder tomar decisiones en base a ello.

### 3.6.2. Funciones excluidas

Como todo proyecto, es importante establecer cuáles son aquellas funciones excluidas del alcance del proyecto.

Una de ellas es la capacidad de importar y exportar datos del sistema, ya que se ha concretado que, en esta primera versión, el manejo de datos se realice únicamente dentro del propio sistema.

Asimismo, se ha decidido no implementar un repositorio de actividades fijo por máquina, debido a que uno de los objetivos del sistema es la recogida de información acerca de los cambios de formato que tienen lugar. Por tanto, es importante que la gestión y manejo de las tareas y actividades quede dinámica para poder observar el funcionamiento del proceso.

Además, se excluye del proyecto la realización de una mensajería instantánea propia para el sistema, ya que se considera más adecuado en futuras versiones preparar la integración de herramientas ya existentes en el mercado.

Por último, se impide los usuarios puedan cambiar su contraseña sin la aprobación de un administrador. Esta decisión se implementa para mantener un control sobre las cuentas de usuario y garantizar la seguridad de la información. Al requerir la aprobación de un administrador, la empresa cliente puede mantener una gestión segura y coherente de los accesos al sistema, salvaguardando la integridad de los datos y promoviendo un entorno de trabajo seguro para los usuarios.

### 3.7. Requisitos

Para describir la funcionalidad que se le va a proporcionar al sistema, se diseñan una serie de requisitos, clasificados en diferentes categorías. También se puede recurrir al Anexo A: Tabla de requisitos identificados., que contiene una tabla resumen de los requisitos tratados en este apartado.

#### 3.7.1. Comunes a las interfaces

Las interfaces en un software permiten una interacción sencilla e intuitiva entre el usuario y el sistema. Los requisitos comunes a las interfaces son unas pautas generales que garantizan una cohesión y coherencia. Estos asentaran unas directrices para el diseño visual del software y la interoperabilidad de los componentes. De la Tabla 1 a la Tabla 11 se hace referencia a los requisitos comunes a las interfaces.

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-001
<b>Nombre del requisito</b>	Multi idioma
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema deberá estar operativo en los idiomas español, inglés y francés
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 1. Requisito. Multi idioma.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-002
<b>Nombre del requisito</b>	Sistema responsive
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema deberá estar programado para un comportamiento responsive de la interfaz de usuario, preparado para diferentes dispositivos de acceso o tamaños de pantalla.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 2. Requisito. Sistema responsive.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-003
<b>Nombre del requisito</b>	Logotipo
<b>Descripción del requisito</b>	La interfaz de usuario contará con un logotipo de la empresa cliente en cada vista del sistema.
<b>Prioridad del requisito</b>	Baja
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 3. Requisito. Logotipo.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-004
<b>Nombre del requisito</b>	Interfaz intuitiva
<b>Descripción del requisito</b>	La interfaz de usuario deberá ser intuitiva y fácil de usar.
<b>Prioridad del requisito</b>	Baja
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 4. Requisito. Interfaz intuitiva.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-005
<b>Nombre del requisito</b>	Formatos adaptativos
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema debe adaptarse a los formatos de hora y fecha según la ubicación local de usuario.
<b>Prioridad del requisito</b>	Baja
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 5. Requisito. Formatos adaptativos.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIU-006
<b>Nombre del requisito</b>	Mensajes de error e informativos
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados al usuario final.
<b>Prioridad del requisito</b>	Baja
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 6. Requisito. Mensajes de error e informativos.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIS-001
<b>Nombre del requisito</b>	Compatibilidad con sistema operativo
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación web estará preparada para el sistema operativo Windows, siendo este el que se usa en la empresa cliente.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 7. Requisito. Compatibilidad con sistema operativo.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIS-002
<b>Nombre del requisito</b>	Compatibilidad con navegadores
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación web deberá ser compatible con los navegadores más comunes del mercado (Chrome, Firefox, Edge...)
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 8. Requisito. Compatibilidad con navegadores.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIS-003
<b>Nombre del requisito</b>	Integración con mensajería instantánea
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación web deberá poder integrar la herramienta de mensajería RocketChat.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 9. Requisito. Integración con mensajería instantánea.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIC-001
<b>Nombre del requisito</b>	Protocolo de comunicación
<b>Descripción del requisito</b>	El protocolo de comunicación entre la aplicación web dependerá de la base de datos que utilice la empresa cliente para la gestión y almacenamiento de estos.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Es la arquitectura de red local de la empresa cliente la que condiciona la comunicación entre la aplicación y la base de datos.

*Tabla 10. Requisito. Protocolo de comunicación.*

<b>Identificación del requisito</b>	RIC-002
<b>Nombre del requisito</b>	Autenticación de usuarios con OpenLDAP
<b>Descripción del requisito</b>	Se usará el servidor LDAP para mantener usuarios y contraseñas codificadas y preparadas para validar el acceso de usuarios a la aplicación.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 11. Requisito. Autenticación de usuarios con OpenLDAP.*

### 3.7.2. Funcionales

Los requisitos funcionales son aquellos que describen las funcionalidades que el sistema debe cumplir. Con estos, definimos las tareas, acciones, comportamientos, y las condiciones en las que se llevan a cabo. De la Tabla 12 a la Tabla 43 se hace referencia a los requisitos funcionales del software

<b>Identificación del requisito</b>	RF-001
<b>Nombre del requisito</b>	Inicio de Sesión
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema deberá solicitará a los usuarios un correo electrónico y una contraseña única para el acceso.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	NA

*Tabla 12. Requisito. Inicio de sesión.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-002
<b>Nombre del requisito</b>	Autenticación de usuario
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios deben autenticarse para acceder a cualquier parte del sistema. El servidor LDAP será modificado por el administrador para gestionar los usuarios que podrán ser validados. Los usuarios introducirán nombre de usuario y contraseña. Si el usuario es autenticado positivamente, se le proporcionara acceso al sistema con el rol y permisos autorizados. En caso de autenticación negativa, al usuario se le notifica con un aviso de error se permite un nuevo intento en la autenticación.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador tiene acceso a la aplicación de OpenLDAP.

*Tabla 13. Requisito. Autenticación de usuario*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-003
<b>Nombre del requisito</b>	Gestión de usuarios
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema deberá permitir un control y gestión de los usuarios de la plataforma.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 14. Requisito. Gestión de usuarios.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-004
<b>Nombre del requisito</b>	Consulta de usuario
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador tendrá acceso a los campos de información de un usuario.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 15. Requisito. Consulta de usuario.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-005
<b>Nombre del requisito</b>	Alta de usuario
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador podrá dar de alta un nuevo usuario. Deberá asignarle unos permisos y roles para los servicios del sistema.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 16. Requisito. Alta de usuario.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-006
<b>Nombre del requisito</b>	Baja de usuario
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador podrá dar de alta un usuario ya existente. Cuando se da de baja un usuario del sistema no se pierden los datos asociados a dicho usuario, sino que se le impide el acceso a la aplicación.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 17. Requisito. Baja de usuario.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-007
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar usuario
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador podrá eliminar un usuario del sistema de forma definitiva, eliminando también los datos asociados a dicho usuario en el servidor.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 18. Requisito. Eliminar usuario.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-008
<b>Nombre del requisito</b>	Reiniciar contraseña
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador podrá realizar un reinicio de la contraseña de un usuario. Al solicitar una nueva contraseña, se generará una de forma automática y se enviará un correo con la nueva contraseña al correo electrónico asociado al usuario. La nueva contraseña se registra en la información del usuario contenida en el servidor LDAP
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 19. Requisito. Reiniciar contraseña.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-008.1
<b>Nombre del requisito</b>	Solicitar reinicio de contraseña
<b>Descripción del requisito</b>	El usuario y moderador podrán solicitar un reinicio de contraseña, en caso de pérdida o filtración de esta. Al solicitar una nueva contraseña, el administrador debe aceptar la petición. Si la petición es aceptada, el sistema enviará automáticamente un correo con la nueva contraseña al correo electrónico asociado al usuario.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 20. Requisito. Solicitar reinicio de contraseña.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-009
<b>Nombre del requisito</b>	Asignación de permisos y accesos
<b>Descripción del requisito</b>	El administrador puede gestionar los permisos y roles asignados a los usuarios existentes.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Solo el rol del administrador dispone de esta funcionalidad.

*Tabla 21. Requisito. Asignación de permisos y accesos.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-010
<b>Nombre del requisito</b>	Gestión de proyectos
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema permite un control sobre los proyectos llevados a cabo en la plataforma.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 22. Requisito. Gestión de proyectos.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-011
<b>Nombre del requisito</b>	Crear proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden crear un nuevo proyecto en el sistema, rellenando los datos necesarios y asignando a los usuarios con acceso de escritura y lectura en el proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 23. Requisito. Crear proyecto.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-012
<b>Nombre del requisito</b>	Modificar proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden modificar los datos de un proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 24. Requisito. Modificar proyecto.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-013
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden eliminar un proyecto existente de la plataforma.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 25. Requisito. Eliminar proyecto.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-014
<b>Nombre del requisito</b>	Exportar informe
<b>Descripción del requisito</b>	Se podrá obtener un archivo PDF con la información del apartado del proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 26. Requisito. Exportar informe.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-015
<b>Nombre del requisito</b>	Añadir actividad
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden añadir actividades que se realizan dentro de las máquinas, para la medición de tiempos del proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 27. Requisito. Añadir actividad.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-016
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar actividad
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden eliminar actividades de dentro de las máquinas.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 28. Requisito. Eliminar actividad.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-017
<b>Nombre del requisito</b>	Catalogar actividad
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden catalogar las actividades como: internas (suceden con máquina apagada) o externa (suceden con máquina en funcionamiento).
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 29. Requisito. Catalogar actividad.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-018
<b>Nombre del requisito</b>	Añadir documentación a la actividad
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden añadir documentación en cada actividad, en diferentes formatos (PDF, JPG, MOV), para un mejor estudio del proceso.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 30. Requisito. Añadir documentación a la actividad.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-019
<b>Nombre del requisito</b>	Asignar colaborador a un proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden puede asignar a los usuarios colaboradores en un proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 31. Requisito. Asignar colaborador a un proyecto.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-020
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar colaborador a un proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden quitar el acceso a los usuarios colaboradores en un proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 32. Requisito. Eliminar colaborador a un proyecto.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-021
<b>Nombre del requisito</b>	Introducir datos de un departamento.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden escribir la descripción e información inicial de un departamento. Una vez introducido, se quedará guardado como información inicial en cada proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 33. Requisito. Introducir datos de un departamento.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-022
<b>Nombre del requisito</b>	Modificar datos de un departamento.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden modificar la información que ha escrito acerca de un departamento.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 34. Requisito. Modificar datos de un departamento.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-023
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar datos de un departamento.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden eliminar por completo un departamento, eliminando también las líneas y máquinas que lo componían.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 35. Requisito. Eliminar datos de un departamento.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-024
<b>Nombre del requisito</b>	Introducir datos de una línea.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden escribir la descripción e información inicial de una línea. Una vez introducido, se quedará guardado como información inicial en cada proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 36. Requisito. Introducir datos de una línea.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-025
<b>Nombre del requisito</b>	Modificar datos de una línea.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden modificar la información que ha escrito acerca de una línea.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 37. Requisito. Modificar datos de una línea.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-026
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar datos de una línea.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden eliminar por completo una línea del sistema, eliminando también las máquinas que la componen,
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

*Tabla 38. Requisito. Eliminar datos de una línea.*

<b>Identificación del requisito</b>	RF-027
<b>Nombre del requisito</b>	Introducir datos de una máquina.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden escribir la descripción e información inicial de una máquina. Una vez introducido, se quedará guardado como información inicial en cada proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

Tabla 39. Requisito. Introducir datos de una máquina.

<b>Identificación del requisito</b>	RF-028
<b>Nombre del requisito</b>	Modificar datos de una máquina.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden modificar la información que ha escrito acerca de una máquina.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

Tabla 40. Requisito. Modificar datos de una máquina.

<b>Identificación del requisito</b>	RF-029
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar datos de una máquina.
<b>Descripción del requisito</b>	Los roles autorizados pueden eliminar por completo una máquina del sistema; sin eliminar el departamento o línea al que pertenecía.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Solo los roles del administrador y del moderador disponen de esta funcionalidad.

Tabla 41. Requisito. Eliminar datos de una máquina.

<b>Identificación del requisito</b>	RF-030
<b>Nombre del requisito</b>	Añadir medición a proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden añadir las mediciones que realizan dentro de los proyectos.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

Tabla 42. Requisito. Añadir medición a proyecto.

<b>Identificación del requisito</b>	RF-031
<b>Nombre del requisito</b>	Eliminar medición a proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios pueden eliminar mediciones de un proyecto.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

Tabla 43. Requisito. Eliminar medición a proyecto.

### 3.7.3. No funcionales

Los requisitos no funcionales describen las características y cualidades que debe poseer un sistema para garantizar unas características de rendimiento, seguridad, disponibilidad y mantenimiento.

#### 3.7.3.1. Rendimiento

Los requisitos de rendimiento establecen la eficiencia que el software debe cumplir y lo que debe proporcionar para una capacidad de procesamiento óptima. De la Tabla 44 a la Tabla 47 se hace referencia a los requisitos no funcionales de rendimiento.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-R-001
<b>Nombre del requisito</b>	Concurrencia de usuarios en sistema
<b>Descripción del requisito</b>	El número máximo de usuarios de forma simultánea en la aplicación no excederá de 20 personas.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Es el hardware existente en la empresa cliente el que restringe el número de usuarios simultáneos en la aplicación.

Tabla 44. Requisito. Concurrencia de usuarios en sistema.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-R-002
<b>Nombre del requisito</b>	Concurrencia de usuarios en un proyecto
<b>Descripción del requisito</b>	Se permitirá un máximo de un usuario con permisos de escritura en el proyecto. De forma simultánea, otros usuarios podrán acceder al proyecto con permisos de lectura.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Se restringe el acceso a los proyectos a un usuario con permiso de escritura por proyecto.

Tabla 45. Requisito. Concurrencia de usuarios en un proyecto.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-R-003
<b>Nombre del requisito</b>	Almacenamiento de datos
<b>Descripción del requisito</b>	La cantidad máxima de datos a registrar y la longitud y tipo de estos depende de la capacidad del hardware del servidor del cliente.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Es el hardware existente en la empresa cliente el que restringe el tamaño de los datos recogidos en la aplicación.

*Tabla 46. Requisito. Almacenamiento de datos.*

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-R-004
<b>Nombre del requisito</b>	Base de datos
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema utilizará la base de datos existente en la empresa cliente.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	Es el sistema de base de datos existente en la empresa cliente el que se utilizará para el almacenamiento de datos de la aplicación.

*Tabla 47. Requisito. Base de datos.*

### 3.7.3.2. Seguridad

Los requisitos de seguridad se refieren a la protección y cifrado de los recursos y datos del sistema, así como a la protección frente ataques o accesos no autorizados. De la Tabla 48 a la Tabla 51 se hace referencia a los requisitos no funcionales de seguridad.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-S-001
<b>Nombre del requisito</b>	Protocolo de seguridad para la autenticación del usuario
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema utilizará un protocolo de seguridad basado en encriptación de 128 bits para la autenticación de usuarios. Este protocolo garantizará un nivel de seguridad adecuado para proteger la confidencialidad de los usuarios del sistema.  Este requisito no funcional está asociado al requisito funcional RF-002.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones de permisos para este requisito.

*Tabla 48. Requisito. Protocolo de seguridad para la autenticación del usuario.*

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-S-002
<b>Nombre del requisito</b>	Protocolo de integridad de la información y privacidad
<b>Descripción del requisito</b>	El sistema utilizará el sistema de cifrado de información y control de privacidad que esté implementado actualmente por la empresa cliente. Para mantener una transmisión de datos segura y cofrada, se hará uso del protocolo SSL.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Se utilizarán los protocolos de cifrado y privacidad de datos, habilitados en la red local de la empresa para la aplicación.

Tabla 49. Requisito. Protocolo de integridad de la información y privacidad.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-S-003
<b>Nombre del requisito</b>	Roles y permisos para usuarios
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios de la aplicación web estarán catalogados con unos roles que permitirán ciertos accesos a la aplicación y su contenido. De esa forma, cuidamos los accesos y las modificaciones, así como la sobreescritura.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Los roles y permisos restringen las actividades que pueden realizar los usuarios.

Tabla 50. Requisito. Roles y permisos para usuarios.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-S-004
<b>Nombre del requisito</b>	Asignación de proyectos por usuario
<b>Descripción del requisito</b>	Los usuarios serán asignados a los usuarios de forma directa, en la creación de los proyectos. De esta forma, los usuarios solo tendrán acceso a los proyectos de los que forman parte.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	El usuario estará restringido en los proyectos, pudiendo ver solo los que es participante.

Tabla 51. Requisito. Asignación de proyectos por usuario.

### 3.7.3.3. Disponibilidad

Los requisitos de disponibilidad establecen la accesibilidad de los usuarios al sistema, tratando de proporcionar a estos un tiempo de inactividad mínimo y una recuperación rápida ante caídas. La Tabla 52 hace referencia al requisito no funcional de disponibilidad.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-D-001
<b>Nombre del requisito</b>	Disponibilidad
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación web deberá estar disponible y confiable para su uso durante el horario laboral de la empresa.
<b>Prioridad del requisito</b>	Media
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 52. Requisito. Disponibilidad.*

### 3.7.3.4. Mantenibilidad

Los requisitos de mantenimiento establecen la facilidad de mantener y actualizar el software. De la Tabla 53 a la Tabla 54 se hace referencia a los requisitos no funcionales de mantenibilidad.

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-M-001
<b>Nombre del requisito</b>	Mantenimiento, actualizaciones y mejoras
<b>Descripción del requisito</b>	Se recogerán todos los manuales de configuración de las partes implicadas en el sistema para administradores. Se redactará un manual de usuario y de instalación de la aplicación para los usuarios.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 53. Requisito. Mantenimiento, actualizaciones y mejoras.*

<b>Identificación del requisito</b>	RNF-M-002
<b>Nombre del requisito</b>	Tiempo medio de reparación
<b>Descripción del requisito</b>	El tiempo medio objetivo de reparación (MTTR), en caso de caída o fallo del sistema, se ha establecido entre las 2 a 4 horas.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	No existen restricciones para este requisito.

*Tabla 54. Requisito. Tiempo medio de reparación.*

### 3.8. Actores

#### 3.8.1. Modelo de actores

El sistema contará con 3 tipos de roles para el acceso y control de este. Estos 3 roles poseerán diferentes privilegios y permisos para dar soporte a las actividades que se pueden desempeñar en la aplicación web. Destacar que, tanto el administrador como el moderador, pueden actuar y ejercer las mismas funcionalidades que un usuario básico. Esto les permite utilizar las características básicas del software y participar en el sistema con un uso normal.

En la Tabla 55 desarrollamos el perfil del Administrador, actor encargado del correcto funcionamiento del sistema en la red local, así como la ayuda a los demás actores dentro del software. En la Tabla 56 se desarrolla el perfil del Moderador, catalogado como “gestor de proyectos” Por último, en la Tabla 57 se completa el perfil de Usuario básico.

#### 3.8.2. Descripción de actores

Nombre	Administrador
Tipo de usuario	Administrador del sistema
Descripción del actor	El administrador de sistemas es el rol encargado de la gestión y mantenimiento del sistema, al igual que de las actividades internas del mismo. El profesional para el rol debe tener conocimientos de gestión de redes y administración de sistemas.
Objetivos	<p>El administrador de sistemas debe gestionar los usuarios de la aplicación, creando nuevos o eliminando usuarios. También deberá gestionar la red de la aplicación para que todos los usuarios tenga acceso desde el terminal que se necesite.</p> <p>Además, deberá administrar el hardware, software y la infraestructura del sistema, así como la seguridad y la disponibilidad. Como último objetivo, debe garantizar un funcionamiento óptimo y servir de soporte para los demás usuarios de la aplicación web.</p> <p>Además de los permisos exclusivos de administrador, este usuario también puede actuar como moderador y usuario básico, optando por usar el software en su forma más básica.</p>
Roles y permisos	El administrador tiene permisos de gestión de usuarios (crear, modificar y eliminar) de la aplicación web y de gestión de proyectos (crear, modificar y eliminar).
Casos de uso	CU001, CU002, CU003, CU004, CU005, CU006, CU007, CU009, CU010, CU011, CU012, CU013, CU014, CU015, CU016, CU017, CU018, CU019, CU020, CU021, CU022, CU023, CU024, CU025, CU026, CU027, CU028, CU029, CU030, CU031.

Tabla 55. Tabla de actor. Administrador.

Nombre	Gerente de proyecto
Tipo de usuario	Moderador
Descripción del actor	El rol de moderador está preparado para líderes de proyectos y gerentes de departamento. Su función reside en la gestión de los proyectos de la plataforma, la organización del equipo de trabajo en ellos y la supervisión del trabajo realizado en esta.
Objetivos	El moderador debe gestionar los proyectos que se realizan en la plataforma, de administrar los usuarios que participan en ello y de gestionar los datos que se recogen en él. También puede participar en la recogida de datos y hacer uso de la herramienta para la toma de decisiones.  El moderador, además de sus privilegios, puede actuar como usuario básico.
Roles y permisos	El moderador tiene todos los permisos en la gestión de proyectos (crear, modificar y eliminar), pero no en gestión de usuarios.
Casos de uso	CU001, CU002, CU008, CU010, CU011, CU012, CU013, CU014, CU015, CU016, CU017, CU018, CU019, CU020, CU021, CU022, CU023, CU024, CU025, CU026, CU027, CU028, CU029, CU030, CU031.

Tabla 56. Tabla de actor. Moderador.

Nombre	Usuario del sistema
Tipo de usuario	Usuario
Descripción del actor	El rol del usuario es el rol con menos privilegios del sistema. Está preparado para los técnicos y personal que utiliza el software como herramienta de mejora y de análisis.
Objetivos	La función del usuario es la toma de datos y alimentación de la plataforma, aportando el material suficiente para usar la aplicación web como herramienta de toma de datos. No tiene permisos de gestión de proyectos ni de gestión de usuarios. En caso de necesitar realizar acciones no permitidas, deberá recurrir a los usuarios de administrador y moderador.
Roles y permisos	El usuario no tiene permisos de creación o modificación; solo de escritura en los proyectos ya creados.
Casos de uso	CU001, CU002, CU008, CU014, CU015, CU016, CU017, CU018, CU030, CU031.

Tabla 57. Tabla de actor. Usuario.

### 3.9. Especificación de casos de uso

#### 3.9.1. Identificación de casos de uso iniciales

Los casos de uso son las interacciones entre los actores y el sistema. La especificación de los casos de uso facilita a los desarrolladores del proyecto y a los usuarios finales la comprensión del uso y funcionalidades que caracterizarán al sistema. Además, ayuda a alinear las expectativas entre ambas partes interesadas creando una base común en cuanto a capacidad y alcance de las funcionalidades.

En el Anexo B: Tabla de casos de uso identificados podemos encontrar una tabla resumen con los casos de uso diseñados.

#### 3.9.2. Diagramas de casos de uso

La especificación de los casos de uso se complementa con un elemento clave: un diagrama de casos de uso. Este diagrama proporciona una representación visual de la interacción del sistema y las funcionalidades, con los diferentes actores del sistema.

En la Tabla 58 se puede ver una clasificación de los actores que tienen la funcionalidad de cada caso de uso del sistema.

ID del caso de uso	Administrador	Moderador	Usuario básico
CU001	X	X	X
CU002	X	X	X
CU003	X		
CU004	X		
CU005	X		
CU006	X		
CU007	X		
CU008		X	X
CU009	X		
CU010	X	X	
CU011	X	X	
CU012	X	X	
CU013	X	X	
CU014	X	X	X
CU015	X	X	X
CU016	X	X	X
CU017	X	X	X
CU018	X	X	X
CU019	X	X	
CU020	X	X	
CU021	X	X	
CU022	X	X	
CU023	X	X	
CU024	X	X	
CU025	X	X	
CU026	X	X	

CU027	X	X	
CU028	X	X	
CU029	X	X	
CU030	X	X	X
CU031	X	X	X

Tabla 58. Tabla de relación entre actores y casos de uso.

Para mejorar la legibilidad y claridad de los diagramas de casos de uso de los actores se omiten la representación visual de las relaciones de “include” en estos. No obstante, las relaciones de “include” en los casos de uso se pueden encontrar en el desarrollo de estos (sección 3.9.3Especificaciones de casos de uso).

Para la representación de los casos de uso del administrador, los agrupamos en tres grupos diferentes. En la Figura 2 se muestra visualmente la gestión de los componentes del sistema por el administrador.

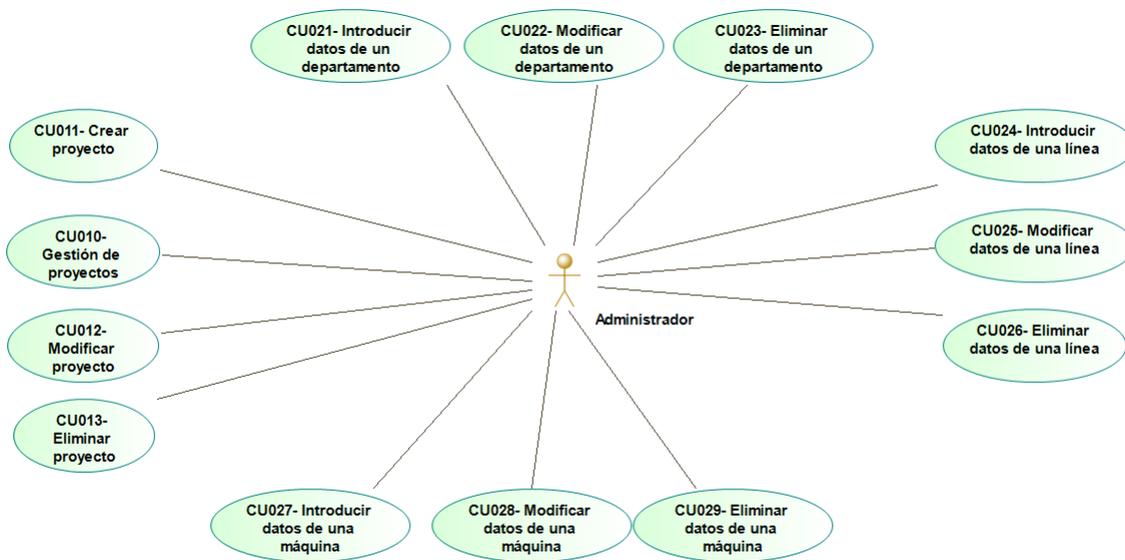


Figura 2. Diagrama de casos de uso del administrador. Gestión de componentes.

En la Figura 3 tenemos los casos de uso del administrador relacionados con la gestión de los usuarios del sistema.

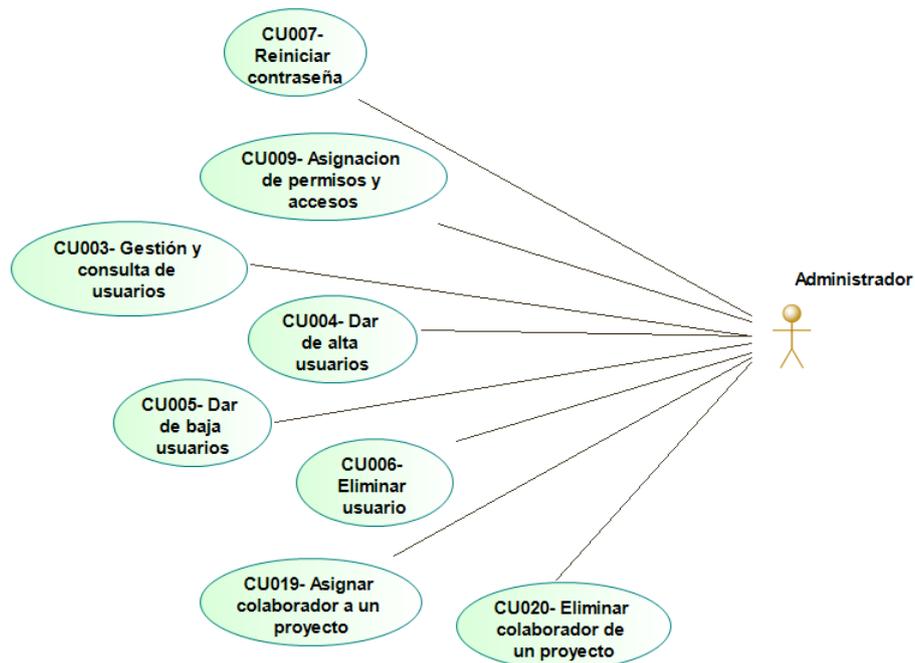


Figura 3. Diagrama de casos de uso del administrador. Gestión de usuarios.

En la Figura 4 se representan los casos de uso del administrador que comparten todos los actores del software.

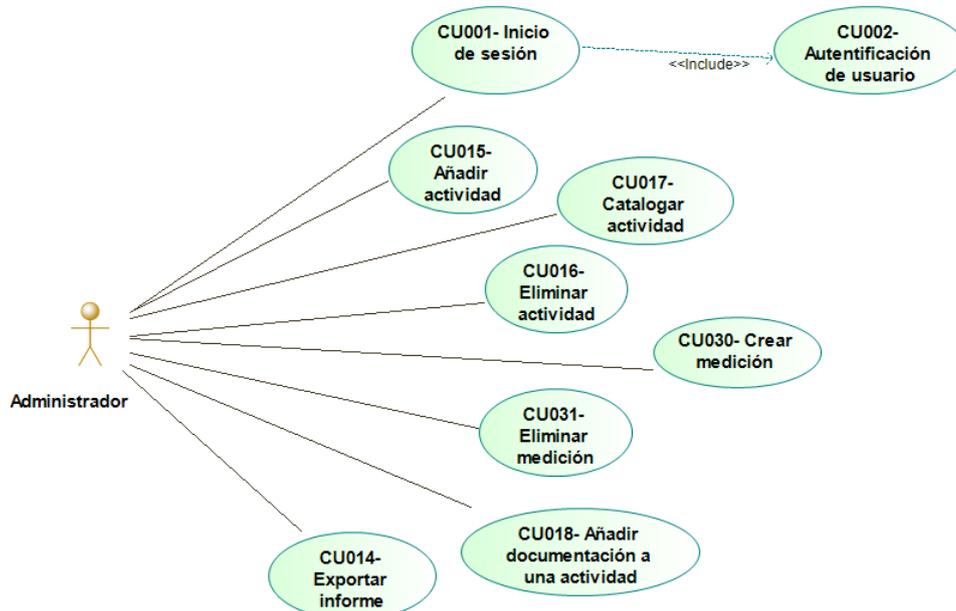


Figura 4. Diagrama de casos de uso del administrador. Funcionalidades comunes de los actores.

A continuación, agrupamos en tres grupos los diferentes casos de uso del moderador. En la Figura 5 se observan los casos de uso relacionados con la gestión de los componentes del sistema.

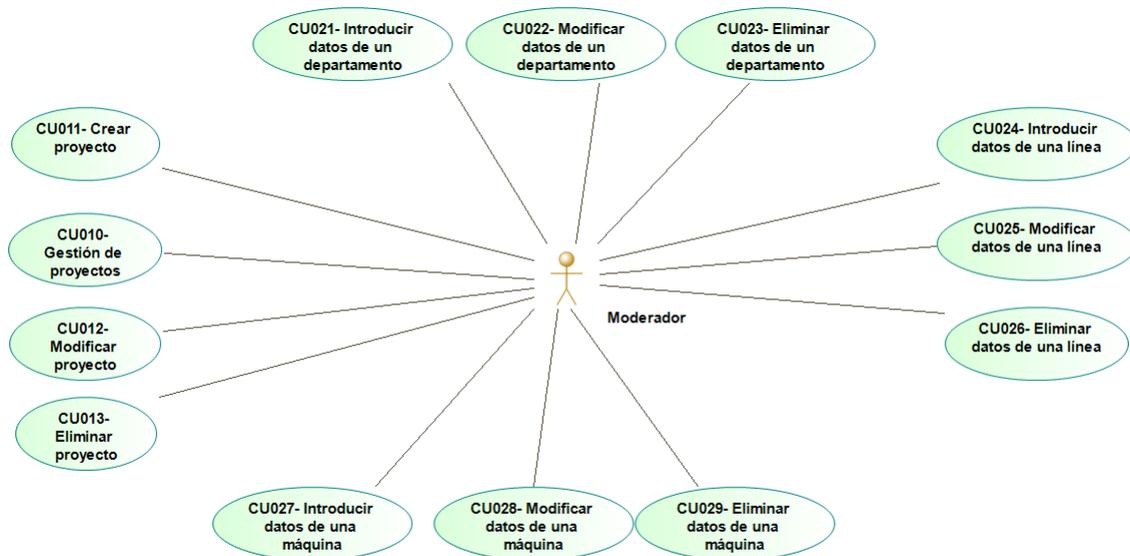


Figura 5. Diagrama de casos de uso del moderador. Gestión de componentes.

En la Figura 6 tenemos representados los casos de uso del moderador con relación a la gestión de los usuarios del sistema.

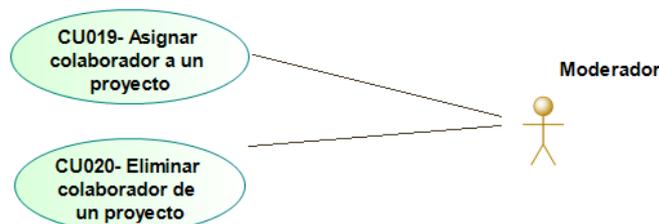


Figura 6. Diagrama de casos de uso del moderador. Gestión de usuarios.

En la Figura 7 se muestran los casos de uso del moderador comunes a todos los actores.

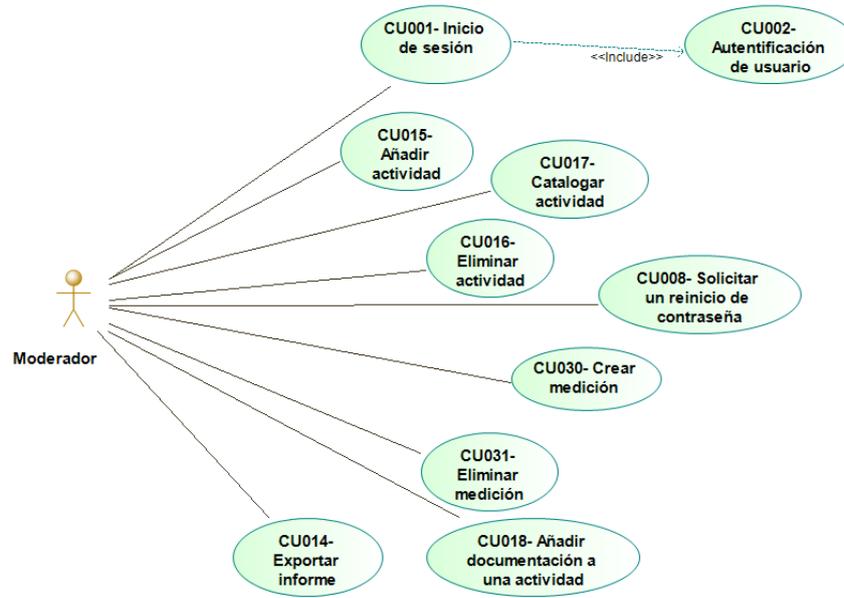


Figura 7. Diagrama de casos de uso del moderador. Funcionalidades comunes de los actores.

Por último, representamos los casos de uso pertenecientes al usuario básico en la Figura 8.

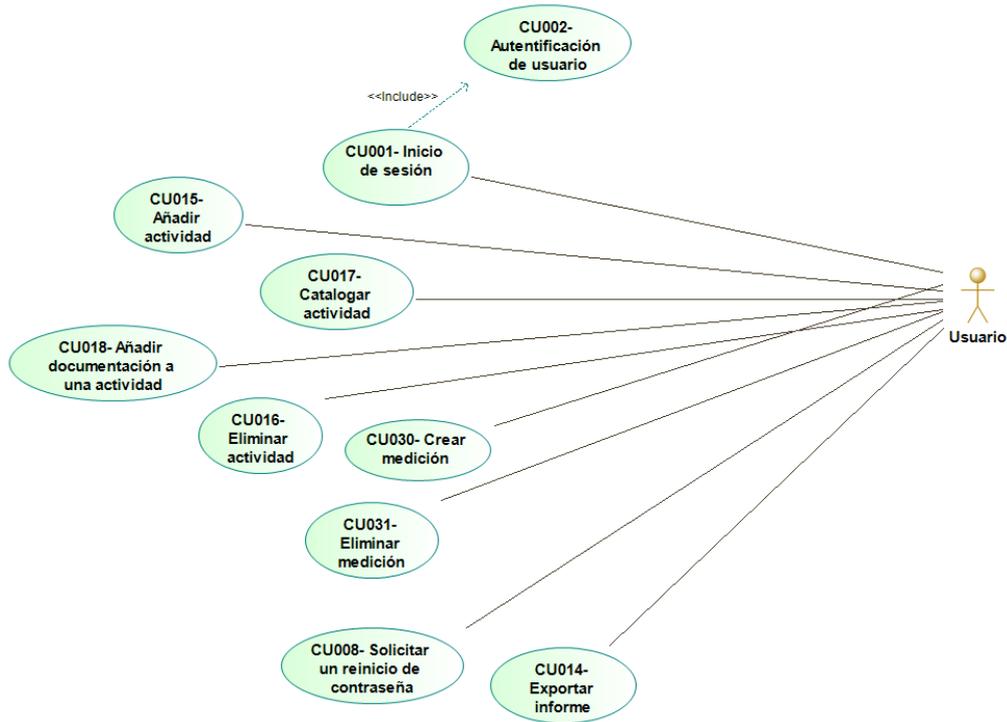


Figura 8. Diagrama de casos de uso del usuario.

### 3.9.3. Especificaciones de casos de uso

#### **CU001 – INICIO DE SESIÓN**

Descripción: Se describe el proceso mediante el cual un usuario del sistema inicia sesión para poder utilizar las funciones y recursos de la plataforma.

Inicio: El empleado desea comenzar a usar el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario accede a la pantalla de inicio de sesión del sistema.	2.-El sistema muestra en pantalla el campo de usuario y contraseña.
3.-El empleado introduce las credenciales en los campos correspondientes. Presiona el botón “Iniciar Sesión”	4.- El sistema autentica las credenciales ingresadas por el usuario.
	5.- El sistema autoriza el acceso y carga el menú del usuario, según su rol.

Flujos Excepcionales:

Paso 4: Cuenta bloqueada

- Se bloquea el acceso al sistema ya que se detectan numerosos intentos de inicio de sesión.
- El sistema muestra un mensaje de error en la vista de inicio de sesión e informa que debe pasar un tiempo para poder volver a introducir unas credenciales.

Paso 5: Credenciales incorrectas

- El sistema muestra un mensaje de error indicando que las credenciales introducidas en los campos son incorrectas.
- El mensaje de error proporciona un botón para volver a introducir credenciales, y un botón para solicitar al sistema una nueva contraseña.

Precondiciones:

- El usuario debe tener un usuario valido para iniciar sesión en el sistema

Postcondiciones:

- El usuario ha iniciado sesión correctamente en el sistema.

Finalización: El usuario ha iniciado sesión correctamente y puede comenzar a usar el sistema según sus permisos y privilegios.

Dependencias: RF001 - Inicio de Sesión

Vista asociada: Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.

## **CU002 – AUTENTIFICACIÓN DE USUARIO**

Descripción: Se describe la autenticación de usuario al inicio de sesión al sistema.

Inicio: El empleado desea comenzar a usar el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001 – Inicio de sesión	
	2.- El sistema verifica que los campos introducidos en el inicio de sesión corresponden a un usuario permitido del sistema. Si es un usuario autorizado, le muestra el menú principal que corresponda a su rol asociado.

Flujos Excepcionales:

Paso 2: Usuario no autorizado

- Se bloquea el acceso al sistema ya que el usuario no tiene acceso.
- El sistema muestra un mensaje de error en la vista de inicio de sesión.

Paso 2: Credenciales incorrectas

- El sistema muestra un mensaje de error indicando que las credenciales introducidas en los campos son incorrectas.
- El mensaje de error proporciona un botón para volver a introducir credenciales.

Precondiciones:

- El usuario debe tener un usuario valido para iniciar sesión en el sistema

Postcondiciones:

- El usuario ha iniciado sesión correctamente en el sistema.

Finalización: El usuario ha iniciado sesión correctamente y puede comenzar a usar el sistema según sus permisos y privilegios.

Dependencias: RF001 - Inicio de Sesión y RF002 – Autenticación de usuario.

Vista asociada: Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.

### **CU003 – GESTIÓN Y CONSULTA DE USUARIOS**

Descripción: Se describe como el administrador puede gestionar y consultar los permisos y roles de los usuarios con acceso al sistema.

Inicio: El administrador va a gestionar las cuentas con acceso al sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001 – Inicio de sesión	
2.- El administrador accede al menú principal de administrador.	
3.- El administrador accede al apartado de gestión de usuarios.	4.-El sistema muestra una lista con los usuarios existentes y los roles que poseen. También muestra una serie de opciones de gestión de estos.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.

Postcondiciones: NA

Finalización: El administrador puede realizar una gestión de usuarios.

Dependencias: RF-003 Gestión de usuarios – RF-004 Consulta de usuario.

Vista asociada: NA

## CU004 – DAR DE ALTA USUARIOS

Descripción: Se describe el proceso que sigue un administrador para dar de alta a un nuevo usuario en el sistema.

Inicio: El administrador crea una nueva cuenta de usuario en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU003 – Gestión y consulta de usuarios	
2.- El administrador selecciona la opción de dar de alta un nuevo usuario.	3.-El sistema muestra un formulario para completar los datos del nuevo usuario. El formulario incluye nombre, nombre de usuario, dirección de correo electrónico, contraseña; y datos personales.
4.- El administrador completa el formulario y selecciona el botón “Dar de alta”.	5.- El sistema verifica que los datos introducidos.
	6.- El sistema genera automáticamente un nombre de usuario y una contraseña.
	7.- El sistema crea en la base de datos un nuevo usuario y almacena la información. Muestra la lista de usuarios del sistema actualizada.
8.- El administrador asigna el rol del usuario en la lista de usuarios del menú de gestión.	
9.- El administrador o usuario autorizado selecciona la opción "Guardar".	10.- El sistema muestra un mensaje de guardado con éxito.

Flujos Excepcionales:

Paso 5: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El administrador debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Dar de alta”

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Se dispone de los datos necesarios para crear un nuevo usuario en el sistema.

Postcondiciones:

- La información del nuevo usuario se ha almacenado correctamente en el sistema.
- Se comunica al nuevo usuario, a través del correo electrónico, su nombre de usuario y clave de acceso. De esa forma, el administrador no facilita esa información y se mantiene la privacidad.

Finalización: El administrador completa la acción de dar de alta un usuario en el sistema.

Dependencias: RF-005 Alta de usuario.

Vista asociada: NA

### **CU005 – DAR DE BAJA USUARIOS**

Descripción: Se describe el proceso que sigue un administrador para dar de baja a un nuevo usuario en el sistema.

Inicio: El administrador desea inhabilitar un usuario, privándole de acceso al sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU003 – Gestión y consulta de usuarios	
2.- El administrador selecciona la opción de dar de baja un usuario.	3.-El sistema muestra una lista de usuarios en activo en el sistema.
4.- El administrador selecciona el usuario que quiere dar de baja de la lista.	5.- El sistema muestra un mensaje de confirmación de la operación de baja de usuario.
6.- El administrador acepta la operación.	7.- El sistema deshabilita el acceso al usuario seleccionado. No lo elimina de la base de datos.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe al menos un usuario registrado en el sistema.
- El usuario seleccionado para dar de baja debe estar en activo previamente.

Postcondiciones:

- La cuenta del usuario seleccionado ha sido bloqueada o desactivada, impidiendo su entrada al sistema.
- El estado de la cuenta del usuario se ha actualizado correctamente en el sistema.

Finalización: El administrador ha dado de baja el usuario. Esto impide la entrada al sistema, pero se mantienen los datos y la cuenta existente.

Dependencias: RF-006 Baja de usuario.

Vista asociada: NA

### **CU006 – ELIMINAR USUARIO**

Descripción: Se describe el proceso que sigue un administrador para eliminar por completo un usuario del sistema.

Inicio: El administrador desea eliminar un usuario del sistema de forma permanente.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU003 – Gestión y consulta de usuarios	
2.- El administrador selecciona la opción de eliminar un usuario.	3.-El sistema muestra una lista de usuarios en activo y deshabilitados en el sistema.
4.- El administrador selecciona el usuario que quiere eliminar de la lista.	5.- El sistema muestra un mensaje de confirmación para eliminar el usuario por completo.
6.- El administrador acepta la operación.	6.- El sistema elimina el usuario seleccionado, incluyendo todos los datos asociados.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe al menos un usuario registrado en el sistema.

Postcondiciones:

- La cuenta del usuario seleccionado ha sido bloqueada o desactivada, impidiendo su entrada al sistema.
- Se actualiza la base de datos del sistema.

Finalización: El administrador ha eliminado el usuario, borrando de forma permanente la información del sistema.

Dependencias: RF-007 Eliminar usuario

Vista asociada: NA

## CU007 – REINICIAR CONTRASEÑA

Descripción: Se describe el proceso mediante el cual el administrador puede solicitar que el sistema reinicie la contraseña a un usuario.

Inicio: El administrador quiere realizar un reinicio de contraseña de un usuario.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001 – Inicio de sesión	
2.- El administrador selecciona en el menú principal del administrador una notificación de “Solicitud de reinicio de contraseña”	3.-El sistema muestra una ventana emergente con el nombre de usuario que solicita el cambio y comentarios que haya escrito el usuario.
4.- Si el administrador considera la solicitud, pulsa el botón “reiniciar contraseña” de la ventana emergente.	5.- El sistema genera una nueva contraseña para el usuario. Actualiza la contraseña en la base de datos.
	6.- El sistema muestra un mensaje informando del cambio exitoso de contraseña.
	7.- El sistema manda por correo la nueva contraseña al usuario que lo solicitó.

Flujos Excepcionales:

Paso 4: Cancelar reinicio de contraseña

- Si el administrador no considera realizar el reinicio, presiona el botón “Rechazar”.
- El usuario queda temporalmente bloqueado.
- El sistema envía un correo notificando al usuario que su cuenta ha quedado bloqueada y que debe ponerse en contacto con el administrador.

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.

Postcondiciones:

- La contraseña asociada al usuario se modifica en la base de datos.

Finalización: El administrador ha aceptado reiniciar contraseña de un usuario.

Dependencias: RF-008 Reiniciar contraseña.

Vista asociada: NA

## CU008 – SOLICITAR UN REINICIO DE CONTRASEÑA

Descripción: Se describe el proceso mediante el cual el usuario solicita que se reinicie su contraseña.

Inicio: El usuario solicita el reinicio de contraseña en la pantalla de inicio de sesión.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario entra en la página de inicio de sesión del sistema	
2.- El usuario pulsa el botón “Solicitar cambio de contraseña”.	3.- El sistema muestra una ventana emergente con unos campos para rellenar por el usuario. Estos campos son: dirección de correo y comentarios/motivo por el que lo solicita.
4.- El usuario completa el formulario de la ventana emergente y pulsa “Enviar”.	5.- El sistema recibe la solicitud y verifica que el correo electrónico corresponde a un usuario de la base de datos.
	6.- El sistema envía un correo al correo electrónico facilitado para pedir la confirmación para solicitar reinicio de contraseña.
7.- El usuario acepta la confirmación a través de su correo electrónico.	8.- El sistema recibe la confirmación del correo electrónico del usuario, y genera una notificación para el administrador.
9.- <include> CU007 – Reiniciar contraseña	
10.- El usuario recibe en su correo electrónico un correo con los datos de su nueva contraseña.	

Flujos Excepcionales:

Paso 5: Correo incorrecto

- El correo electrónico no corresponde a ningún usuario en la base de datos.
- La solicitud se descarta.

Paso 8: Falta de confirmación

- El sistema no recibe la confirmación en un plazo de 48h.
- El sistema desecha la solicitud de reinicio de contraseña.

Paso 10: Rechaza solicitud de reinicio

- Si el administrador no considera realizar el reinicio, el usuario queda bloqueado temporalmente.
- El sistema envía un correo notificando al usuario que su cuenta ha quedado bloqueada y que debe ponerse en contacto con el administrador.

Precondiciones:

- El usuario debe tener una cuenta en el sistema.

Postcondiciones:

- La contraseña asociada al usuario se modifica en la base de datos.

Finalización: El usuario ha cambiado correctamente su contraseña.

Dependencias: RF008 Reiniciar contraseña y RF008.1 Solicitar reinicio de contraseña.

Vista asociada: Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.

### **CU009 – ASIGNACIÓN DE PERMISOS Y ACCESOS**

Descripción: Se describe el proceso mediante el cual el usuario solicita que se reinicie su contraseña.

Inicio: El usuario solicita el reinicio de contraseña en la pantalla de inicio de sesión.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001 – Inicio de sesión	
2.- El administrador accede al menú principal de administrador.	
3.- El administrador puede ver en el menú principal una lista de usuarios.	
4.- El administrador selecciona la columna del rol del usuario que desea modificar el rol.	5.- El sistema despliega una lista de roles que el usuario seleccionado puede adoptar.
6.- El administrador elige el rol deseado.	7.- El sistema muestra una ventana de confirmación para la operación de cambio de rol.
8.- El administrador pulsa el botón “Aceptar”.	9.-El sistema modifica el rol del usuario deseado.

Flujos Excepcionales:

Paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Rechazar”.
- El sistema aborta la operación.

Precondiciones:

- Solo el rol del administrador tiene acceso a esta funcionalidad del sistema.
- El usuario debe tener una cuenta en el sistema.

Postcondiciones:

- El rol asociado al usuario se modifica en la base de datos.

Finalización: El administrador a asignado el rol al usuario deseado

Dependencias: RF009 Asignación de permisos y accesos

Vista asociada: NA

## **CU010 – GESTIÓN DE PROYECTOS**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para la gestión de los proyectos que se llevan a cabo en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea gestionar los proyectos abiertos en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001 – Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador accede al menú principal.	
3.- El administrador/moderador selecciona el botón “Proyectos”	4.-El sistema muestra una lista con los proyectos en curso en el sistema. En la lista, figura el nombre del proyecto, el autor y la fecha de inicio.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.

Postcondiciones: NA

Finalización: El administrador/moderador ha consultado los proyectos del sistema.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos.

Vista asociada: NA

## CU011 – CREAR PROYECTO

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para crear un proyecto en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea crear un proyecto nuevo en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU010 – Gestión de proyectos.	
2.- El administrador selecciona la opción de “Crear un nuevo proyecto”.	3.-El sistema muestra un formulario para completar la información del nuevo proyecto. El formulario incluye nombre de este, departamento y línea implicada, direcciones de correo de los colaboradores.
4.- El administrador completa el formulario y selecciona el botón “Abrir proyecto”.	5.- El sistema verifica que los datos introducidos.
	6.- El sistema muestra un mensaje de guardado con éxito.
	7.- El sistema genera un nuevo proyecto en la base de datos. Además permite el acceso a los colaboradores asignados en el formulario.
	8.- El sistema vuelve a la vista de gestión de proyectos y muestra la lista de proyectos del sistema actualizada.

Flujos Excepcionales:

Paso 5: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor del proyecto debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Abrir proyecto”.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Se debe disponer al inicio de los datos necesarios para crear un proyecto en el sistema.

Postcondiciones:

- La información del proyecto se ha almacenado correctamente en el sistema.
- Se crea un acceso directo al proyecto en las páginas iniciales de los usuarios marcados como colaboradores.

Finalización: El administrador/moderador ha creado un nuevo proyecto en el sistema.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos y RF-011 Crear proyecto.

Vista asociada: NA

## CU012 – MODIFICAR PROYECTO

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para modificar la información de un proyecto ya creado en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea modificar algún campo de un proyecto abierto en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU010 – Gestión de proyectos.	
2.- El administrador/moderador selecciona de la lista de proyectos el que quiere modificar.	3.-El sistema muestra una vista con la información del proyecto en campos modificables.
4.- El administrador/moderador modifica el campo de texto o lista de usuarios que desee.	
5.- El administrador/moderador selecciona el botón “Guardar”.	
	6.- El sistema verifica que los datos introducidos.
	7.- El sistema muestra una ventana de confirmación para la modificación de la información.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de guardado con éxito.
	10.- El sistema modifica el dato del proyecto en la base de datos.
	11.- El sistema vuelve a la vista de gestión de proyectos y muestra la lista de proyectos del sistema actualizada.

Flujos Excepcionales:

Paso 5 y paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de proyectos.

Paso 6: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor del proyecto debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Guardar”.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.

Postcondiciones:

- La información del proyecto se ha almacenado correctamente en el sistema.

Finalización: El administrador/moderador ha modificado la información de un proyecto en el sistema.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos y RF-012 Modificar proyecto.

Vista asociada: NA

### CU013 – ELIMINAR PROYECTO

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar por completo un proyecto del sistema.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar un proyecto abierto en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU010 – Gestión de proyectos.	
2.- El administrador/moderador selecciona de la lista de proyectos el que quiere eliminar.	3.-El sistema muestra una vista con la información del proyecto.
5.- El administrador/moderador selecciona el botón “Eliminar proyecto del sistema”.	
	7.- El sistema muestra una ventana de confirmación antes de eliminar el proyecto.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de eliminado con éxito.
	10.- El sistema elimina los datos del proyecto en la base de datos.
	11.- El sistema notifica a los colaboradores que el proyecto ha sido eliminado a través de un correo electrónico.
	12.- El sistema vuelve a la vista de gestión de proyectos y muestra la lista de proyectos del sistema actualizada.

Flujos Excepcionales:

Paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de proyectos.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe al menos un proyecto en el sistema.

Postcondiciones:

- La información del proyecto se ha eliminado completamente del sistema.
- Se notifica por correo electrónico a los colaboradores del proyecto de su eliminación.

Finalización: El administrador/moderador ha eliminado un proyecto en el sistema.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos y RF-013 Eliminar proyecto.

Vista asociada: NA

## **CU014 – EXPORTAR INFORME**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los usuarios para exportar un informe del estudio de una línea.

Inicio: El rol autorizado desea exportar la información de una actividad en la medición de un proyecto.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa el apartado de línea en la medición en la que se encuentra la actividad.	5.- El sistema abre la vista de estudio de la línea, donde se ve el diagrama de tiempos y la tabla de estudio de actividades.
6.- El usuario presiona el botón de “Exportar”.	7.- El sistema exporta la información del estudio en un documento PDF.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Existe al menos un proyecto, una medición previamente en el sistema.

Postcondiciones: NA

Finalización: El usuario ha exportado la información de una medición del sistema.

Dependencias: RF-014 Exportar informe.

Vista asociada: Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED.

## CU015 – AÑADIR ACTIVIDAD

**Descripción:** Se describe el proceso que siguen los usuarios para añadir una actividad en la medición de un proyecto.

**Inicio:** El rol autorizado desea añadir una nueva actividad en la medición de un proyecto.

**Flujo Principal:**

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa en la medición en la que quiere añadir la actividad.	5.- El sistema abre la medición, con la lista de la línea que estudia y las máquinas que la componen.
6.- El usuario selecciona la máquina en donde añade la actividad medida.	7.- El sistema muestra el menú de máquina, con la lista de actividades ya medidas y un formulario. El formulario para añadir nueva actividad incluye número de actividad, nombre, hora de inicio y fin, descripción.
8.- <include> CU-019 Añadir documentación a una actividad.	
8.- El usuario rellena el formulario y pulsa el botón “Añadir”.	9.- El sistema verifica que los campos introducidos son correctos.
	10.- El sistema añade la actividad a la lista.
	11.- El sistema limpia los campos del formulario.

**Flujos Excepcionales:**

Paso 9: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema muestra un mensaje de error si detecta datos incorrectos o campos no completados.
- El sistema avisa de los campos a redefinir destacándolos con un color rojo.
- El autor del proyecto debe corregir esos datos para poder crear la actividad con éxito.

**Precondiciones:**

- Existe al menos un proyecto y una medición previamente en el sistema.
- Se debe disponer al inicio de los datos necesarios para crear la actividad en el proyecto.

Postcondiciones:

- La información de la actividad se ha almacenado correctamente en el sistema.
- Se crea un acceso directo a la medición en la columna de la izquierda de la vista de la interfaz.

Finalización: El usuario ha creado una nueva actividad en la medición en el sistema.

Dependencias: RF-015 Añadir actividad y RF-019 Asignar colaborador a un proyecto.

Vista asociada: NA

### CU016 – ELIMINAR ACTIVIDAD

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar por una actividad dentro de una medición.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar una actividad de una medición.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa en la medición en la que quiere añadir la actividad.	5.- El sistema abre la medición, con la lista de la línea que estudia y las máquinas que la componen.
6.- El usuario selecciona la máquina en donde añade la actividad medida.	7.- El sistema muestra el menú de máquina, con la lista de actividades ya medidas y un formulario.
8.- El usuario selecciona la actividad que quiere eliminar.	9.- El sistema muestra en el formulario los datos de la actividad.
10.- El usuario pulsa el botón “Eliminar actividad”.	11.- El sistema muestra un mensaje de confirmación antes de eliminar la actividad.
12.- El usuario selecciona el botón “Confirmar”.	13.- El sistema elimina la actividad de la lista y de la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 12: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de proyectos.

Precondiciones:

- Existe al menos una medición previamente, con una actividad en el proyecto.

Postcondiciones:

- La información de la actividad se ha eliminado completamente del sistema.

Finalización: El usuario ha eliminado una actividad de un proyecto.

Dependencias: RF016 Eliminar actividad.

Vista asociada: Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.

### **CU017 – CATALOGAR ACTIVIDAD**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los usuarios para catalogar una actividad en la medición de un proyecto como interna (ocurre con la máquina apagada) o externa (ocurre con la máquina encendida).

Inicio: El rol autorizado desea catalogar una actividad en la medición de un proyecto.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa el apartado de línea en la medición en la que se encuentra la actividad.	5.- El sistema abre la vista de estudio de la línea, donde se ve el diagrama de tiempos y la tabla de estudio de actividades.
6.- El usuario selecciona en la tabla, mediante un checkbox, si la actividad es interna o externa.	7.- El sistema altera el diagrama de tiempos en función de lo seleccionado por el usuario. De igual manera, altera los tiempos de estadísticas.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Existe al menos un proyecto, una medición y una actividad previamente en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la actividad se ha almacenado correctamente en el sistema.

Finalización: El usuario ha catalogado una actividad en la medición en el sistema.

Dependencias: RF-017 Catalogar actividad.

Vista asociada: Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED.

## **CU018 – AÑADIR DOCUMENTACIÓN A UNA ACTIVIDAD**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los usuarios para añadir documentación en una actividad en la medición de un proyecto.

Inicio: El rol autorizado desea adjuntar documentación en la medición de un proyecto.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa en la medición en la que está la actividad.	5.- El sistema abre la medición, con la lista de la línea que estudia y las máquinas que la componen.
6.- El usuario selecciona la máquina en donde se encuentra la actividad.	
7.- El usuario selecciona la actividad en la que quiere adjuntar la documentación.	8.- El sistema muestra el menú de máquina, con la lista de actividades ya medidas y un formulario.
9.- El usuario pulsa el botón de “Añadir PDF” o “Añadir imagen/video”, situado al final del formulario.	10.- El sistema los muestra en el visor de documentos/imágenes de la izquierda.
11.- El usuario pulsa el botón “Añadir”	12.- El sistema añade la documentación a la actividad.
	13.- El sistema limpia los campos del formulario.

Flujos Excepcionales: NA

Precondiciones:

- Existe al menos un proyecto, una medición y una actividad previamente en el sistema.
- Los documentos para adjuntar deben estar en los formatos permitidos (PDF para documentos; JPG o PNG para imágenes; MP3 o MOV para video)

Postcondiciones:

- Los documentos se adjuntan a la actividad en el sistema.

Finalización: El usuario ha adjuntado archivos a una actividad.

Dependencias: RF-018 Añadir documentación a la actividad.

Vista asociada: Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.

## **CU019 – ASIGNAR COLABORADOR A UN PROYECTO**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para asignar un proyecto ya creado a un usuario del sistema. Este caso de uso describe como poder asignar nuevos colaboradores a un proyecto ya creado.

Inicio: El rol autorizado desea asignar un proyecto ya creado en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU010 – Gestión de proyectos.	
2.- El administrador/moderador busca en la lista de proyectos el proyecto al que quiere añadir colaboradores.	
3.- El administrador/moderador selecciona en la lista el campo de colaboradores de la tabla que corresponda a dicho proyecto.	4.- El sistema muestra una lista desplegable con las direcciones de correo de los usuarios que pueden colaborar en el proyecto.
5.- El administrador/moderador escribe en esa lista el correo del nuevo colaborador que quiere añadir. Al terminar pulsa la tecla “enter”.	
	6.- El sistema verifica la existencia de los usuarios de la lista.
	10.- El sistema modifica la lista de colaboradores del proyecto en la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 5: Dirección de correo no válido

- El sistema muestra un mensaje de error notificando al usuario que ha detectado una dirección de correo errónea, o no existente en la base de datos.
- En el mensaje se notifica al usuario que ha fallado la operación.
- El sistema automáticamente elimina esa entrada de la lista de colaboradores.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Se debe disponer de un proyecto en el sistema.

- Existe un usuario en el sistema.

Postcondiciones:

- La información del proyecto se ha almacenado correctamente en el sistema.
- Se crea un acceso directo al proyecto en las páginas iniciales de los usuarios marcados como colaboradores.

Finalización: El administrador/moderador ha asignado un nuevo colaborador en el proyecto.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos y RF-019 Asignar colaborador a un proyecto.

Vista asociada: NA

## **CU020 – ELIMINAR COLABORADOR DE UN PROYECTO**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar a un colaborador de un proyecto del sistema.

Inicio: El rol autorizado desea quitar el acceso de un usuario a un proyecto ya creado en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU010 – Gestión de proyectos.	
2.- El administrador/moderador busca en la lista de proyectos el proyecto al que quiere añadir colaboradores.	
3.- El administrador/moderador selecciona en la lista el campo de colaboradores de la tabla que corresponda a dicho proyecto.	4.- El sistema muestra una lista desplegable con las direcciones de correo de los usuarios que pueden colaborar en el proyecto.
5.- El administrador/moderador busca el colaborador que quiere eliminar y pulsa el aspa al lado del correo electrónico.	
	6.- El sistema muestra un mensaje de confirmación antes de eliminar el usuario de la lista.
7.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	8.- El sistema elimina el usuario de la lista. Después, modifica la lista de colaboradores del proyecto en la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de proyectos.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Se debe disponer de un proyecto en el sistema.
- Existe un usuario asignado al proyecto.

Postcondiciones:

- La información del proyecto se ha modificado correctamente en el sistema.
- Se quita el acceso directo al proyecto al usuario eliminado de colaboradores.

Finalización: El administrador/moderador ha retirado a un colaborador del proyecto.

Dependencias: RF-010 Gestión de proyectos y RF-020 Eliminar colaborador a un proyecto.

Vista asociada: NA

## CU021 – INTRODUCIR DATOS DE UN DEPARTAMENTO.

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para introducir información de un departamento en el sistema. Esos datos quedan como información inicial para un proyecto que involucre ese departamento.

Inicio: El rol autorizado desea crear un departamento y completar la información para poder usarlo en proyectos del sistema.

### Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.-El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las máquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona el botón “Introducir un nuevo departamento”.	5.- El sistema muestra un formulario para completar con las características del departamento. Este formulario contiene nombre, descripción y una lista desplegable para seleccionar las líneas que pertenecen a dicho departamento.
6.-El administrador/moderador completa el formulario y pulsa el botón “Crear”.	7.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de crear el departamento.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de creado con éxito.
	10.- El sistema crea el departamento en la base de datos y lo relaciona entre sí, con las líneas y máquinas asociadas.
	11.- El sistema muestra en la lista desplegable el nuevo departamento, junto a las líneas y máquinas que lo componen.

### Flujos Excepcionales:

#### Paso 5: Falta de líneas

- Si no se han creado líneas de producción con anterioridad, la lista desplegable no nos mostrará líneas que añadir en la descripción del departamento.
- Por tanto, el administrador/moderador deberá crear el departamento sin líneas y posteriormente crear la línea en el desplegable. De ese modo, podrá modificar la información del departamento (CU-022) y completar el apartado de líneas.

Paso 6 y paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.

Postcondiciones:

- La información del departamento se guarda en una nueva entrada a la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha creado un nuevo departamento en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-021 Introducir datos de un departamento.

Vista asociada: NA

## CU022 – MODIFICAR DATOS DE UN DEPARTAMENTO.

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para modificar información de un departamento ya creado en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea modificar los datos de un departamento dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona el departamento que quiere modificar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Modificar”, con el departamento previamente seleccionado.	5.- El sistema muestra a un lado el formulario con los campos modificables.
6.-El administrador/moderador modifica lo deseado y pulsa el botón “Guardar”.	7.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de modificar los datos.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de modificado con éxito.
	10.- El sistema modifica los datos del departamento en la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor de los datos debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Guardar”.

Paso 6 y paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente un departamento creado en el sistema.

Postcondiciones:

- La información del departamento se actualiza en la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha modificado los datos de un departamento en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-022 Modificar datos de un departamento.

Vista asociada: NA

**CU023 – ELIMINAR DATOS DE UN DEPARTAMENTO.**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar un departamento del sistema.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar los datos de un departamento dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las máquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona el departamento que quiere eliminar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Eliminar”, con el departamento previamente seleccionado.	
	6.- El sistema muestra una ventana con la información del departamento seleccionado y un mensaje de confirmación, antes de eliminar el departamento. Eliminar el departamento implica eliminar también las líneas y máquinas que lo componen.
7.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	8.- El sistema muestra un mensaje de eliminado con éxito.
	9.- El sistema elimina los datos del departamento y los objetos que lo componían de la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente un (1) departamento creado en el sistema.

Postcondiciones:

- Se eliminan todos los objetos relacionados con el departamento que se quiere eliminar.
- La información del departamento se elimina por completo de la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha eliminado los datos de un departamento en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-023 Eliminar datos de un departamento.

Vista asociada: NA

## CU024 – INTRODUCIR DATOS DE UNA LÍNEA.

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para introducir información de una línea en el sistema. Esos datos quedan como información inicial para un proyecto que involucre ese departamento.

Inicio: El rol autorizado desea crear una línea y completar la información para poder usarlo en proyectos del sistema.

### Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.-El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona el departamento al que va a pertenecer la línea y pulsa el botón “Introducir una nueva línea”.	5.- El sistema muestra un formulario para completar con las características de la línea de producción. Este formulario contiene nombre, departamento, descripción, una lista desplegable para seleccionar las máquinas que pertenecen a dicha línea, y un campo para crear u añadir los operarios que trabajan en la línea.
6.-El administrador/moderador completa el formulario y pulsa el botón “Crear”.	7.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de crear la línea.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de creado con éxito.
	10.- El sistema crea la línea en la base de datos y lo relaciona entre sí con el departamento al que va asociado.
	11.- El sistema muestra en la lista desplegable la nueva línea.

### Flujos Excepcionales:

#### Paso 5: Falta de departamento

- Si no se han creado departamento con anterioridad, no se puede dejar en blanco el apartado de “departamento”.
- Por tanto, el administrador/moderador deberá crear primero el departamento y posteriormente podrá crear la línea.

Paso 5: Número mínimo de operarios

- Debe introducirse al menos un operario en la línea.
- El administrador/moderador muestra un mensaje de error en caso de dejar el campo en blanco.

Paso 7: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor de los datos debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Crear”.

Paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente un departamento creado en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la línea se guarda en una nueva entrada a la base de datos.
- Se relaciona la línea con el departamento proporcionado.

Finalización: El administrador/moderador ha creado una nueva línea de producción en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión, RF-024 Introducir datos de una línea y RF-030 Añadir medición a proyecto.

Vista asociada: NA

## CU025 – MODIFICAR DATOS DE UNA LÍNEA.

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para modificar información de una línea ya creada en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea modificar los datos de una línea de producción creada dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona la línea que quiere modificar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Modificar”, con la línea previamente seleccionada.	5.- El sistema muestra a un lado el formulario con los campos modificables.
6.-El administrador/moderador modifica lo deseado y pulsa el botón “Guardar”.	7.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de modificar los datos.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de modificado con éxito.
	10.- El sistema modifica los datos de la línea en la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor de los datos debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Guardar”.

Paso 6 y paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente una línea creada en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la línea se actualiza en la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha modificado los datos de una línea de producción en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-025 Modificar datos de una línea.

Vista asociada: NA

**CU026 – ELIMINAR DATOS DE UNA LÍNEA.**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar una línea de producción del sistema. Al eliminarse una línea, se eliminan las máquinas asociadas a la línea.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar los datos de un departamento dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las máquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona la línea que quiere eliminar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Eliminar”, con la línea previamente seleccionada.	
	6.- El sistema muestra una ventana con la información de la línea seleccionada y un mensaje de confirmación, antes de eliminarla por completo. Eliminar la línea implica eliminar también las máquinas que lo componen.
7.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	8.- El sistema muestra un mensaje de eliminado con éxito.
	9.- El sistema elimina los datos de la línea y los objetos que lo componían de la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente una línea creada en el sistema.

Postcondiciones:

- Se eliminan todos los objetos relacionados de forma descendente con la línea que se quiere eliminar (máquinas que componen la línea).
- La información de la línea se elimina por completo de la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha eliminado los datos de la línea en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-026 Eliminar datos de una línea.

Vista asociada: NA

## CU027 – INTRODUCIR DATOS DE UNA MÁQUINA.

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para introducir información de una máquina en el sistema. Esos datos quedan como información inicial para un proyecto que involucre ese departamento.

Inicio: El rol autorizado desea crear una máquina y completar la información para poder usarlo en proyectos del sistema.

### Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.-El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona la línea a la que va a pertenecer la máquina y pulsa el botón “Introducir una nueva máquina”.	5.- El sistema muestra un formulario para completar con las características de la máquina. Este formulario contiene nombre, línea y descripción.
7.-El administrador/moderador completa el formulario y pulsa el botón “Crear”.	8.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de crear la máquina.
9.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	10.- El sistema muestra un mensaje de creado con éxito.
	11.- El sistema crea la máquina en la base de datos y lo relaciona entre sí con la línea a la que va asociada.
	12.- El sistema muestra en la lista desplegable la nueva máquina, dependiendo de la línea y departamento asociados.

### Flujos Excepcionales:

#### Paso 5: Falta de línea

- Si no se han creado líneas de producción con anterioridad, no se puede dejar en blanco el apartado de “líneas” en el formulario de máquina.
- Por tanto, el administrador/moderador deberá crear primero la línea y posteriormente podrá crear la máquina.

#### Paso 8: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.

- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor de los datos debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Crear”.

Paso 9: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente un departamento creado en el sistema y una línea asociada al departamento.

Postcondiciones:

- La información de la máquina se guarda en una nueva entrada a la base de datos.
- Se relaciona la máquina con la línea proporcionada.

Finalización: El administrador/moderador ha creado una nueva máquina en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-027 Introducir datos de una máquina.

Vista asociada: NA

## CU028 – MODIFICAR DATOS DE UNA MÁQUINA

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para modificar información de una máquina ya creada en el sistema.

Inicio: El rol autorizado desea modificar los datos de una máquina creada dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona la máquina que quiere modificar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Modificar”, con la máquina previamente seleccionada.	5.- El sistema muestra a un lado el formulario con los campos modificables.
6.-El administrador/moderador modifica lo deseado y pulsa el botón “Guardar”.	7.- El sistema verifica que los datos introducidos son correctos. Si lo son, muestra una ventana de confirmación antes de modificar los datos.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de modificado con éxito.
	10.- El sistema modifica los datos de la máquina en la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema pausa el proceso si detecta campos obligatorios no completados, o los datos mal introducidos.
- El sistema avisa de los campos a tener en cuenta destacándolos con un color rojo y un mensaje de error.
- El autor de los datos debe corregir esos datos y volver a presionar el botón “Guardar”.

Paso 6 y paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente una máquina creada en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la máquina se actualiza en la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha modificado los datos de una máquina en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-028 Modificar datos de una máquina.

Vista asociada: NA

### **CU029 – ELIMINAR DATOS DE UNA MÁQUINA.**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar una máquina del sistema. En este caso, al eliminar una máquina, no se eliminan ni la línea ni el departamento al que pertenece.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar los datos de una máquina dentro del sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- <include> CU001- Inicio de sesión	
2.- El administrador/moderador selecciona el apartado “Gestión de información” de su menú principal.	3.- El sistema muestra una lista desplegable, donde se detallan los departamentos existentes, con las líneas que lo componen, y las maquinas que componen a estas líneas.
4.- El administrador/moderador selecciona la máquina que quiere eliminar de la lista desplegable.	
5.- El administrador/moderador pulsa el botón “Eliminar”, con la máquina previamente seleccionada.	
	6.- El sistema muestra una ventana con la información de la máquina seleccionada y un mensaje de confirmación, antes de eliminarla por completo.
7.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	8.- El sistema muestra un mensaje de eliminado con éxito.
	9.- El sistema elimina los datos de la máquina de la base de datos.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de información.

Precondiciones:

- Solo los roles de administrador y moderador tienen acceso a esta funcionalidad del sistema.
- Existe previamente una máquina creada en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la máquina se elimina por completo de la base de datos.

Finalización: El administrador/moderador ha eliminado los datos de la máquina en el sistema.

Dependencias: RF-001 Inicio de sesión y RF-029 Eliminar datos de una máquina.

Vista asociada: NA

### **CU030 – CREAR MEDICIÓN**

Descripción: Se describe el proceso que siguen los colaboradores para crear una nueva sesión de medición en un proyecto del sistema.

Inicio: El rol autorizado desea abrir una nueva medición en un proyecto en el sistema.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa el botón “Nueva Medición”.	
	5.- El sistema abre un formulario con diferentes campos para completar por el usuario. Este formulario incluye fecha de inicio, fecha de fin, y descripción.
6.- El usuario rellena el formulario.	7.- El sistema verifica que las fechas de inicio y fin sean consecutivas. Si es correcto, el sistema no muestra ningún error.

Flujos Excepcionales:

Paso 7: Datos inválidos o insuficientes

- El sistema muestra un mensaje de error si detecta fechas no posibles, o no consecutivas.
- El sistema avisa de los campos a redefinir destacándolos con un color rojo.
- El autor del proyecto debe corregir esos datos para poder crear la medición con éxito.

Precondiciones:

- Existe al menos un (1) proyecto previamente en el sistema.
- Se debe disponer al inicio de los datos necesarios para crear la medición en el sistema.

Postcondiciones:

- La información de la medición se ha almacenado correctamente en el sistema.
- Se crea un acceso directo a la medición en la columna de la izquierda de la vista de la interfaz.

Finalización: El usuario ha creado una nueva medición en el sistema.

Dependencias: RF-030 Añadir medición a proyecto.

Vista asociada: Figura 14. Mockup ventana de información de medición.

## CU031 – ELIMINAR MEDICIÓN

Descripción: Se describe el proceso que siguen los roles autorizados para eliminar por una medición realizada en un proyecto del sistema.

Inicio: El rol autorizado desea eliminar una medición de un proyecto.

Flujo Principal:

Actor	Sistema
1.- El usuario abre un proyecto en su menú principal.	2.-El sistema muestra la información inicial del departamento implicado, junto a las líneas y máquinas que lo compone.
3.- El usuario selecciona el botón “Medición”.	
4.- El usuario pulsa la medición que quiere eliminar de la columna de la izquierda	
	5.- El sistema abre el formulario de información de la medición.
6.- El usuario pulsa el botón “Eliminar medición”.	7.- El sistema muestra un mensaje de confirmación, antes de eliminarla por completo.
8.- El administrador/moderador selecciona el botón “Confirmar”.	9.- El sistema muestra un mensaje de eliminado con éxito. La medición se elimina de la columna.

Flujos Excepcionales:

Paso 8: Cancelar

- El administrador pulsa el botón “Cancelar”.
- El sistema aborta la operación y vuelve a la vista de gestión de proyectos.

Precondiciones:

- Existe al menos una medición previamente.

Postcondiciones:

- La información de la medición se ha eliminado completamente del sistema.

Finalización: El usuario ha eliminado una medición de un proyecto.

Dependencias: RF-031 Eliminar medición a proyecto.

Vista asociada: Figura 14. Mockup ventana de información de medición.

### 3.10. Propuesta de interfaz del sistema.

Para esta especificación se proponen una serie de interfaces que pretenden ayudar a visualizar y comprender la estructura, funcionalidad y diseño que queremos darle a un software. Además, nos permiten comprender la interacción del sistema con el usuario y como se le presenta la información. Para los desarrolladores del sistema, las vistas muestran la usabilidad y los requisitos específicos de diseño que se quiere.

En esta primera fase, se proponen las siguientes interfaces, que corresponden a las vistas del software siendo usuario básico. Sin embargo, durante la fase de diseño y desarrollo del software, estas propuestas pueden verse modificadas para ajustarse a la funcionalidad final de la aplicación.

Estas interfaces están diseñadas para una aplicación web. Para su visualización en dispositivos móviles se programará la interfaz para tener un comportamiento *responsive*, asegurando un funcionamiento óptimo independientemente del tamaño de pantalla del dispositivo.

En la Tabla 59 podemos ver la relación de las vistas diseñadas y los casos de uso a los que corresponde.

ID	Nombre	Interfaz
CU001	Inicio de sesión	Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.
CU002	Autenticación de usuario	Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.
CU003	Gestión y consulta de usuarios	NA
CU004	Dar de alta usuarios	NA
CU005	Dar de baja usuarios	NA
CU006	Eliminar usuario	NA
CU007	Reiniciar contraseña	NA
CU008	Solicitar un reinicio de contraseña	Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.
CU009	Asignación de permisos y accesos	NA
CU010	Gestión de proyectos	NA
CU011	Crear proyecto	NA
CU012	Modificar proyecto	NA
CU013	Eliminar proyecto	NA
CU014	Exportar informe	Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED.
CU015	Añadir actividad	Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.
CU016	Eliminar actividad	Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.
CU017	Catalogar actividad	Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED.
CU018	Añadir documentación a una actividad	Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.
CU019	Asignar colaborador a un proyecto	NA
CU020	Eliminar colaborador de un proyecto	NA

CU021	Introducir datos de un departamento	NA
CU022	Modificar datos de un departamento	NA
CU023	Eliminar datos de un departamento	NA
CU024	Introducir datos de una línea	NA
CU025	Modificar datos de una línea	NA
CU026	Eliminar datos de una línea	NA
CU027	Introducir datos de una máquina	NA
CU028	Modificar datos de una máquina	NA
CU029	Eliminar datos de una máquina	NA
CU030	Crear medición	Figura 14. Mockup ventana de información de medición.
CU031	Eliminar medición	Figura 14. Mockup ventana de información de medición.

Tabla 59. Relación de casos de uso y vistas.

### Inicio de sesión

En la Figura 9 se muestra la interfaz de inicio de sesión es la pantalla principal donde se accede a su cuenta personal. Con ella, garantizamos la seguridad y autenticación de los usuarios que acceden al sistema.

En esta interfaz, encontramos dos campos: uno de correo electrónico y otro para la contraseña.

También incluye un botón de “Iniciar sesión” que verificará la información del usuario, permitiendo o no su acceso. También incluye un botón de “Solicitar reinicio de contraseña”, que permite solicitar una nueva contraseña al administrador del sistema.

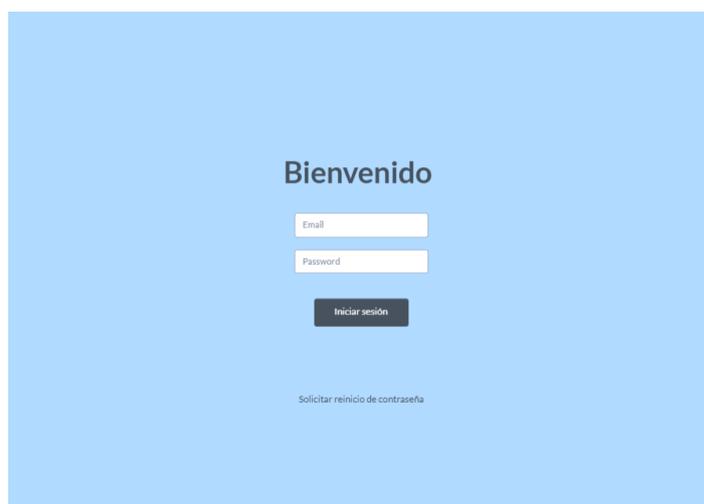


Figura 9. Mockup ventana de inicio de sesión.

### Menú principal del usuario

En la Figura 10, se ve la interfaz de “Mis proyectos”, que es el menú principal de los usuarios. En ella, tienen acceso directo a todos los proyectos en los que son colaboradores. Solo son visibles aquellos proyectos en los que tienen acceso.

En esta interfaz, encontramos los proyectos a los que se ha dado acceso al usuario. También incluye un campo de filtración en el que pueden filtrar los proyectos por años.

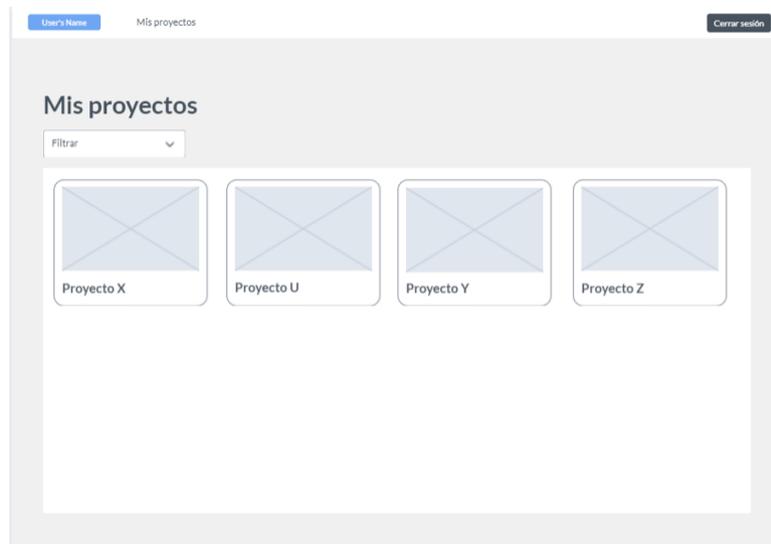


Figura 10. Mockup ventana menú principal de usuarios.

### Proyecto SMED: Apartado de información del área estudiada

La interfaz del proyecto tiene dos partes. Esta vista muestra la pestaña de información, donde podemos acceder a la información que hay recogida del departamento, línea y máquinas del proyecto que se está realizando. En esta interfaz vemos una lista en el lado izquierdo, donde podemos ir seleccionado el objeto del que queremos ver la información.

Si seleccionamos el departamento, aparece esta vista. La Figura 11 muestra la ficha de datos del departamento, con los campos de descripción y las líneas que componen el departamento.

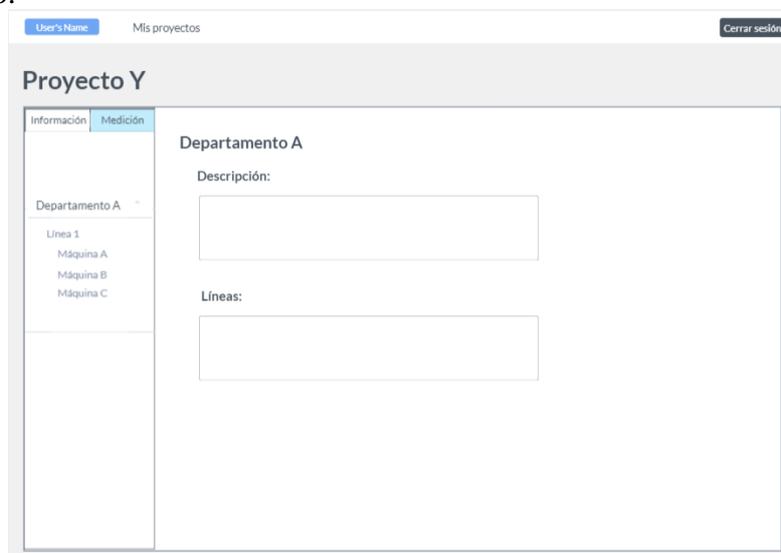


Figura 11. Mockup ventana información del departamento.

Si seleccionamos la línea, aparece esta vista. En la Figura 12 podemos ver los campos de departamento al que pertenece, descripción, los operarios que trabajan en ella y las líneas que compone el departamento. También tenemos el botón “Estudiar proceso”, que nos dirige a la pestaña de “Medición”, situada en la esquina superior izquierda.

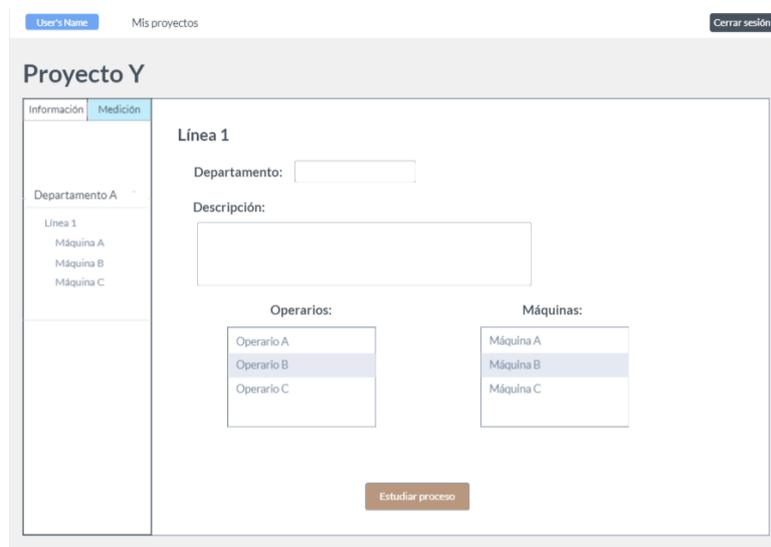


Figura 12. Mockup ventana de información de línea de producción.

Si seleccionamos la máquina, aparece esta vista. En la Figura 13 podemos ver los campos de línea a la que pertenece y descripción.

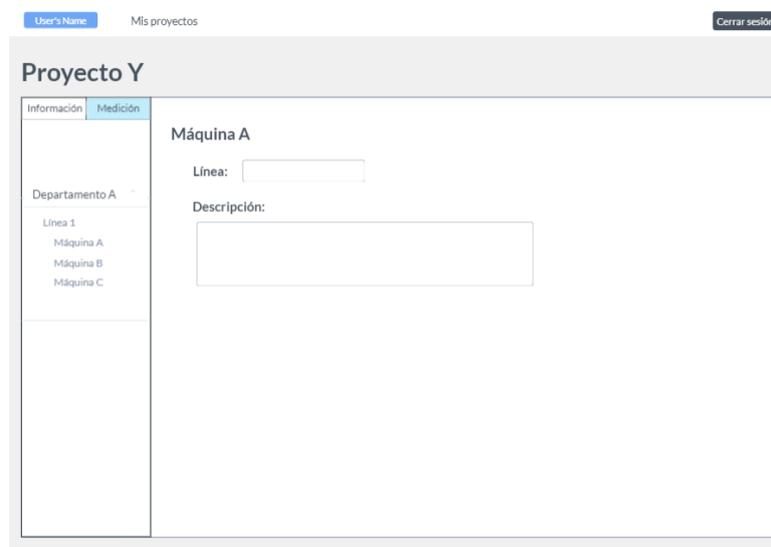


Figura 13. Mockup ventana de información de la máquina.

### Proyecto SMED: Información de la medición

La segunda parte del menú de un proyecto es la pestaña de “Medición”. En la Figura 14 tenemos una columna con las diferentes mediciones que se van realizando durante el proyecto. En la parte más alta de la columna, tenemos el botón de “Nueva Medición”, con el que podemos generar una nueva medición en el proyecto. En la parte principal de la interfaz, hay un formulario donde se puede completar la información referente a la fecha de inicio y fin de la medición que se va a realizar, además de la descripción de la medición. Los campos de duración y operarios involucrados se rellenan automáticamente.

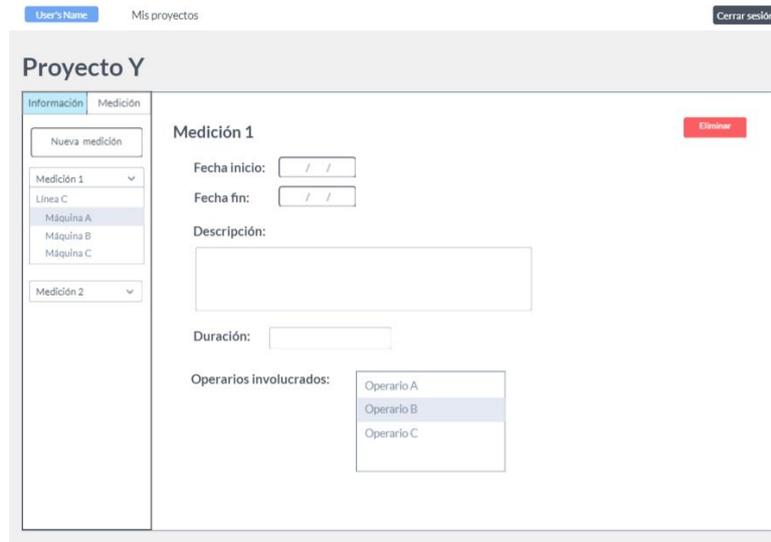


Figura 14. Mockup ventana de información de medición.

### Proyecto SMED: Apartado de toma de datos en una máquina

En esta vista se accede seleccionando una máquina de la columna de la izquierda.

En la Figura 15 tenemos un formulario en el que introducimos el operario que opera en esa actividad. A continuación, tenemos una lista de actividades que se realizan en la máquina seleccionada, y el formulario para añadir las actividades que medimos.

En la parte inferior de la vista tenemos el visor de documentos adjuntos de la medición, el botón de “Añadir” con el que guardamos una actividad, y el botón de “Eliminar”, con el que eliminamos una actividad seleccionada en la lista.

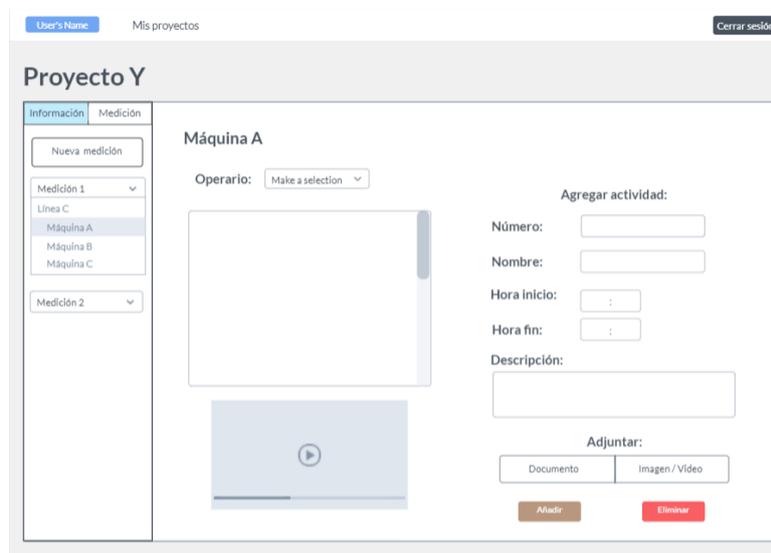


Figura 15. Mockup ventana de toma de datos en máquina.

### Proyecto SMED: Estudio del proceso

En esta vista estudiamos el proceso SMED de la línea. A esta vista se accede seleccionando la línea del proyecto, o a través de la pestaña de información de línea.

En la Figura 16 encontramos un diagrama de tiempos en la parte superior, separada por actividades realizadas por máquina.

Debajo de ello, una tabla con las actividades de todas las máquinas, ordenadas por tiempo. En esta tabla se pueden catalogar las actividades como interna o externa. A su lado, una tabla donde se recogen tiempos de la medición.

Por último, podemos exportar estos datos con el botón de “Exportar”.

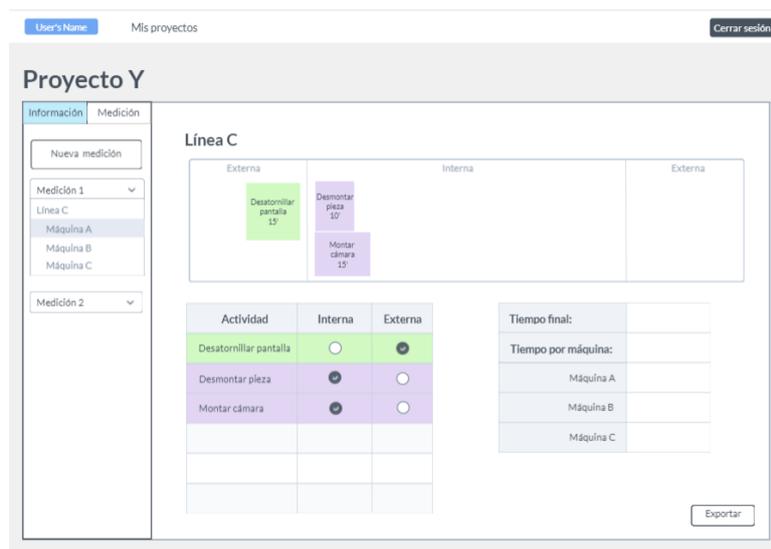


Figura 16. Mockup ventana de estudio del proceso SMED.

### 3.11. Estimación de esfuerzo requerido

En este apartado tratamos la planificación para el desarrollo e implementación del sistema, y los costes de este proceso para la empresa cliente. Para poder estimar el coste y planificación que se han tenido en cuenta factores de dificultad y tamaño del sistema.

En términos de dificultad, hemos tenido en cuenta la complejidad de los proyectos del sistema. Este sistema requiere la programación de diferentes actores y roles para administrar los proyectos de la plataforma, además de aplicar los conceptos teóricos a la funcionalidad al software. Por otro lado, el diseño de un interfaz intuitiva y fácil de usar aumenta la dificultad y complejidad del proyecto.

En cuanto a términos de tamaño, hemos evaluado el volumen de datos y las diferentes funcionalidades que se diseñan. La complejidad de las funcionalidades del sistema hacen incrementar el tamaño del sistema, aumentando también el tiempo de desarrollo de este.

Tras el estudio de las dimensiones del software, sus funcionalidades y la complejidad que puede tener su desarrollo, se propone una duración estimada de 23 semanas, repartidas entre diseño, desarrollo implementación y puesta en marcha.

El primer paso es el diseño del sistema a implementar, con una duración de cuatro semanas. Durante este tiempo se realiza un análisis de requisitos y funcionalidades del software.

La segunda etapa es el desarrollo, que abarcará un promedio de diez semanas. En esta etapa se programa el software diseñado con las funcionalidades especificadas en la primera etapa. Durante el transcurso la etapa de desarrollo se comienza con el periodo de pruebas del sistema. Este periodo tendrá una duración de cuatro semanas y consistirá en la realización de pruebas exhaustivas que garanticen que la funcionalidad desarrollada funcione adecuadamente según las especificaciones del cliente. Se corregirán errores y se asegurarán los requisitos de rendimiento, disponibilidad y calidad.

Una vez finalizado, se comenzará la etapa de implementación. Está tendrá una duración de entre dos a tres semanas, dependiendo de los componentes de la red local del cliente y la adaptación del sistema a la red. Durante este periodo se configurará el entorno, se instalará el software en los servidores y se configurarán los accesos de los actores.

Para finalizar la implementación se destinarán dos semanas para la formación y puesta en marcha del software en la empresa cliente. Durante este tiempo, se formará a todo el personal autorizado para su uso y se resolverá cualquier duda acerca del funcionamiento o instalación de este.

Este proceso conlleva una serie de costes que pueden variar notablemente en función de los recursos que se destinen en el desarrollo del sistema y la complejidad de este. Para el desarrollo general de un software personalizado de gestión de proyectos se estiman unos costes de entre 8.000 € y 120.000 €, dependiendo del esfuerzo empleado, equipo involucrado o características del sistema informático.

Para el diseño de este proyecto, se propone un equipo de trabajo compuesto de 5 personas: un analista de software, dos programadores, un probador de software (*tester*) y un líder del proyecto. Para este equipo de trabajo se estima un promedio de 40 horas de trabajo semanales. Por lo tanto, este proyecto requiere un esfuerzo de:  $40 \text{ horas/semana} * 5 \text{ personas} * 23 \text{ semanas} = 4.600 \text{ horas de trabajo}$ , repartidas en las 23 semanas de duración de las diferentes etapas.

Junto al equipo de desarrollo, se tendrán en cuenta costes asociados tales como licencias de software, gastos de infraestructura, o formación si es preciso. También se incluye un margen de contingencia para afrontar imprevistos o cambios durante el transcurso del proyecto.

## 4. Conclusiones y trabajos futuros.

### 4.1. Conclusiones del proyecto

En este proyecto se ha especificado un software de gestión de proyectos SMED, con el que optimizar los procesos de cambio de formato de una planta farmacéutica. Se ha desarrollado para adaptar la técnica del *Lean Manufacturing* a la fabricación de productos farmacológicos.

Este sistema permitirá a los usuarios volcar las mediciones de tiempos de procesos en una base de datos. Con esos datos, se estudiarán diferentes implementaciones de la técnica SMED para una reducción de tiempos y un aumento de productividad. El sistema almacenará la información de los departamentos de la fábrica, las líneas que contiene cada departamento, y las máquinas que conforman esas líneas de producción. Una vez creados los proyectos relacionados con la línea de producción, los usuarios podrán alimentar el sistema con las mediciones oportunas, para finalmente crear un informe que represente visualmente el esquema de tiempos de cambio de formato.

Con este sistema, la empresa cliente puede estandarizar los procesos llevados a cabo, analizar la productividad y estudiar la reducción de tiempos en producción. Según los casos de estudio acerca de proyectos SMED implementados en sistemas de producción, un proyecto SMED puede aportar hasta un 25% de ahorro de desperdicio y un 30% de ahorro en tiempo de ejecución.

Gracias a este sistema se puede comprender la magnitud que tienen los proyectos de mejora continua en una empresa y como pueden mejorar la capacidad de fabricación. Asimismo, este software con funcionalidades para SMED puede ser útil para que la empresa conozca los beneficios de la mejora continua y considerar, en el futuro, evolucionar el sistema hacia un software modulable.

### 4.2. Conclusiones personales

Este Trabajo de Fin de Grado ha supuesto un gran aprendizaje en el ámbito de la mejora continua. He podido comprender como la filosofía Lean puede mejorar en la gestión y organización de áreas clave de una empresa, como la fabricación, logística o administración.

Además de ello, en este proyecto he realizado tareas de identificación de requisitos, y análisis y documentación de funcionalidades de un sistema. En las diferentes secciones del proyecto hemos obtenido, desde los objetivos establecidos para el software, hasta una propuesta de interfaces gráficas, pasando por limitaciones, suposiciones, alcance y documentación de requisitos y casos de uso.

En conclusión, se ha llevado a cabo un proceso de estudio de un sistema que permite la implementación de proyectos SMED en una planta farmacéutica. No obstante, la labor realizada es solo una etapa del proceso de creación de un software de gestión de proyectos. La tarea elaborada en este documento sienta las bases para trabajar, junto a una empresa de desarrollo de software, en el diseño de un sistema.

### 4.3. Trabajos futuros

El software diseñado y planteado en esta especificación de requisitos de software está diseñado bajo unas limitaciones. En el apartado de "Trabajos Futuros" mencionamos cuáles son los próximos avances que podrían ser objeto de un estudio más detallado en el futuro.

Una de las funcionalidades que se plantean para próximas versiones es la implementación de las acciones de importar y exportar datos de los proyectos. Estas habilidades permitirían a los usuarios del sistema poder manejar datos en el sistema que se han recogido fuera del él. También permitiría extraer los datos recogidos para su manejo en otros sistemas.

Otra de las funcionalidades propuestas para un posterior desarrollo es la implementación de una herramienta de análisis de eficiencia y rendimiento para los datos recogidos del sistema. El software sería capaz de evaluar el rendimiento de las actividades y la eficiencia del proceso gracias a unas características analíticas avanzadas.

Para aprovechar los datos obtenidos gracias a la herramienta de análisis avanzado, se propone la implementación de un módulo de simulación de procesos. Este podría permitir la simulación de diferentes escenarios en el cambio de formato de una máquina. Esta herramienta permitiría a los colaboradores del proyecto simular los nuevos procesos de cambio de formato y estudiar su viabilidad en función de las características de la línea de producción y los medios de la empresa.

Una vez obtenidos datos relevantes y estudiados acerca del proceso de cambio de formato, se propone finalmente un módulo de gestión visual del área estudiado. Esta medición en el área podría ofrecer información útil acerca del desperdicio de movimiento que sucede durante el proceso de cambio de formato. Esto aportaría un esquema de movimiento de los operarios por el área y se capturaría gracias a sensores u otro tipo de periféricos. Esta funcionalidad sería la precursora de un módulo en el sistema dedicado a proyectos Kaizen, enfocados en identificar y eliminar los movimientos ineficientes o que no agregan valor.

En resumen, existen todavía muchas funcionalidades que pueden implementarse y que puede elevar el software diseñado en este proyecto a un nivel superior, creando un software modulado, en el que se disponga de diferentes módulos de herramientas *Lean Manufacturing*.

## Bibliografía

- [1] M. Fowler, "UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language," 3rd ed. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [2] IEEE Std 830-1998. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. New York, NY: IEEE, 1998.
- [3] S. Shingo, «A Revolution in Manufacturing: The SMED System» de A Revolution in Manufacturing: The SMED System, Productivity Inc., 1985, pp. 21-3
- [4] A.-A. Karam, M. Liviu, V. Cristina, y H. Radu, «The contribution of *Lean Manufacturing* tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project», *Procedia Manufacturing*, vol. 22, pp. 886-892, ene. 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304219?via%3Dihub> [Accedido el 30 de mayo de 2023].
- [5] N. J. Aguilar Taco, «Aplicación de SMED en el cambio de formato para incrementar la productividad de una blistera en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico - Lima», Universidad César Vallejo, 2016. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3638> [Accedido el 30 de mayo de 2023].
- [6] J. C. Hernández Matías y A. Vizán Idope, «*Lean Manufacturing*,» de *Lean Manufacturing*. Concepto, técnicas e implantación, Madrid, Fundación EOI, 2013, pp. 12. [https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI\\_LeanManufacturing\\_2013.pdf](https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf) [Accedido el 26 de marzo de 2023].
- [7] W. E. Flores Philipps, «Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED y 5S, en una empresa de confecciones». Pontificia Universidad Católica del Perú, octubre de 2017. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9706/FLORES\\_WL\\_LY\\_PROCESOS\\_MEJORA\\_SMED\\_5S\\_CONFECIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9706/FLORES_WL_LY_PROCESOS_MEJORA_SMED_5S_CONFECIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Accedido el 26 de marzo de 2023].
- [8] J. Vargas-Hernández, G. Muratalla-Bautista, y M. Jiménez-Castillo, «*Lean Manufacturing* ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?», en *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. 17, Carabobo, Venezuela: Universidad de Carabobo, 2016, pp. 153-174. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011> [Accedido el 26 de marzo de 2023].

[9] A. Villaseñor Contreras y E. Galindo Cota, *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica.*, 2º. México: Limusa, 2007.

[10] J. L. Sánchez García y M. Rajadell Carreras, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad.* Ediciones Díaz de Santos, 2010.

[11] «¿Por qué es importante la metodología LEAN en la industria Farmacéutica? | Farmazona», 8 de mayo de 2018. <https://farmazona.com.pa/2018/05/08/por-que-es-importante-la-metodologia-lean-en-la-industria-farmaceutica/> [Accedido el 25 de abril de 2023].

[12] K. Yazıcı, S. H. Gökler, y S. Boran, «An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time», *J Intell Manuf*, vol. 32, n.º 6, pp. 1547-1561, ago. 2021, <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x> [Accedido el 30 de mayo de 2023].

[13] J. P. E. Lopez Garcia, «SMED para cambio de formato de máquinas inyectoras para aumentar la productividad en la empresa Industrias NIKO S.A., Lima – 2021», Repositorio Institucional - UCV, 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89281> [Accedido el 30 de mayo de 2023].

[14] K. Lake, «LDAP vs Active Directory vs OpenLDAP: ¿Cuál es la diferencia?», *JumpCloud Spanish*, 17 de febrero de 2023. <https://jumpcloud.com/es/blog/difference-between-ldap-openldap-active-directory> [Accedido el 17 de mayo de 2023].

[15] J. A. Castillo, «▷ LDAP: Qué es y para qué se utiliza este protocolo», *Professional Review*, 5 de enero de 2019. <https://www.profesionalreview.com/2019/01/05/ldap/> [Accedido el 17 de mayo de 2023].

[16] «Estimación de Costos de Software en Gestión de Proyectos Ágiles | Toptal®», *Toptal Engineering Blog*. <https://www.toptal.com/agile/estimacion-de-costos-de-software-en-gestion-de-proyectos-agiles> [Accedido 7 de junio de 2023].

[17] «¿Cuánto cuesta el desarrollo de software y aplicaciones?», *Zaask*. <https://www.zaask.es/cuanto-cuesta/desarrollo-de-software-y-aplicaciones> [Accedido 7 de junio de 2023].

## Anexos

### Anexo A: Tabla de requisitos identificados

ID	Nombre
RIU-001	Multi idioma
RIU-002	Sistema Responsive
RIU-003	Logotipo
RIU-004	Interfaz intuitiva
RIU-005	Formatos adaptativos
RIU-006	Mensajes de error e informativos
RIS-001	Compatibilidad con sistema operativo
RIS-002	Compatibilidad con navegadores
RIS-003	Integración con mensajería instantánea
RIC-001	Protocolo de comunicación
RIC-002	Autenticación de usuarios con OpenLDAP
RF-001	Inicio de Sesión
RF-002	Autenticación de usuario
RF-003	Gestión de usuarios
RF-004	Consulta de usuario
RF-005	Alta de usuario
RF-006	Baja de usuario
RF-007	Eliminar usuario
RF-008	Reiniciar contraseña
RF-008.1	Solicitar reinicio de contraseña
RF-009	Asignación de permisos y accesos
RF-010	Gestión de proyectos
RF-011	Crear proyecto
RF-012	Modificar proyecto
RF-013	Eliminar proyecto
RF-014	Exportar informe
RF-015	Añadir actividad
RF-016	Eliminar actividad
RF-017	Catalogar actividad
RF-018	Añadir documentación a la actividad
RF-019	Asignar colaborador a un proyecto
RF-020	Eliminar colaborador a un proyecto
RF-021	Introducir datos de un departamento
RF-022	Modificar datos de un departamento
RF-023	Eliminar datos de un departamento
RF-024	Introducir datos de una línea
RF-025	Modificar datos de una línea
RF-026	Eliminar datos de una línea
RF-027	Introducir datos de una máquina
RF-028	Modificar datos de una máquina
RF-029	Eliminar datos de una máquina
RF-030	Añadir medición a proyecto
RF-031	Eliminar medición a proyecto
RNF-R-001	Concurrencia de usuarios en sistema

RNF-R-002	Concurrencia de usuarios en un proyecto
RNF-R-003	Almacenamiento de datos
RNF-R-004	Base de datos
RNF-S-001	Protocolo de seguridad para la autenticación del usuario
RNF-S-002	Protocolo de integridad de la información y privacidad
RNF-S-003	Roles y permisos para usuarios
RNF-S-004	Asignación de proyectos por usuario
RNF-D-001	Disponibilidad
RNF-M-001	Mantenimiento, actualizaciones y mejoras
RNF-M-002	Tiempo medio de reparación

*Tabla 60. Anexo A: Tabla de requisitos identificados.*

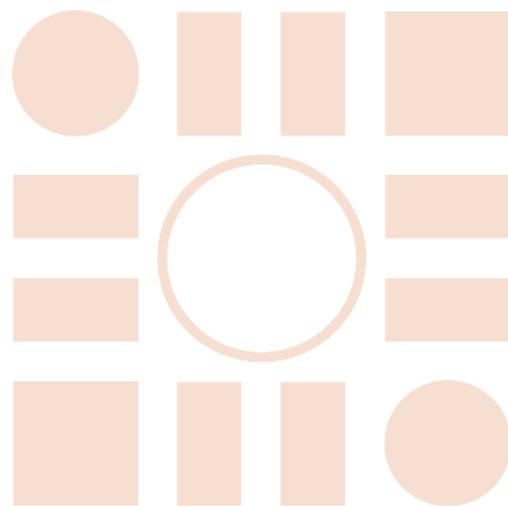
## Anexo B: Tabla de casos de uso identificados

ID	Nombre
CU001	Inicio de sesión
CU002	Autenticación de usuario
CU003	Gestión y consulta de usuarios
CU004	Dar de alta usuarios
CU005	Dar de baja usuarios
CU006	Eliminar usuario
CU007	Reiniciar contraseña
CU008	Solicitar un reinicio de contraseña
CU009	Asignación de permisos y accesos
CU010	Gestión de proyectos
CU011	Crear proyecto
CU012	Modificar proyecto
CU013	Eliminar proyecto
CU014	Exportar informe
CU015	Añadir actividad
CU016	Eliminar actividad
CU017	Catalogar actividad
CU018	Añadir documentación a una actividad
CU019	Asignar colaborador a un proyecto
CU020	Eliminar colaborador de un proyecto
CU021	Introducir datos de un departamento
CU022	Modificar datos de un departamento
CU023	Eliminar datos de un departamento
CU024	Introducir datos de una línea
CU025	Modificar datos de una línea
CU026	Eliminar datos de una línea
CU027	Introducir datos de una máquina
CU028	Modificar datos de una máquina
CU029	Eliminar datos de una máquina
CU030	Crear medición
CU031	Eliminar medición

Tabla 61. Anexo B: Tabla de casos de uso identificados



Universidad de Alcalá  
Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR



Universidad  
de Alcalá