

Anexo I. Plan de proyecto

Sistema para la mejora de la movilidad articular basada en el uso de la estimación de posturas

Trabajo Fin de Máster

Ingeniería Informática

Febrero 2025



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

Autor

Sergio Salinero Santamaría

Tutores

André Fílipo Sales Mendes

Gabriel Villarrubia González

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 1. Estimación de coste y esfuerzo..... | 2 |
| 2.1. Complejidad de los actores | 3 |
| 2.2. Complejidad de los casos de uso | 3 |
| 2.2.1. Gestión de autenticación..... | 3 |
| 2.2.2. Gestión de usuarios | 4 |
| 2.2.3. Gestión de rutinas..... | 4 |
| 2.2.4. Gestión de ejercicios..... | 4 |
| 2.2.5. Gestión de estadísticas..... | 4 |
| 2.3. Factores de complejidad | 5 |
| 2.3.1. Factores de complejidad técnica..... | 5 |
| 2.3.2. Factores de complejidad del entorno | 6 |
| 2.4. Resultados y conclusiones | 7 |
| 3. Planificación temporal..... | 9 |
| 3.1. Calendario de trabajo | 9 |
| 3.2. Identificación de tareas..... | 10 |
| 3.3. Asignación de recursos | 11 |
| 4. Referencias..... | 13 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|---|
| Tabla 1: Complejidad del actor Usuario sin autenticación | 3 |
| Tabla 2: Complejidad del actor Usuario autenticado | 3 |
| Tabla 3: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de autenticación | 3 |
| Tabla 4: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de usuarios..... | 4 |
| Tabla 5: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de rutinas | 4 |
| Tabla 6: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de ejercicios | 4 |
| Tabla 7: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de estadísticas | 4 |
| Tabla 8: Factores de complejidad técnica (TCF)..... | 6 |
| Tabla 9: Factores de complejidad del entorno | 7 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Resultados de la estimación del esfuerzo | 7 |
| Figura 2: Calendario de trabajo..... | 9 |
| Figura 3: Fase de inicio..... | 10 |
| Figura 4: Fase de elaboración. Iteración 1 | 10 |
| Figura 5: Fase de elaboración. Iteración 2..... | 10 |
| Figura 6: Fase de construcción. Iteración 4 | 11 |
| Figura 7: Fase de construcción. Iteración 5 | 11 |
| Figura 8: Fase de transición..... | 11 |
| Figura 9: Gráfica de asignación de recursos..... | 11 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|---|
| Ecuación 1: Puntos de casos de uso (UCP) | 2 |
| Ecuación 2: Desajuste de los puntos de casos de uso..... | 2 |
| Ecuación 3: Cálculo del esfuerzo (horas por persona) | 2 |
| Ecuación 4: Peso de los actores sin ajustar | 3 |
| Ecuación 5: Cálculo de TCF | 5 |
| Ecuación 6: Cálculo de ECF | 6 |

1. INTRODUCCIÓN

Este anexo forma parte de la documentación correspondiente al plan de proyecto software. Su propósito es realizar una estimación del costo asociado al desarrollo del software, asignando las tareas de desarrollo a los recursos humanos disponibles. El resultado será una estimación del número de horas necesarias para completar el desarrollo de manera satisfactoria. Además, se describirá el enfoque adoptado para llevar a cabo el proceso de desarrollo del software.

La estructura del anexo se organiza de la siguiente manera:

- **Estimación del esfuerzo**
- **Planificación temporal**

1. ESTIMACIÓN DE COSTE Y ESFUERZO

El primer paso consistirá en realizar una estimación del esfuerzo requerido, lo que permitirá determinar la relación entre el número de recursos humanos y el tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto. Este proceso tiene como objetivo proporcionar una proyección precisa de la duración del proyecto.

Para ello, se calculará el esfuerzo necesario considerando tanto la cantidad de personal asignado como el tiempo previsto para la ejecución. Este cálculo se basará en el método de Puntos de Casos de Uso (UCP, por sus siglas en inglés), una técnica particularmente adecuada para proyectos que emplean la metodología UML. Este enfoque evalúa los actores y casos de uso, asignándoles niveles de complejidad específicos. Asimismo, incorpora factores relacionados con el entorno y la complejidad técnica para ajustar la estimación y ofrecer una proyección más precisa sobre la duración del proyecto.

Los puntos de casos de uso (UCP) se calculan aplicando una fórmula específica que integra múltiples factores relacionados con la complejidad y las características del sistema. Esta fórmula permite obtener un valor cuantitativo que refleja la magnitud del esfuerzo requerido para desarrollar el sistema basado en sus casos de uso:

$$UCP = UUCP \times TCF \times ECF$$

Ecuación 1: Puntos de casos de uso (UCP)

Las variables utilizadas en la *Ecuación 1* son las siguientes:

- **UUCP:** Puntos de casos de uso sin ajustar, que se obtienen mediante la suma de los pesos correspondientes a los actores y los casos de uso:

$$UUCP = UUCW + UAW$$

Ecuación 2: Desajuste de los puntos de casos de uso

- **UAW:** Peso asociado a los actores, sin ajustar.
- **UUCW:** Peso correspondiente a los casos de uso, sin ajustar.
 - **TCF:** Factor que representa la complejidad técnica del sistema.
 - **ECF:** Factor que refleja la complejidad del entorno en el que se implementa el sistema.

El esfuerzo requerido en horas por persona se calculará utilizando un factor de conversión (F), el cual representa el número de horas de trabajo por cada Punto de Casos de Uso (UCP). La fórmula para obtener el esfuerzo es la siguiente:

$$Esfuerzo = UCP \times F$$

Ecuación 3: Cálculo del esfuerzo (horas por persona)

2.1. COMPLEJIDAD DE LOS ACTORES

La complejidad de cada actor se clasificará según los siguientes criterios:

- **Simple:** El actor es un sistema que interactúa con la aplicación a través de una API. Su factor de peso será 1.
- **Medio:** El actor es un sistema que se comunica con la aplicación utilizando un protocolo. Su factor de peso será 2.
- **Complejo:** El actor es un usuario final que interactúa con la aplicación mediante una interfaz gráfica. Su factor de peso será 3.

La complejidad de los actores se utilizará para calcular el **factor UAW**, sumando los factores de peso de todos los actores involucrados.

$$UAW = \sum Factor\ de\ peso_i$$

Ecuación 4: Peso de los actores sin ajustar

| | |
|-----------------------|---|
| ACT-001 | Usuario sin autenticación |
| Complejidad | Complejo |
| Factor de peso | 3 |
| Comentarios | Usuario que interactúa con la interfaz gráfica. |

Tabla 1: Complejidad del actor Usuario sin autenticación

| | |
|-----------------------|---|
| ACT-002 | Usuario autenticado |
| Complejidad | Complejo |
| Factor de peso | 3 |
| Comentarios | Usuario que interactúa con la interfaz gráfica. |

Tabla 2: Complejidad del actor Usuario autenticado

2.2. COMPLEJIDAD DE LOS CASOS DE USO

La complejidad de los casos de uso se clasificará de acuerdo con la cantidad de transacciones involucradas, siguiendo los criterios establecidos a continuación:

- **Simple:** Casos de uso que impliquen tres o menos transacciones.
- **Medio:** Casos de uso que impliquen entre cuatro y siete transacciones.
- **Complejo:** Casos de uso que impliquen más de siete transacciones.

2.2.1. Gestión de autenticación

| Casos de uso | Transacciones | Complejidad |
|---------------------------------|---------------|-------------|
| [UC-001] Iniciar sesión | 2 | Simple |
| [UC-002] Establecer contraseña | 2 | Simple |
| [UC-003] Restablecer contraseña | 3 | Simple |
| [UC-004] Cerrar sesión | 1 | Simple |

Tabla 3: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de autenticación

2.2.2. Gestión de usuarios

| Casos de uso | Transacciones | Complejidad |
|------------------------------|---------------|-------------|
| [UC-005] Ver datos de perfil | 1 | Simple |
| [UC-006] Cambiar contraseña | 2 | Simple |
| [UC-007] Actualizar peso | 2 | Simple |
| [UC-008] Eliminar cuenta | 2 | Simple |

Tabla 4: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de usuarios

2.2.3. Gestión de rutinas

| Casos de uso | Transacciones | Complejidad |
|---------------------------------------|---------------|-------------|
| [UC-009] Elabora una rutina | 3 | Simple |
| [UC-010] Mostrar categorías | 1 | Simple |
| [UC-011] Publicar rutina en categoría | 4 | Medio |
| [UC-012] Acceder a categoría | 2 | Simple |
| [UC-013] Eliminar rutina de categoría | 2 | Simple |
| [UC-014] Limpiar categoría | 2 | Simple |
| [UC-015] Mostrar historial de rutinas | 1 | Simple |
| [UC-016] Limpiar historial de rutinas | 2 | Simple |
| [UC-017] Ejecutar una rutina | 2 | Simple |
| [UC-018] Reconocer ejercicio | 1 | Simple |
| [UC-019] Terminar rutina | 1 | Simple |

Tabla 5: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de rutinas

2.2.4. Gestión de ejercicios

| Casos de uso | Transacciones | Complejidad |
|------------------------------|---------------|-------------|
| [UC-020] Mostrar ejercicios | 1 | Simple |
| [UC-021] Añadir ejercicio | 2 | Simple |
| [UC-022] Modificar ejercicio | 2 | Simple |
| [UC-023] Eliminar ejercicio | 2 | Simple |

Tabla 6: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de ejercicios

2.2.5. Gestión de estadísticas

| Casos de uso | Transacciones | Complejidad |
|-------------------------------|---------------|-------------|
| [UC-024] Mostrar estadísticas | 1 | Simple |
| [UC-025] Limpiar estadísticas | 2 | Simple |

Tabla 7: Complejidad de casos de uso del paquete Gestión de estadísticas

2.3. FACTORES DE COMPLEJIDAD

A continuación, se presentan los trece Factores de Complejidad Técnica (TCF) y los ocho Factores de Complejidad del Entorno (ECF). A cada uno de estos factores se le asigna un peso (W) en función de su impacto, así como una complejidad percibida (F), que refleja la percepción de complejidad que tiene el equipo de desarrollo.

2.3.1. Factores de complejidad técnica

En esta sección se procederá a establecer de manera cuantitativa los factores de complejidad técnica, asignándoles valores en un rango de 0 a 5. Este enfoque facilitará el cálculo del TCF mediante la aplicación de la *Ecuación 5*.

$$TCF = C_1 + C_2 \sum_{i=1}^{13} W_i F_i$$

Ecuación 5: Cálculo de TCF

| Factor | Complejidad | Comentario |
|---|-------------|--|
| T1. Sistemas distribuidos | 2 | Intervienen varios componentes individuales que se comunican a través de APIs interconectadas. |
| T2. Rendimiento | 3 | El sistema debe ofrecer una experiencia de usuario fluida, minimizando al máximo las operaciones que impliquen un alto coste computacional. |
| T3. Eficiencia del usuario final | 3 | Las tareas que debe realizar el usuario deben estar adecuadamente estructuradas y organizadas, con el fin de optimizar la efectividad y eficiencia en su ejecución. |
| T4. Procesamiento interno complejo | 3 | El sistema es capaz de reconocer la postura del usuario, procesando los datos obtenidos para evaluar la correcta ejecución de los distintos ejercicios en tiempo real. |
| T5. Reusabilidad | 3 | Las funcionalidades presentes en el sistema deberán estar, en su mayoría, encapsuladas en componentes independientes con el fin de permitir su reutilización en proyectos futuros. |
| T6. Facilidad de instalación | 0 | El sistema consiste en una aplicación web que se puede acceder a través de la mayoría de los navegadores, sin necesidad de realizar ninguna instalación previa. |
| T7. Facilidad de uso | 4 | El sistema dispondrá de una interfaz de usuario clara y consistente, lo que facilitará un aprendizaje rápido y una comprensión eficaz por parte de los usuarios. |
| T8. Portabilidad | 2 | En el diseño del sistema, se debe considerar la compatibilidad y los procesos de los navegadores más utilizados. |
| T9. Facilidad de cambio | 1 | El sistema debe estar diseñado de manera que permita la incorporación de nuevas |

| | | |
|---|---|---|
| | | funcionalidades de forma sencilla y escalable. |
| T10. Concurrencia | 1 | El sistema deberá ser capaz de manejar solicitudes de manera concurrente, por lo que debe estar diseñado para gestionar adecuadamente este tipo de situaciones. No obstante, la tecnología seleccionada se encargará en gran medida de resolver los problemas asociados a esta gestión. |
| T11. Características especiales de seguridad | 2 | El sistema debe asegurar la protección y confidencialidad de los datos de los usuarios. |
| T12. Acceso directo a terceras partes | 1 | El sistema requiere del acceso mínimo a terceras partes. |
| T13. Entrenamiento especial del usuario | 2 | Será recomendable que los usuarios realicen una guía especializada para el uso de la completa funcionalidad del sistema. |

Tabla 8: Factores de complejidad técnica (TCF)

2.3.2. Factores de complejidad del entorno

En esta sección se procederá a definir de manera cuantitativa los factores de complejidad del entorno, asignándoles valores en un rango de 0 a 5. Este enfoque permitirá calcular el ECF mediante la aplicación de la *Ecuación 6*.

$$ECF = C_1 + C_2 \sum_{i=1}^8 W_i F_i$$

Ecuación 6: Cálculo de ECF

| Factor | Complejidad | Comentario |
|---|--------------------|---|
| E1. Familiaridad con UML | 3 | Se ha trabajado en proyectos que demandan el uso de herramientas para la modelización mediante el Lenguaje de Modelado Unificado (UML). |
| E2. Trabajadores a tiempo parcial | 0 | El desarrollo del proyecto está a cargo de un único promotor, quien dedica una cantidad parcial de su tiempo a la ejecución del mismo. |
| E3. Capacidad de los analistas | 1 | No se cuenta con una amplia experiencia previa como analista en el desarrollo de productos software. |
| E4. Experiencia en la aplicación | 3 | Se posee una sólida experiencia en el área en cuestión, tanto en términos técnicos, relacionados con los lenguajes de programación y las tecnologías a emplear. |
| E5. Experiencia en orientación a objetos | 3 | Se posee experiencia en el desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos. |
| E6. Motivación | 3 | Se tiene toda la motivación que se puede tener para un trabajo de la universidad. |

| | | |
|--|---|--|
| E7. Dificultad del lenguaje de programación | 1 | Los lenguajes de programación que se van a utilizar son de alto nivel, teniendo diversos módulos que abordan la mayoría de los problemas típicos de los lenguajes de bajo nivel. |
| E8. Estabilidad de los requisitos | 1 | Los requisitos están debidamente definidos y, en este momento, no se prevén modificaciones. |

Tabla 9: Factores de complejidad del entorno

2.4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Una vez realizados los cálculos pertinentes y obtenidas las diferentes complejidades, se procederá a utilizar el programa EZEstimate, que proporcionará una estimación aproximada de las horas requeridas para la ejecución del proyecto.

Otro aspecto crucial para estos resultados es el factor F, que se describen en la *Ecuación 3*. Este factor refleja las horas necesarias para cada caso de uso. Por defecto, se asignan 20 horas, pero en este caso se han reducido a 6, debido a que los casos de uso del proyecto son en su mayoría de baja complejidad.

The screenshot shows the EZEstimate software interface. The title bar indicates the file path: C:\Users\sergi\Desktop\INGENIERÍA INFORMÁTICA\Máster en Ingeniería Informática\3º Cuatrimes... The menu bar includes File, Settings, and Help.

Module: A dropdown menu shows 'Gestión de estadísticas'. Below it are 'Add Module' and 'Delete' buttons.

Summary: This section contains input fields for 'Total Modules' (5), 'Excel Report' (Generate Report button), 'Use cases' (Simple: 24, Average: 1, Complex: 0), and 'Actors' (Simple: 0, Average: 0, Complex: 2).

Add Actor / Use case: This section has a text field for 'Actor / Use case Name', a 'Select Type' dropdown (set to 'Usecase'), a 'Complexity' dropdown (set to 'Simple'), and an 'Add' button.

Tech / Env Factors: This section has two buttons: 'Set Tech Factor' and 'Set Env Factors'.

Estimation Summary: This section displays calculated values in a table-like format:

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| UAW | 6 |
| UUCW | 130 |
| UUPC = UAW + UUCW | 136 |
| TFactor | 32 |
| EFactor | 14 |
| TCF = 0.6 + (.01*TFactor) | 0.92 |
| EF = 1.4 + (-0.03*EFactor) | 0.98 |
| UCP = UUPC*TCF*EF | 122.6176 |
| Total Effort@ 8 Hrs/UCP | 735,7056 |

Use case / Actor List: A table listing the project's use cases and actors. The table has columns: Id, Module, Type, Name, and complexity.

| Id | Module | Type | Name | complexity |
|----|---------------------|---------|---------------------|------------|
| 1 | Gestión de aute... | Actor | Usuario sin aut... | Complex |
| 10 | Gestión de usu... | Usecase | [UC-008] Elimin... | Simple |
| 11 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-009] Elabor... | Simple |
| 12 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-010] Mostr... | Simple |
| 13 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-011] Public... | Average |
| 14 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-012] Acce... | Simple |
| 15 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-013] Elimin... | Simple |
| 16 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-014] Limpia... | Simple |
| 17 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-015] Mostr... | Simple |
| 18 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-16] Limpiar ... | Simple |
| 19 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-017] Ejecut... | Simple |
| 2 | Gestión de aute... | Actor | Usuario autenti... | Complex |
| 20 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-018] Reco... | Simple |
| 21 | Gestión de rutin... | Usecase | [UC-019] Termi... | Simple |
| 22 | Gestión de ejer... | Usecase | [UC-020] Mostr... | Simple |
| 23 | Gestión de ejer... | Usecase | [UC-021] Añadir... | Simple |
| 24 | Gestión de ejer... | Usecase | [UC-022] Modifi... | Simple |
| 25 | Gestión de ejer... | Usecase | [UC-023] Flimin... | Simple |

Figura 1: Resultados de la estimación del esfuerzo

Según los datos proporcionados, la estimación total es de 735,71 horas. Si se dedica un total de 8 horas diarias, el tiempo estimado para completar el proyecto sería de 92 días hábiles.

Considerando un calendario lectivo estándar de 20 días laborales al mes, el proyecto podría completarse en un periodo aproximado de 4 meses y medio.

3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL

La planificación temporal de un proyecto facilita su análisis y descomposición en tareas específicas, permitiendo establecer qué actividades se llevarán a cabo en cada fase y proporcionando una estimación de la duración total del proyecto. Esta planificación se efectúa en una etapa inicial, lo que posibilita identificar las tareas a ejecutar en momentos determinados, verificar el cumplimiento de los plazos establecidos y reconocer las tareas críticas cuyo retraso impactaría negativamente en el cronograma del proyecto.

3.1. Calendario de trabajo

A continuación, se presenta el calendario establecido. Se determina un horario laboral de 7 horas diarias, distribuido de la siguiente manera: de 9:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00.

En la *Figura 2* se muestra la configuración del calendario:

Cambiar calendario laboral

Para calendario: Estándar (Calendario del proyecto)

Crear calendario...

El calendario 'Estándar' es un calendario base.

Laborable

No laborable

31

Horas laborables modificadas

En este calendario:

31

Día de excepción

31

Semana laboral no predeterminada

Haga clic en un día para ver sus períodos laborables:

diciembre 2024

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| L | M | M | J | V | S | D |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

Períodos laborables del 07 diciembre 2024:

• 9:00 a 14:00

• 16:00 a 18:00

Basado en:

Semana laboral predeterminada del calendario 'Estándar'.

Excepciones

Semanas laborales

| | Nombre | Comienzo | Fin |
|---|------------------------|------------|------------|
| 1 | Fiesta Nacional | 12/10/2024 | 12/10/2024 |
| 2 | Todos los Santos | 01/11/2024 | 01/11/2024 |
| 3 | Día de la Constitución | 06/12/2024 | 06/12/2024 |
| 4 | Navidad | 25/12/2024 | 25/12/2024 |
| 5 | Año Nuevo | 31/12/2024 | 01/01/2025 |
| 6 | Noche de Reyes | 05/01/2025 | 06/01/2025 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Detalles...

Eliminar

Ayuda

Opciones...

Aceptar

Cancelar

Figura 2: Calendario de trabajo

Anexo I: Plan de proyecto

9

3.2. Identificación de tareas

Se seguirán las pautas del Proceso Unificado para identificar las distintas tareas del proyecto. Para ello, el proceso se divide en las fases:

- Inicio
- Elaboración
- Construcción
- Transición.

Además, se dividirán en las siguientes disciplinas:

- Modelado de Negocio
- Requisitos
- Análisis
- Diseño
- Implementación
- Pruebas

No todas las fases tendrán actividad en todas las disciplinas. La disposición de estas se detalla a continuación en las *Figuras 3-8* junto con el camino crítico que se ha generado a través de las actividades de desarrollo.



Figura 3: Fase de inicio

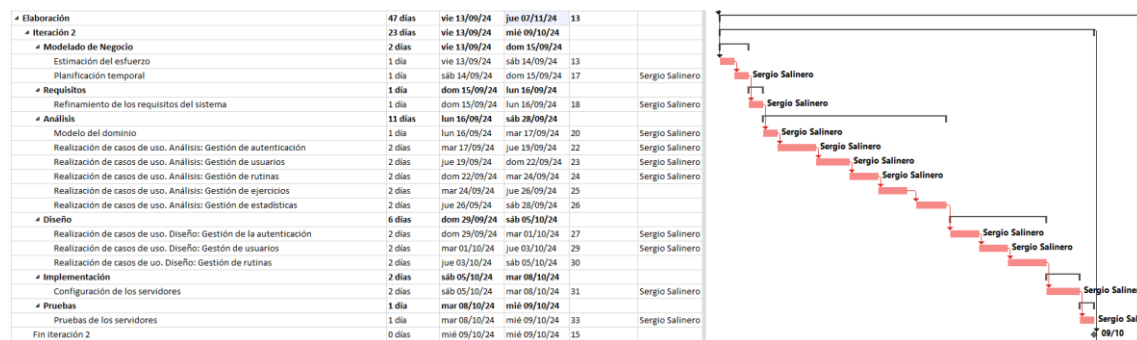


Figura 4: Fase de elaboración. Iteración 1



Figura 5: Fase de elaboración. Iteración 2

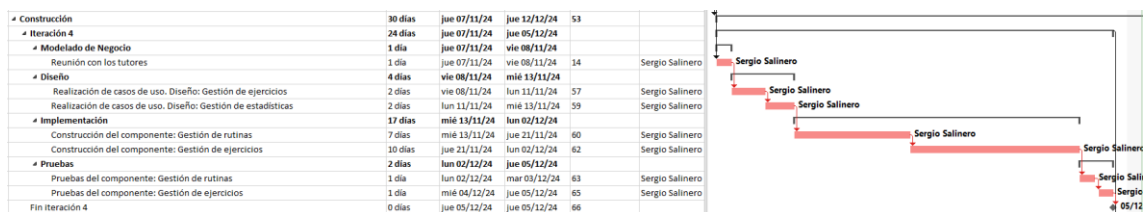


Figura 6: Fase de construcción. Iteración 4



Figura 7: Fase de construcción. Iteración 5

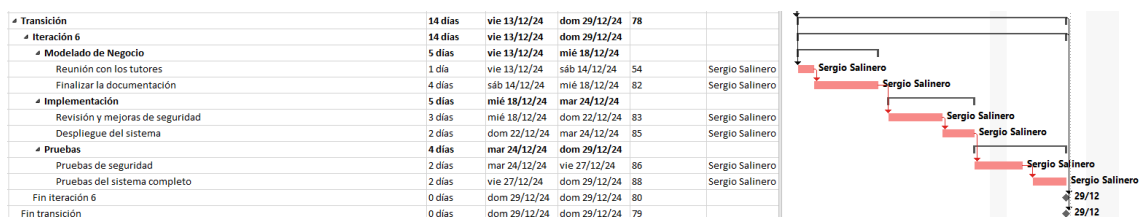


Figura 8: Fase de transición

3.3. Asignación de recursos

En relación con la asignación de recursos, se observa que la distribución alcanza el 100%. Esto asegura una productividad óptima, evitando la sobrecarga o sobreasignación de los recursos disponibles.

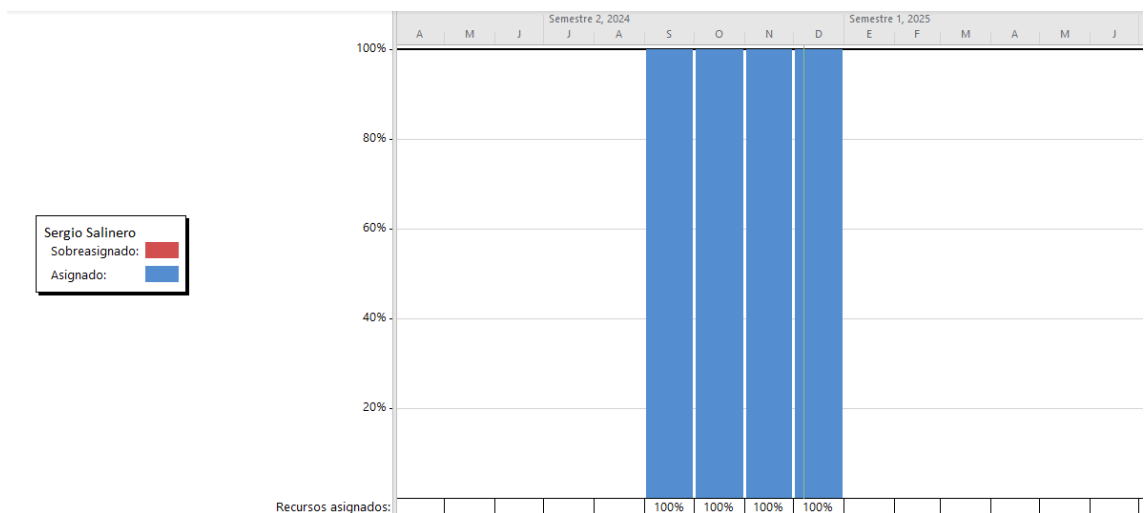


Figura 9: Gráfica de asignación de recursos

Por otra parte, las estadísticas generales del proyecto son las siguientes:

Estadísticas del proyecto 'PlanificaciónTemporal'

| | | |
|-----------|--------------|--------------|
| | Comienzo | Fin |
| Actual | lun 02/09/24 | dom 29/12/24 |
| Previsto | NOD | NOD |
| Real | NOD | NOD |
| Variación | 0d | 0d |

| | | | |
|----------|----------|---------|--------|
| | Duración | Trabajo | Costo |
| Actual | 100d? | 736h | 0,00 € |
| Previsto | 0d | 0h | 0,00 € |
| Real | 0d | 0h | 0,00 € |
| Restante | 100d? | 736h | 0,00 € |

Porcentaje completado:
Duración: 0% Trabajo: 0%

Cerrar

El proyecto tiene una duración estimada de 736 horas, valor concordante con el obtenido en estimación del esfuerzo (735 horas), por lo que los resultados de la planificación temporal se consideran válidos, ya que el tiempo estimado para el desarrollo es coherente con el contexto y las exigencias del desempeño de un trabajo de fin de máster.

4. REFERENCIAS

- [1] Méndez Solimán, E. R. (2018). Estimación de esfuerzo en proyectos de desarrollo de software con metodologías ágiles.
- [2] Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (2000). *UML: el proceso unificado de desarrollo de software*. Addison-Wesley.