



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería en Informática



TFG del Grado en Ingeniería Informática

**Sistema de Recomendación de  
Asignaturas Optativas  
Documentación Técnica**



Presentado por Clara Palacios Rodrigo  
en Universidad de Burgos — 4 de junio de 2018  
Tutor: Dr. José Ignacio Santos Martín, Virginia  
Ahedo García



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>I</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>III</b>
<b>Apéndice A Planificación</b>	<b>1</b>
A.1. Introducción . . . . .	1
A.2. Planificación temporal . . . . .	1
A.3. Costes . . . . .	12
<b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>	<b>15</b>
B.1. Objetivos Generales . . . . .	15
B.2. Catálogo de Requisitos . . . . .	15
B.3. Especificación de Requisitos . . . . .	16
B.4. Diagramas de Casos de Uso . . . . .	17
B.5. Tablas de Casos de Uso Generales . . . . .	18
B.6. Requisitos necesarios . . . . .	19
<b>Apéndice C Especificación de diseño</b>	<b>25</b>
C.1. Clasificación de las asignaturas . . . . .	25
C.2. Modelo de Interfaz Gráfica . . . . .	25
C.3. Diseño de Interfaz Gráfica . . . . .	27
C.4. Posibles acciones del Usuario . . . . .	32
C.5. Posible diseño de Clases . . . . .	33
C.6. Diseño Procedimental . . . . .	36
C.7. Diagrama de Clases Final . . . . .	38
<b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>	<b>41</b>
D.1. Recogida de datos . . . . .	41
D.2. Tratamiento de los datos . . . . .	43
D.3. Sistemas de recomendación . . . . .	44

D.4. I_O_Datos . . . . .	46
D.5. Diccionario . . . . .	46
D.6. Interfaz gráfica . . . . .	46
D.7. Base de Datos . . . . .	47
<b>Apéndice E Documentación técnica de Usuario</b>	<b>49</b>
E.1. Requisitos previos . . . . .	49
E.2. Ejecución del proyecto . . . . .	51
E.3. Utilización . . . . .	51

---

# Índice de figuras

---

A.1. Burndown del primer Sprint . . . . .	2
A.2. Burndown del segundo Sprint . . . . .	4
A.3. Burndown del tercer Sprint . . . . .	5
A.4. Burndown del cuarto Sprint . . . . .	6
A.5. Burndown del quinto Sprint . . . . .	7
A.6. Burndown del sexto Sprint . . . . .	8
A.7. Burndown del séptimo Sprint . . . . .	9
A.8. Burndown del octavo Sprint . . . . .	10
A.9. Burndown del noveno Sprint . . . . .	11
A.10. Burndown del décimo Sprint . . . . .	13
B.1. Diagrama de caso de uso General . . . . .	18
C.1. Prototipo de Inicio Sesión . . . . .	27
C.2. Prototipo de Rellenado de datos . . . . .	27
C.3. Prototipo de la muestra de datos . . . . .	28
C.4. Prototipo de datos adicionales . . . . .	28
C.5. Interfaz de inicio sesión . . . . .	29
C.6. Interfaz de relleno de cuestionario . . . . .	29
C.7. Interfaz de relleno de cuestionario final . . . . .	30
C.8. Interfaz de la muestra de datos . . . . .	30
C.9. Interfaz de datos adicionales . . . . .	31
C.10. Interfaz de datos adicionales . . . . .	31
C.11. Diagrama de Clases del Core . . . . .	34
C.12. Diagrama de Clases del GUI . . . . .	34
C.13. Imagen inicial del cuestionario . . . . .	37
C.14. Diagrama de Clases de la Autenticación . . . . .	38
C.15. Diagrama de Clases del Diccionario . . . . .	39
D.1. Crear proyecto nuevo . . . . .	42

D.2. Dar nombre al proyecto . . . . .	42
D.3. Activar Google Drive . . . . .	43
D.4. Obtener Credenciales . . . . .	43
D.5. Activar Credenciales . . . . .	44
D.6. Introducir nombre y rol . . . . .	45
D.7. Obtención de los usuarios, swagger . . . . .	48
E.1. Inicio de sesión . . . . .	51
E.2. Inicio de sesión . . . . .	52
E.3. Botón registrarse . . . . .	52
E.4. Pestaña de registro de usuario . . . . .	53
E.5. Interfaz de rellenado de cuestionario . . . . .	53
E.6. Cursos . . . . .	54
E.7. Parte central pestaña rellenado de datos . . . . .	55
E.8. Img Izq: Selección con ratón. Img Der: Selección con teclado . . . . .	55
E.9. Carga y guardado de datos . . . . .	56
E.10. Pestaña principal versión 1.1 . . . . .	56
E.11. Diferencia respecto a la versión 1.0 . . . . .	57
E.12. Recomendación por defecto . . . . .	57
E.13. Muestra de los botones deshabilitados . . . . .	58
E.14. Muestra de los botones habilitados tras pulsar cargar . . . . .	59
E.15. Muestra de los resultados de un filtro colaborativo . . . . .	60
E.16. Muestra del orden de la asignatura en la gráfica . . . . .	60
E.17. Muestra de la gráfica de asignaturas recomendadas . . . . .	61
E.18. Muestra de la gráfica de campos preferentes . . . . .	61
E.19. Muestra de la pestaña de estadísticas . . . . .	62
E.20. Muestra de los botones de la pestaña . . . . .	62
E.21. Ejemplo de media del segundo curso . . . . .	62
E.22. Ejemplo de máximos del cuarto curso . . . . .	63
E.23. Ejemplo de mínimos del cuarto curso . . . . .	63

## *Apéndice A*

---

# Planificación

---

### A.1. Introducción

En el desarrollo de este proyecto, utilizaremos la metodología SCRUM, con un desarrollo incremental con una duración de 2 semanas por Sprint. La organización en GitHub se realizará del siguiente modo:

- Creación de un nuevo Milestone con una duración de 2 semanas el día de la reunión.
- Creación de los issues básicos necesarios para dicho Milestone.
- Desarrollo de los issues y la creación de los nuevos issues necesarios.
- Utilización de la herramienta Zenhub para el seguimiento de las tareas.
- Cierre de las issues una vez finalizadas para observar el avance de las tareas de forma real frente al progreso ideal.

### A.2. Planificación temporal

La evolución bisemanal de las tareas se ha realizado de la siguiente manera:

#### **Sprint 1 (15/01/2018-29/01/2018)**

El primer Sprint, orientado hacia la explicación del desarrollo del proyecto. Se decidirán las herramientas básicas de la gestión de tareas, documentación de memoria y anexos y las referencias bibliográficas. Por ello:

- Se ha documentado y probado la utilización de  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  como editor de texto.

- Se han documentado y probado los gestores de versiones de metodología ágil.
  - GitHub
  - Bitbucket
- Se ha elegido la herramienta para la utilización de referencias bibliográficas.
  - BibTex
  - Zotero

### Problemáticas encontradas

En el primer Sprint, ante la falta de experiencia de la utilización de forma fluida de GitHub, consideramos “Estimate” de las issues como la dificultad de la tarea, por lo que, aun habiendo tareas más largas-principalmente documentación- pero más sencillas, consideramos dichas tareas con un nivel bajo en Estimate. Este problema persistirá en los 3 primeros Sprint, habiéndose corregido en el cuarto Sprint. La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 1 [A.1](#)

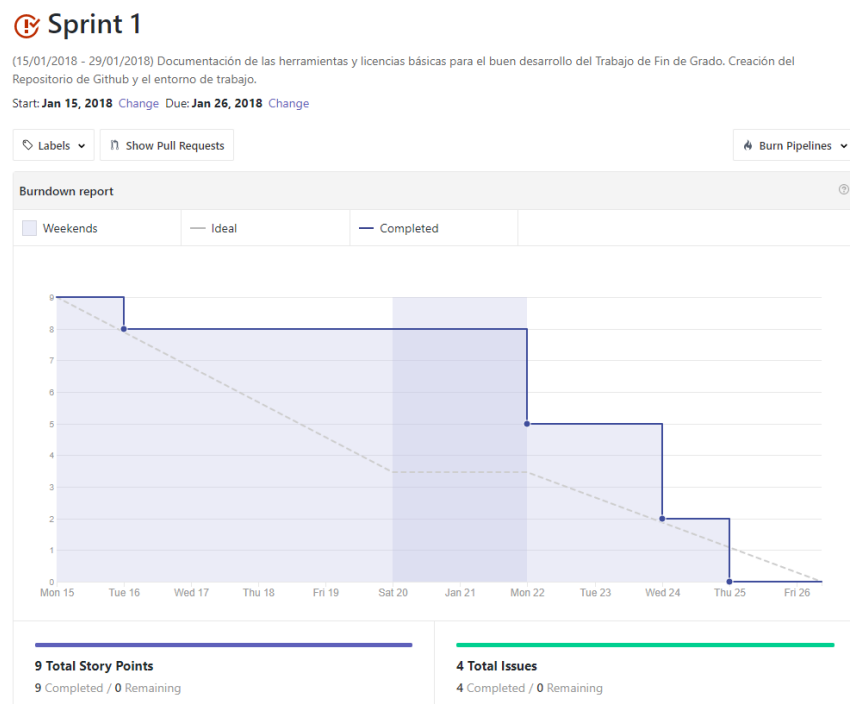


Figura A.1: Burndown del primer Sprint



**Sprint 2 (29/01/2018-12/02/2018)**

El segundo Sprint, orientado hacia las técnicas utilizadas en  $\text{\LaTeX}$  así como las diferentes asignaturas existentes en el Grado de Ingeniería Informática. Durante la reunión, se decidirá el tipo de cuestionario a realizar, y cómo orientarlo hacia la recogida de datos. Por ello:

- Se ha comenzado el desarrollo de la Memoria en  $\text{\LaTeX}$  y la documentación del mismo.
- Se han documentado las diferentes asignaturas existentes.

**Problemáticas encontradas**

En el segundo Sprint, hemos tenido el mismo problema que en el Sprint 1, teniendo en cuenta los “Estimate” como la dificultad, sin tener en cuenta que algunas tareas, a pesar de ser sencillas, tienen una mayor duración de tiempo. Además, nos hemos encontrado con menor tiempo, por lo que hemos tenido que traspasar un Issue al Sprint 3.

Finalmente, hubo una confusión en el “Due Date”, ya que habíamos considerado como el tiempo de comienzo en lugar del tiempo de fin. Dicho error fue corregido en el Sprint 3.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 2 [A.2](#)

**Sprint 3 (13/02/2018-27/02/2018)**

El tercer Sprint, se ha orientado hacia la terminación del Sprint 2, ya que, por falta de tiempo, no se terminaron las issues. Por ello:

- Se ha creado el formulario y distribuido entre los diferentes ex-alumnos del Grado de Ingeniería Informática en Burgos.
- Se ha documentado la metodología de integración de las funcionalidades del cuestionario y cómo almacenar los datos.
- Se ha realizado una documentación de los diferentes sistemas de Recomendación existentes.

**Problemáticas encontradas**

En el tercer Sprint, hemos tenido el mismo problema que en el Sprint 1 y 2, teniendo en cuenta los “Estimate” como la dificultad, sin tener en cuenta la duración del mismo.

Por otro lado, al igual que en el Sprint 1 y el Sprint 2, no cerramos correctamente el Milestone, de forma que fue cerrado una vez comenzado el Sprint 4, a pesar de que las Issues se encontraban ya cerradas.

## Sprint 2

(29/01/2018-12/02/2018) Documentación de los sistemas de recomendación. Documentación de la herramienta para el desarrollo del código. Lluvia de ideas de la funcionalidad del cuestionario.

Start: Jan 28, 2018 Change Due: Feb 12, 2018 Change

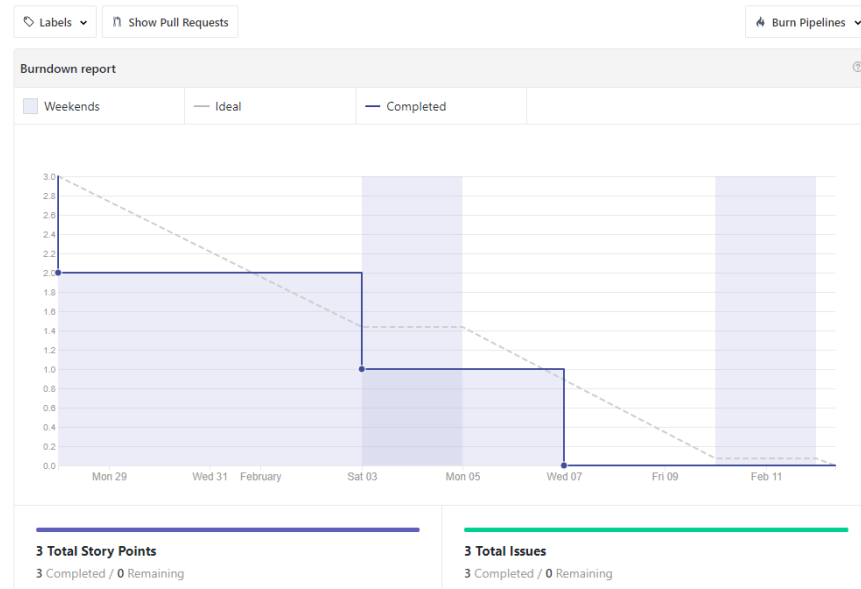


Figura A.2: Burndown del segundo Sprint

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 3 [A.3](#)

## Sprint 4 (28/02/2018-14/03/2018)

El cuarto Sprint, se ha orientado hacia la integración de los resultados del cuestionario anónimo en Python, así como el desarrollo y corrección de memorias y anexos. Por ello:

- Se han corregido las memorias y anexos, centrándonos en los errores ortográficos existentes.
- Se han creado las tablas explicativas de las memorias y anexos.
- Se ha documentado acerca de la API existente para sincronizar de forma dinámica los datos de Google Drive sin necesidad de descargar el fichero Excel. Para ello, se ha escogido la herramienta API GOOGLE-DIVE.
- Se ha desarrollado el código de integración de los datos-recogidos en el cuestionario- en Python.

### Sprint 3

(13/02/2018-27/2/2018) Continuación del Sprint 2, ya que por falta de tiempo y la inversión de más tiempo del pensado en la documentación, no se ha podido terminar.

Start: **Feb 13, 2018** Change Due: **Feb 27, 2018** Change

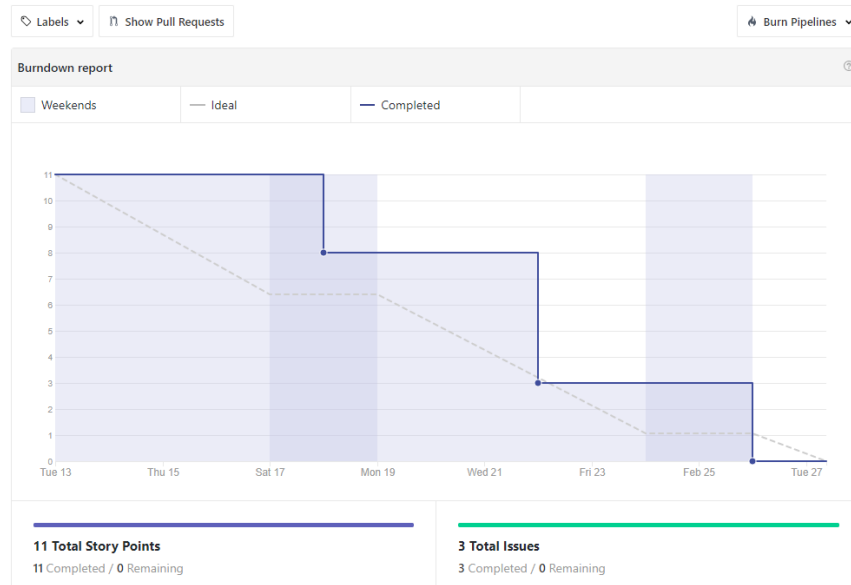


Figura A.3: Burndown del tercer Sprint

### Problemáticas encontradas

En el cuarto Sprint, tras sincronizar los datos del Excel con la API, y descargar el fichero json, hemos visto que los datos en Python no se sincronizan automáticamente, sino que se debe sincronizar manualmente de forma previa a la ejecución del código. Sin embargo, al ser el Admin quien se encarga de dicha tarea, no se considera un problema incompatible con la idea inicial del proyecto.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 4 [A.4](#)

### Sprint 5 (15/03/2018-28/03/2018)

El quinto Sprint, se ha orientado hacia la documentación y el desarrollo del sistema de recomendación basado en productos. Por ello:

- Se ha documentado el modo de diseño de la interfaz gráfica y probado su funcionamiento.
- Se ha desarrollado el sistema de recomendación basado en productos.
- Se ha desarrollado el plan de proyecto del Sprint 4.

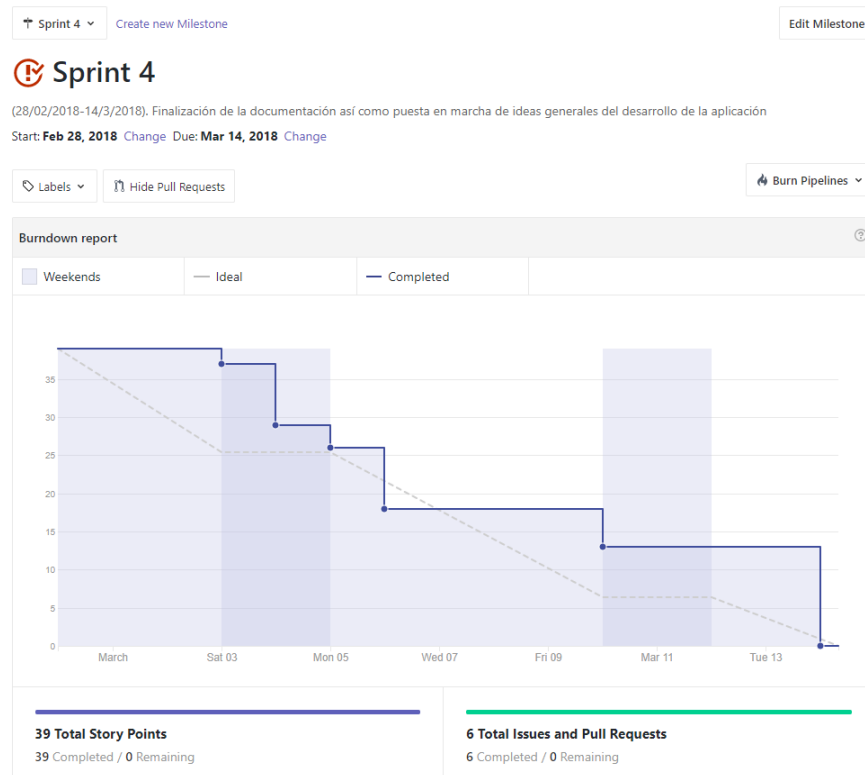


Figura A.4: Burndown del cuarto Sprint

### Problemáticas encontradas

En el quinto Sprint, nos hemos encontrado con la problemática de la dificultad del desarrollo del sistema de recomendación basado en productos de forma que no fuese necesario repetir diferentes funciones, simplificándolo, de forma que los métodos sean compatibles tanto para el sistema de recomendación basado en usuarios como con el sistema de recomendación basado en productos.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 5 [A.5](#)

### Sprint 6 (29/03/2018-12/04/2018)

El sexto Sprint, se ha orientado hacia la documentación, el desarrollo y corrección de diferentes sistemas de recomendación, así como la documentación del modo de almacenamiento de la información de los usuarios y asignaturas en cloud. Por ello:

- Se ha documentado del sistema de recomendación basado en modelo- Se ha documentado del modo de almacenamiento de los datos de los usuarios en cloud.

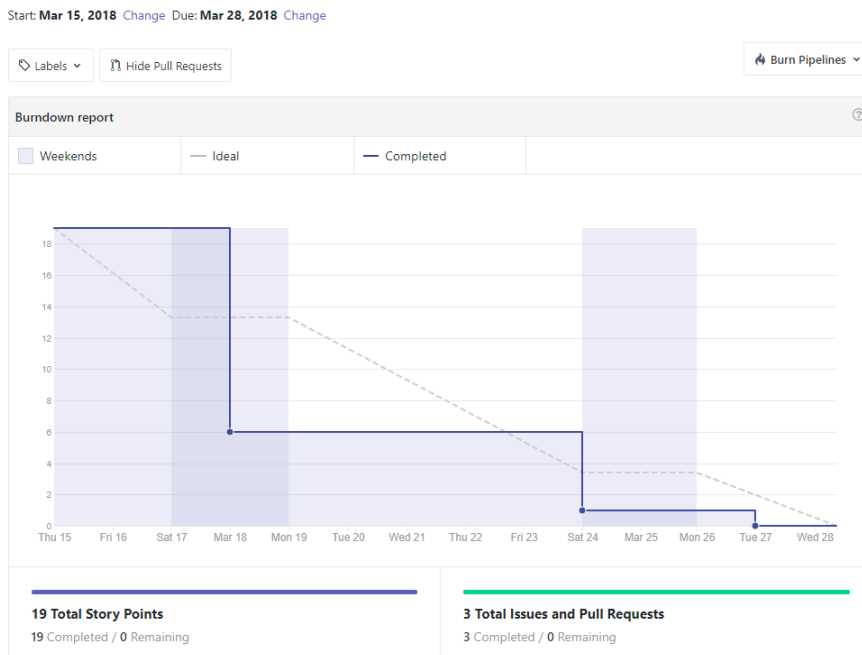


Figura A.5: Burndown del quinto Sprint

- Se ha continuado con el desarrollo de memorias y anexos.
- Se ha corregido el sistema de recomendación basado en productos.
- Se ha desarrollado el código del sistema de recomendación basado en usuarios.

### Problemáticas encontradas

En el sexto Sprint, nos hemos encontrado con la problemática de cómo poder almacenar los datos de los usuarios de forma que se pudiese validar el usuario y contraseña, con un API que fuese gratuito. Por otra parte, hemos observado que hay un límite de llamadas al API que accede a los datos almacenados en Google Drive. Esto no es un impedimento en el acceso a los mismos, ya que, al almacenar los datos en un fichero binario tras la carga, no es necesario realizar la llamada en cada ejecución del sistema de recomendación.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 6 [A.6](#)

### Sprint 7 (13/04/2018-27/04/2018)

El séptimo Sprint, se ha orientado hacia la documentación y el desarrollo de memorias y anexos, así como la adaptación de los notebooks para ser utilizados en Eclipse utilizando el IDE de Python, PyDev. Por ello:

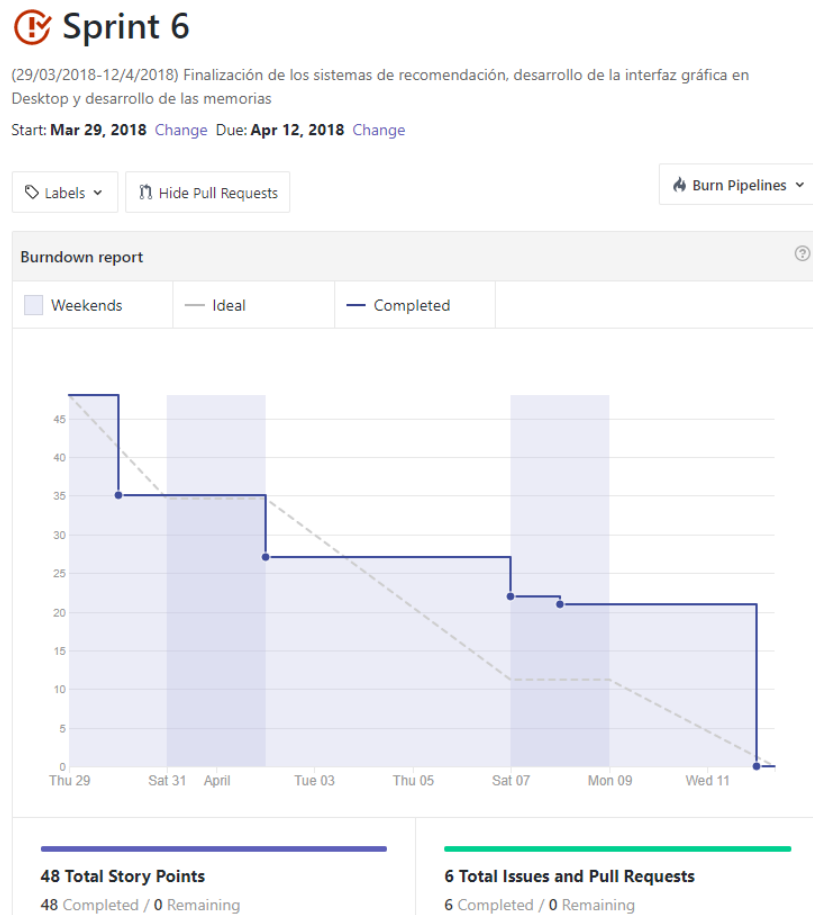


Figura A.6: Burndown del sexto Sprint

- Se ha decidido la herramienta de desarrollo del proyecto.
- Se ha continuado con el desarrollo de memorias y anexos.
- Se ha desarrollado el plan de proyecto del Sprint 6.
- Se ha adaptado el código de los notebooks en diferentes clases.

### Problemáticas encontradas

En el Sprint 7, se continuó el desarrollo del sistema de recomendación basado en modelo, sin embargo, habiendo finalizado el Sprint, no se terminó con el código, por lo que se transpasó al siguiente Sprint.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 7 [A.7](#)

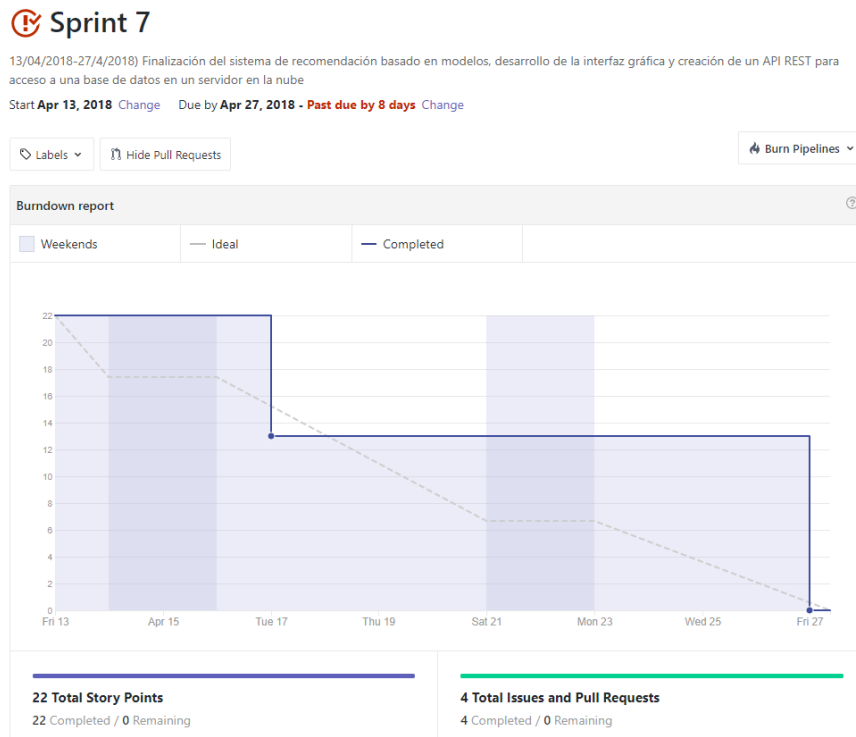


Figura A.7: Burndown del séptimo Sprint

### Sprint 8 (28/04/2018-12/05/2018)

El octavo Sprint, se ha orientado hacia el desarrollo de memorias y anexos, tablas explicativas de las asignaturas para el desarrollo de posteriores gráficas, así como el desarrollo del sistema de recomendación basado en modelos. Por ello:

- Se ha desarrollado el código del sistema de recomendación basado en modelos.
- Se ha continuado con el desarrollo de memorias y anexos.
- Se ha desarrollado el plan de proyecto del Sprint 7.
- Se han creado las Entity necesarias (Usuarios y Asignatura).
- Se ha creado en Excel la tabla explicativa del contenido general de las asignaturas.

### Problemáticas encontradas

En el Sprint 8, se comenzó el desarrollo de los Requisitos Funcionales, a pesar de no haberse podido terminar, así como la adaptación a  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  de la misma.

Por otro lado, se comenzó el diseño de una posible interfaz gráfica versión 1.0, no habiéndose finalizado.

Otra problemática encontrada ha sido un bug en el código del sistema de recomendación basado en modelos que aun no ha sido corregido.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 8 **A.8**

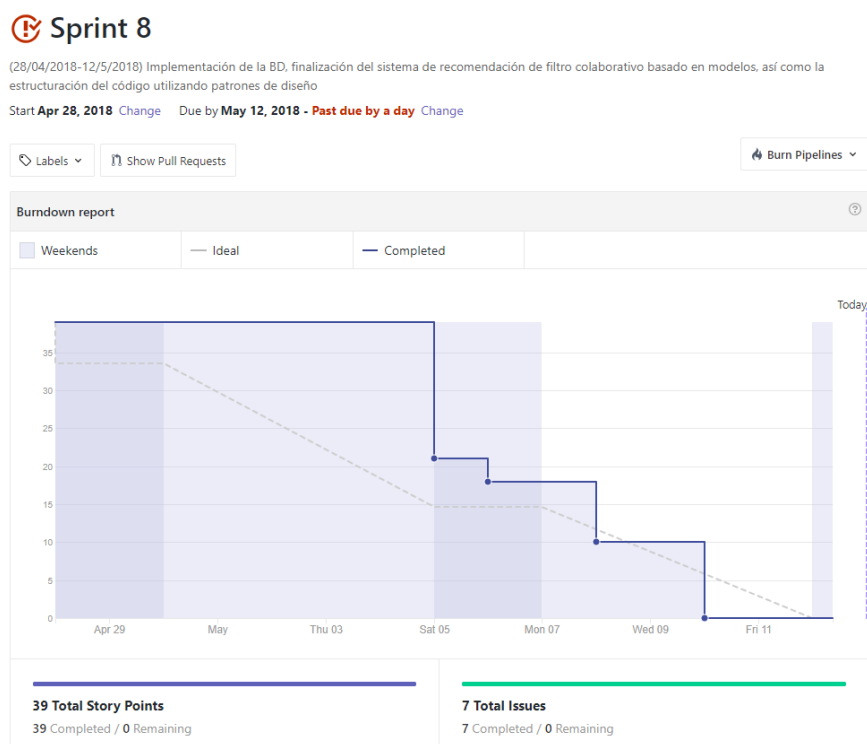


Figura A.8: Burndown del octavo Sprint

### Sprint 9 (13/05/2018-27/05/2018)

El noveno Sprint, se ha orientado hacia el desarrollo de memorias y anexos, el diseño de la estructura de clases y paquetes tanto del Core como de la interfaz gráfica, el desarrollo del código de la interfaz gráfica, así como la autenticación del usuario en la BD y la reestructuración del código. Por ello:

- Se ha realizado un diseño de posible gráfica para desarrollar.
- Se han corregido memorias y anexos.
- Se ha desarrollado el plan de proyecto del Sprint 8.
- Se ha desarrollado el manual de usuario.



- Se han creado los diagramas de clases del Core y de la GUI.
- Se ha adaptado el código del sistema de recomendación basado en usuarios y modelos para la simplificación del mismo.
- Se ha desarrollado el apéndice Diseño.
- Se ha desarrollado la primera y segunda pestaña de la interfaz.

### Problemáticas encontradas

En el Sprint 9, se ha tenido un problema con la subida del paquete src del proyecto, por lo que se tuvo que volver a subir el código del Workspace con el que se estaba trabajando. Por otra parte, no se ha solucionado el bug del sistema de recomendación basado en modelos, por lo que se ha dejado dicha pestaña bloqueada.

La siguiente imagen corresponde al Burndown del Sprint 9 [A.9](#)

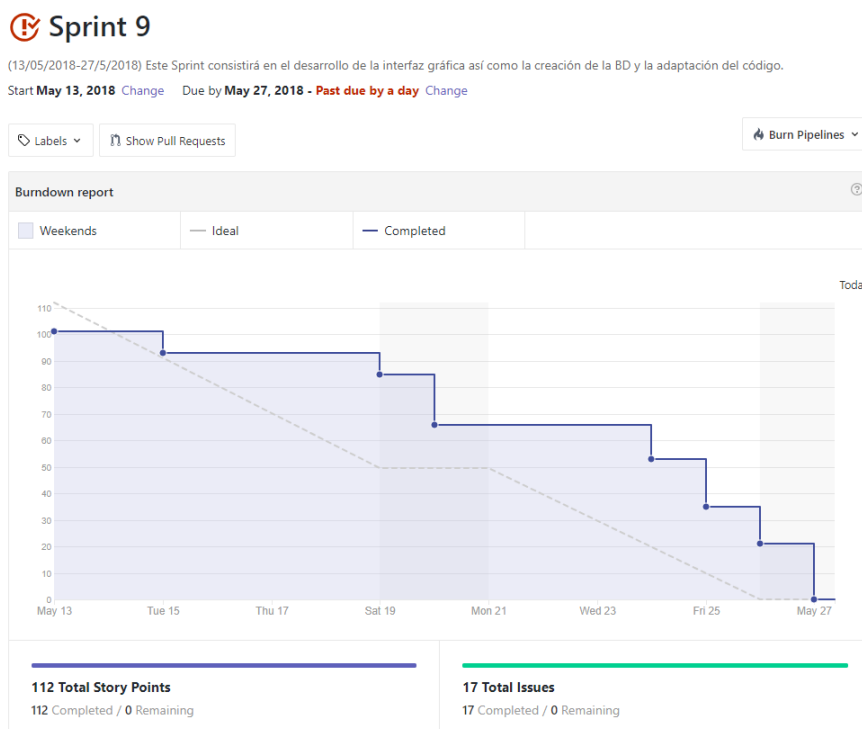


Figura A.9: Burndown del noveno Sprint

### Sprint 10 (28/05/2018-11/06/2018)

El décimo y último Sprint, se ha orientado hacia la finalización de la interfaz gráfica, la conexión del inicio sesión con la BD, así como la finalización

de anexos y corrección de la memoria. Sin embargo, ante la imposibilidad de la inserción del Burdown del Sprint 10 completo, se indicarán los puntos pendientes por realizar. Por ello:

- Conectar el inicio sesión con la aplicación.
- Finalizar los anexos.
- Desarrollar el póster para la presentación.
- Desarrollar la tercera pestaña de la interfaz gráfica.
- Creación de la ayuda.
- Solucionar el bug de selección de usuario para la recomendación.
- API Rest de autenticación y almacenamiento de datos de entrenamiento de los sistemas de recomendación.
- Desarrollo del plan de proyectos del Sprint 9.
- Corrección del sistema de recomendación basado en modelos.
- Adaptación del código del sistema de recomendación basado en modelos.
- Sección “Omitir” en la interfaz de la ponderación las asignaturas.
- Corregir anexos.
- Crear los ejecutables para la aplicación.
- Grabar las máquinas virtuales junto con el proyecto.

#### **Problemáticas encontradas**

En el Sprint 10, no se ha podido incluir el Burdown completo, ya que su finalización es posterior a la entrega del Trabajo Final de Grado, de forma que el Burdown resultante es el siguiente: [A.10](#)

### **A.3. Costes**

Los costes estimados del proyecto, del desarrollo entrenamiento y su utilización.

## Sprint 10

(28/05/2018-11/6/2018) Éste es el último Sprint. En él, se terminarán memorias, anexos, así como el diseño del póster y la conexión con la BD.

Start **May 28, 2018** [Change](#) Due by **Jun 11, 2018** [Change](#)

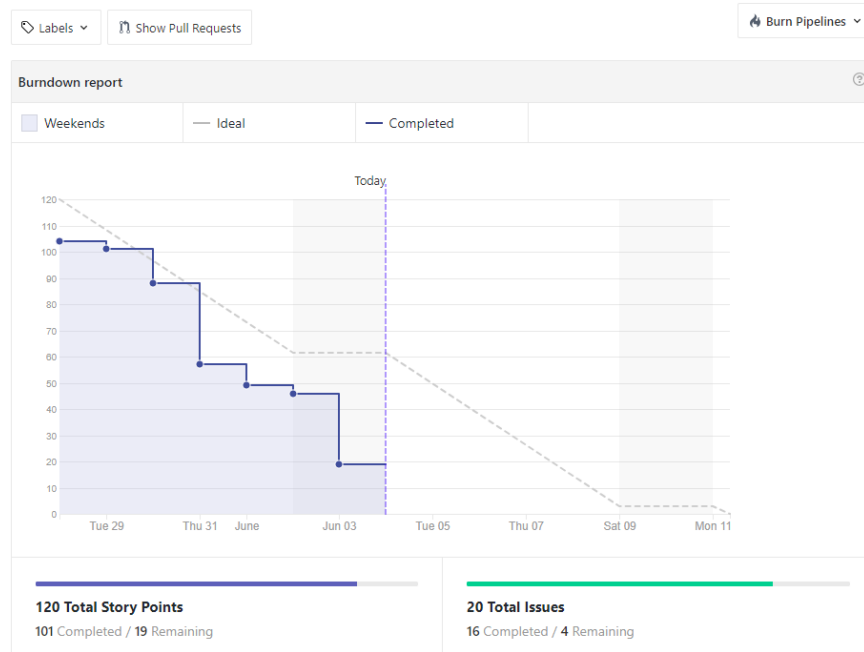


Figura A.10: Burndown del décimo Sprint

## Costes de Desarrollo

Los costes del desarrollo se basan en el tiempo utilizado para la programación de la aplicación. Tras el cálculo de horas realizado en ZenHub, las horas estimadas para la realización del proyecto son 420 horas.

Por tanto, realizando un cálculo de un coste de

$$8€/hora$$

, obtenemos un total de:

$$420horas/ * 8€/hora = 3,360€$$

Dicho coste incluiría únicamente el desarrollo de la aplicación.

## Servidor

En esta aplicación se ha utilizado un servidor gratuito, sin embargo, el coste general podría aumentar considerablemente si se utilizase un Servidor en Cloud de pago, tal y como indica ProfesionalHosting en su dirección [https:](https://)

[//www.profesionalhosting.com/hosting-python-django/](http://www.profesionalhosting.com/hosting-python-django/), el coste podría aumentar a

$$23,96\text{€/mes}$$

, lo que supondría al cabo de un año:

$$23,96\text{€/mes} * 12\text{Meses} = 287,52\text{€ de costes adicionales.}$$

### Costes de Entrenamiento

Para el uso correcto de la aplicación, se debería formar a los profesores en su uso, mediante un curso de 10 horas indicándoles el funcionamiento básico de la misma, por lo que, considerando el coste del curso de

$$8\text{€/hora}$$

supondría un total de:

$$10\text{horas} / * 8\text{€/hora} = 80\text{€}$$

Estos costes, al igual que los costes del desarrollo permanecerían invariables en diferentes cursos.

### Costes de Utilización

Para su utilización, no consideramos necesarios los costes tanto de equipos informáticos-ya que la aplicación se encontrará instalada en las aulas docentes- ni costes de librerías adicionales-ya que las librerías empleadas son gratuitas.

### Costes totales

Los costes totales son la suma tanto del Coste de Desarrollo, como de Coste de Entrenamiento y del Coste de Utilización. Por lo consiguiente, el coste en el primer año de uso de la aplicación será el siguiente:

$$3,360\text{€/} + 287,52\text{€/} + 287,52\text{€/} = 3,647,52\text{€}$$

Por tanto, los costes estimados para el proyecto son 3647.52 euros.

## *Apéndice B*

---

# Especificación de Requisitos

---

Este apéndice se subdivide en los diferentes requisitos necesarios para nuestro proyecto, en su realización y subdivisión.

### **B.1. Objetivos Generales**

1. Construir un cuestionario anónimo para la recogida de datos iniciales para ser utilizados en el entrenamiento de los sistemas de recomendación.
2. Desarrollar diferentes sistemas de recomendación, su entrenamiento en base a los datos recogidos y la devolución de las ponderaciones de las asignaturas no cursadas por un usuario.
3. Desarrollar una interfaz gráfica modo usuario para una mejor utilización de los mismos, de forma que las recomendaciones mostradas por el sistema de recomendación sean específicas para determinado usuario.
4. Desarrollar de una interfaz gráfica modo administrador para la modificación, agregación o eliminación de diferentes calificaciones.

### **B.2. Catálogo de Requisitos**

- RF-1. Recogida de datos
  - RF-1.1. Creación de cuestionario anónimo.
  - RF-1.2. Distribución del cuestionario.

- RF-1.3. Recogida de datos y su almacenamiento.
- RF-2. Desarrollo de los sistemas de recomendación
  - RF-2.1. Recogida de datos de Drive, Fichero Biario y/o Base de Datos.
  - RF-2.2. Tratamiento de los datos.
  - RF-2.3. Desarrollo del sistema de recomendación.
  - RF-2.4. Devolución de las calificaciones.
  - RF-2.5. Guardado de los datos.
- RF-3. Desarrollo de una interfaz gráfica
  - RF-3.1. Construcción de pestaña de inicio sesión.
  - RF-3.2. Lectura de datos almacenados.
  - RF-3.3. Obtención de datos del registro de usuario.
  - RF-3.4. Generación de recomendación de calificaciones.
  - RF-3.5. Muestra de gráficos de calificaciones en diferentes asignaturas.
  - RF-3.6. Muestra de gráficos auxiliares para mayor información al usuario.
  - RF-3.7. Acceso a los datos generales en modo administrador.

### B.3. Especificación de Requisitos

- Construcción de ventana de inicio de sesión.
  - Construcción de botón de inicio sesión.
  - Construcción de áreas para rellenar usuario y contraseña.
  - Construcción de la funcionalidad para acceder a la Base de Datos.
  - Construcción de la funcionalidad para validar usuario y contraseña.
- Construcción de la funcionalidad de la recogida, guardado y el tratamiento de los datos.
  - Construcción de la funcionalidad de recogida de datos de Drive.
  - Construcción de la funcionalidad del tratamiento de los datos recogidos.
  - Construcción de la funcionalidad para el guardado de los datos.

- Construcción de la pestaña inicial para rellenar el cuestionario para ponderar las asignaturas cursadas.
  - Construcción de la funcionalidad de los botones para seleccionar los cursos para ponderar sus asignaturas.
  - Construcción de la funcionalidad para guardar en local los resultados introducidos.
  - Construcción de la funcionalidad para poder modificar las ponderaciones introducidas.
  - Construcción de la funcionalidad para seleccionar una asignatura como no aplicada.
  - Construcción de la funcionalidad para no contabilizar dicha asignatura en el sistema de recomendación.
  - Construcción de la funcionalidad para cargar los datos desde Base de Datos.
  - Construcción de la funcionalidad para almacenar los datos en la Base de Datos.
- Construcción de las pestañas para la recomendación de las asignaturas.
  - Construcción de los botones de selección del Sistema de Recomendación.
  - Construcción de funcionalidad para llamar al sistema de recomendación seleccionado.
  - Construcción de la funcionalidad para ejecutar el sistema de recomendación con los datos rellenados.
  - Construcción de la funcionalidad para mostrar las calificaciones resultantes no cursadas.
  - Construcción de la funcionalidad para mostrar gráficos de dicha recomendación.
- Construcción de la pestaña para la muestra de gráficos auxiliares.
  - Construcción de la funcionalidad para mostrar la media aritmética del curso.
  - Construcción de la funcionalidad para mostrar gráficos auxiliares de las preferencias de las asignaturas.

## B.4. Diagramas de Casos de Uso

### Diagrama General

El siguiente diagrama corresponde al caso de uso general, junto con el diagrama extendido. [B.1](#)

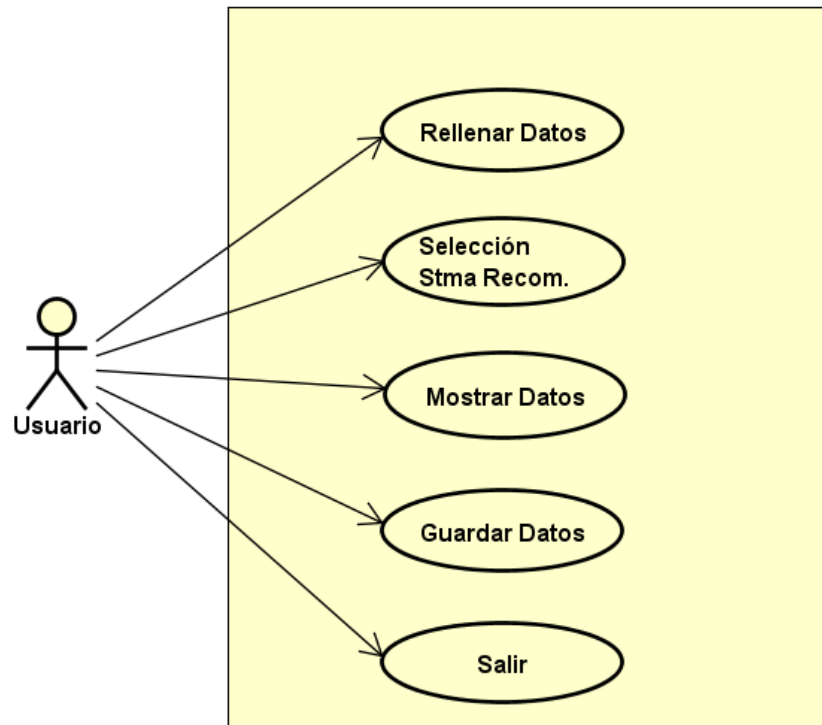


Figura B.1: Diagrama de caso de uso General

## B.5. Tablas de Casos de Uso Generales

### Primer Caso de Uso

La primera tabla corresponde al desarrollo del cuestionario anónimo y la recogida de datos para poder trabajar posteriormente con ellos. La siguiente tabla hace referencia al dicho caso de uso. [B.1](#)

### Segundo Caso de Uso

La segunda tabla corresponde con el desarrollo de los sistemas de recomendación. Para ello, se debe obtener los datos de la API de Drive, tratarlos y desarrollar los diferentes sistemas de recomendación. La siguiente tabla hace referencia a dicho caso de uso. [B.2](#)

### Tercer Caso de Uso

La tercera tabla corresponde con el desarrollo de la interfaz gráfica, así como la funcionalidad de los botones de la misma. De esta forma, se mostrarán



Cuadro B.1: Tabla Caso de Uso 1

<b>Nombre</b>	Recogida de Datos
<b>Versión</b>	1.0
<b>Requisitos Funcionales</b>	RF-1 RF-1.1 RF-1.2 RF-1.3
<b>Descripción de Requisitos</b>	Se obtendrán los datos de forma anónima para el entrenamiento de los sistemas de recomendación
<b>Precondiciones</b>	Conexión a Internet.
<b>Postcondiciones</b>	Se almacenarán los datos en una API de Google
<b>Autor</b>	Clara Palacios Rodrigo
<b>Importancia</b>	Importante

Cuadro B.2: Tabla Caso de Uso 2

<b>Nombre</b>	Desarrollo de los sistemas de recomendación
<b>Versión</b>	1.0
<b>Requisitos Funcionales</b>	RF-2 RF-2.1 RF-2.2 RF-2.3 RF-2.4 RF-2.5
<b>Descripción de Requisitos</b>	Se permitirá el acceso a los datos globales para el sistema de recomendación así como la obtención de los mismos.
<b>Precondiciones</b>	Disponer de los datos en Drive
<b>Postcondiciones</b>	Disponer de los Sistemas de Recomendación
<b>Autor</b>	Devolución de los resultados
<b>Importancia</b>	Clara Palacios Rodrigo Muy Importante

los datos en la interfaz de acuerdo con el entrenamiento de los sistemas de recomendación con los datos introducidos por el usuario, así como gráficos correspondientes a dichos datos y a los resultados obtenidos por el sistema de recomendación seleccionado. La siguiente tabla hace referencia a dicho caso de uso. ??

## B.6. Requisitos necesarios

Esta sección consistirá en el desarrollo de los requisitos funcionales de forma detallada explicando sus pasos a seguir, así como qué es necesario para cada requisito.

### RF-1

La recogida de datos se ha realizado modo online. Se ha distribuido entre los alumnos del cuarto curso y antiguos alumnos de la carrera.

Cuadro B.3: Tabla Caso de Uso 3

<b>Nombre</b>	Desarrollo de una interfaz gráfica
<b>Versión</b>	1.0
	RF-3
	RF-3.1
	RF-3.2
<b>Requisitos Funcionales</b>	RF-3.3
	RF-3.4
	RF-3.6
	RF-3.7
<b>Descripción de Requisitos</b>	Se recogerán los datos al usuario y se mostrarán gráficos y resultados obtenidos del sistema de recomendación escogido.
<b>Precondiciones</b>	Disponer de una interfaz gráfica. Haber solicitado los datos al usuario Tener al usuario registrado en la BD.
<b>Postcondiciones</b>	Devolver correctamente las calificaciones.
<b>Autor</b>	Clara Palacios Rodrigo
<b>Importancia</b>	Muy Importante

**RF-1.1**

Creación de un cuestionario anónimo. Para este requisito funcional se ha requerido:

- Conexión y acceso a Internet.
- Registro en la página de Typeform.
- Conocimiento de las asignaturas existentes en el Grado de Ingeniería Informática.
- Creación de un cuestionario anónimo de ponderaciones.
- Selección del modo de guardado de los datos recabados.

**RF-1.2**

Para la distribución del cuestionario anónimo entre los diferentes alumnos, se ha solicitado ayuda a:

- Tutor José Ignacio Santos Martín.
- Javier López Martínez para la distribución mediante un correo en la Asociación de Ingenieros Informáticos.
- Delegado del cuarto curso.

**RF-1.3**

Para la recogida y el almacenamiento de datos, se ha utilizado el API de Google Drive, en donde se almacenan los datos con un refresco de 3 minutos en una tabla de Excel. Para ello, se debe disponer de:

- Conexión a Internet para el acceso a los datos.
- Disponer de una cuenta Gmail.
- Tener habilitado el API de Google Drive.

**RF-2**

Para el desarrollo de los sistemas de recomendación se debe haber obtenido los datos del cuestionario anónimo de forma previa.

**RF-2.1**

Para el acceso a los datos, bien desde fichero binario almacenado en local, bien desde la API de GoogleDrive, bien desde Base de Datos en Cloud, se requiere:

- Acceso a los datos en Drive, haciendo uso del API GoogleDrive y el fichero json obtenido de forma previa.
- En caso de disponer de conexión a Internet, se accederá a la base de datos en Cloud, en caso contrario, se debe tener una base de datos en local para el acceso de los mismos. Para ello, se debe disponer de ambas bases de datos, en donde residan los datos recabados.

**RF-2.2**

Los datos, bien obtenidos de fichero binario, bien de la base de datos o bien de GoogleDrive, deben ser tratados para ser devueltos como un DataFrame. En este aspecto, se debe tener en cuenta:

- Acceso a Internet en caso de que los datos se encuentren en la API de GoogleDrive.
- Conocimiento del lenguaje de programación para tratar los datos de la forma más óptima posible.
- Eliminación de las columnas innecesarias recabadas.
- Sustitución de las columnas vacías por NaN.
- Devolución de un Dataframe estructurado.

**RF-2.3**

Se deben implementar los sistemas de recomendación deseados. Para ello, es necesario:

- Conocimiento de la implementación de los sistemas de recomendación.
- Disponer de los datos para el entrenamiento de los sistemas de recomendación.
- Desarrollo de los sistemas de recomendación.

**RF-2.4**

Una vez ejecutado el sistema de recomendación, éste debe devolver las calificaciones de las asignaturas de Cuarto no cursadas. Por ello:

- Se debe devolver las asignaturas no cursadas ordenadas de mayor a menor.
- Junto con los nombres de las asignaturas, se deben devolver las calificaciones obtenidas.

**RF-2.5**

Tras obtener las calificaciones de las asignaturas se deben guardar bien en la base de datos o bien en un fichero binario, para acceder a ellos posteriormente.

- Se debe disponer de una base de datos o un fichero binario.
- Se debe tener conocimiento de Bases de datos y ORM.

**RF-3**

El tercer requisito funcional hace referencia a la interfaz gráfica, su desarrollo e implementación.

**RF-3.1**

Para la construcción de la pestaña de inicio sesión debe existir una base de datos de forma previa, bien en local o en Cloud, para poder validar el usuario y contraseña. Por otra parte, para el cumplimiento de la LOPD, tanto los datos íntegros del usuario deben permanecer seguros.

- Lectura de usuario y contraseña.

- Acceso a la Base de Datos.
- Encriptación de la contraseña.
- Corroborar usuario y contraseña con la BD.
- Devolución de una respuesta aceptando o rechazando la conexión.

**RF-3.2**

Tras iniciar sesión, en caso de existir el usuario, se deben leer los datos almacenados del usuario y las calificaciones que haya realizado a las diferentes asignaturas.

- Lectura de las calificaciones de dicho usuario.
- Devolución de las calificaciones.
- Recepción de las calificaciones.
- Muestra de las calificaciones en la pestaña de asignaturas.

**RF-3.3**

En caso de registrarse el usuario, se debe solicitar sus datos y almacenarlos en la base de datos de forma segura, además de solicitarle rellenar las calificaciones de las asignaturas.

- Lectura de los datos introducidos por el usuario.
- Almacenamiento de los datos del usuario en la BD.
- Lectura de las calificaciones de dicho usuario.
- Almacenamiento de las calificaciones.

**RF-3.4**

Tras obtener los datos de la BD, se deben almacenar para los cálculos del sistema de recomendación (RF-2.3 y RF-2.4) y mostrarlos por pantalla de forma ordenada.

- Ejecutar los sistemas de recomendación con los datos obtenidos.
- Ordenación de las asignaturas por sus calificaciones.
- Muestra de las 10 asignaturas con la mayor ponderación.
- Almacenamiento de las calificaciones.

**RF-3.5**

En la pestaña de las recomendaciones, se debe mostrar unos gráficos de dichas asignaturas. Los datos utilizados son los obtenidos de los sistemas de recomendación.

- Se deben tener las asignaturas con mayores calificaciones almacenadas.
- Mostrar de forma ordenada (sin redondear), en diagrama de barras las asignaturas.
- Mostrar un gráfico de los campos a los que pertenecen dichas asignaturas.

**RF-3.6**

En la tercera pestaña, se muestran medias de las ponderaciones de las asignaturas de los usuarios existentes en la BD, de forma que se puede observar, con una visión global, las preferencias generales de los alumnos.

- Se debe acceder a los datos de los usuarios.
- Se deben calcular las medias con dichos usuarios.
- Separar las asignaturas por cursos.
- Mostrar las medias de las asignaturas por cursos en diagramas de barra.

**RF-3.7**

Se debe permitir, en modo administrador, acceder a los datos para poder añadir, modificar y eliminar las asignaturas. Hasta el momento, dicha interfaz no está implementada.

- Se debe iniciar sesión obteniendo una interfaz diferente.
- Se debe acceder a la BD para la inclusión de nuevas asignaturas.
- Se deben permitir guardar dichos datos en la BD en Cloud.

---

## Especificación de diseño

---

### C.1. Clasificación de las asignaturas

Se ha realizado una clasificación general de las áreas a las que pertenecen de forma general las asignaturas, de forma que se pueda mostrar un gráfico en la materia recomendable para un alumno. La siguiente tabla hace referencia a dicha clasificación [C.1](#)

### C.2. Modelo de Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica de escritorio de la primera versión se realizará con PyQt5, de forma que habrá varias ventanas diferentes dependiendo de la funcionalidad seleccionada:

#### Inicio de Sesión

En la primera pestaña al ejecutar la aplicación, se mostraría la pantalla de inicio sesión para introducir el correo y la contraseña. La siguiente imagen hace referencia a un modelo básico de la pantalla de inicio de sesión. [C.1](#)

#### Rellenado de cuestionario

Una vez registrado por primera vez, un usuario debe rellenar el cuestionario con las ponderaciones de las asignaturas cursadas. Esta pestaña también sirve en caso de que el usuario se haya confundido en la calificación de alguna asignatura o repita el sistema de recomendación tras cursar nuevas asignaturas. Los diferentes cursos se seleccionarán en los botones para evitar un exceso de asignaturas mostradas en la pestaña. La siguiente imagen hace referencia a dicha pestaña. [C.2](#)

Cuadro C.1: Tabla áreas educativas de las asignaturas

	Matemáticas	Derecho	Programación	Algoritmos	Idiomas	Economía	Diseño	Equipos informáticos
<b>PRIMER SEMESTRE</b>								
Fundamentos Deontológicos y Jurídicos de las TIC	1	1	0	0	0	0	0	0
Álgebra Lineal	1	0	0	0	0	0	0	0
Informática Básica	0	0	1	0	0	0	0	0
Fundamentos Físicos de la Informática	1	0	0	0	0	0	0	0
Matemática Discreta	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>								
Inglés Aplicado a la Informática	0	0	0	0	1	0	0	0
Cálculo	1	0	0	0	0	0	0	0
Programación	0	0	1	1	0	0	0	0
Fundamentos de los Computadores	0	0	1	0	0	0	0	1
Sistemas Operativos	0	0	1	1	0	0	1	1
<b>TERCER SEMESTRE</b>								
Metodología de la Programación	0	0	1	1	0	0	0	0
Estadística	1	0	0	0	0	0	0	0
Ingeniería del Software	0	0	0	0	0	0	1	0
Bases de Datos	0	0	1	0	0	0	1	0
Arquitectura de Computadores	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>CUARTO SEMESTRE</b>								
Estructuras de Datos	0	0	1	1	0	0	0	0
Redes	0	0	0	0	0	0	0	1
Interacción Hombre-Máquina	0	0	1	0	0	0	1	0
Fundamentos de Organización y Gestión de Empresas	0	0	0	0	0	1	0	0
Análisis y Diseño de Sistemas	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>QUINTO SEMESTRE</b>								
Arquitecturas Paralelas	0	0	1	0	0	0	0	1
Sistemas Inteligentes	0	0	1	1	0	0	1	0
Gestión de Proyectos	0	0	1	0	0	1	1	0
Diseño y Administración de Sistemas y Redes	0	0	0	0	0	0	0	1
Procesadores del Lenguaje	0	0	1	1	0	0	0	0
<b>SEXTO SEMESTRE</b>								
Programación Concurrente	0	0	1	0	0	0	0	1
Seguridad Informática	0	1	1	1	0	0	0	1
Aplicaciones de Bases de Datos	0	0	1	0	0	0	1	1
Algoritmia	0	0	1	1	0	0	0	0
Métodos Numéricos y Optimización	1	0	1	0	0	0	0	0
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>								
Diseño e Implementación de Sistemas Digitales	0	0	1	0	0	0	1	1
Gestión de la Información	1	0	1	1	0	1	0	0
Diseño y Mantenimiento del Software	0	0	1	0	0	0	1	0
Organización y Gestión de Empresas	0	0	1	1	0	1	0	0
Mantenimiento de Equipos Informáticos	1	0	0	0	0	0	0	1
Hardware de Aplicación Específica	0	0	1	0	0	0	1	1
Control por Computador	0	0	1	0	0	0	0	1
Validación y Pruebas	0	0	1	1	0	0	1	0
Computación Neuronal y Evolutiva	0	0	1	1	0	0	0	0
Programación de Sistemas Operativos	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>								
Sistemas Distribuidos	0	0	1	1	0	0	1	0
Sistemas Empotrados y de Tiempo Real	0	0	1	0	0	0	0	1
Métodos Formales	1	0	1	0	0	0	1	0
Nuevas Tecnologías y Empresa	0	0	1	1	0	0	0	0
Minería de Datos	1	0	1	1	0	0	0	0
Desarrollo Avanzado de Sistemas Software	0	0	1	0	0	0	1	0

## Muestra de resultados

Tras rellenar el cuestionario para la recogida de datos, se seleccionará el sistema de recomendación deseado, y se mostrarán los resultados en base al sistema seleccionado, teniendo como patrón en el centro de la ventana los resultados de las asignaturas no cursadas, y en el tercio derecho, se mostrarán unas gráficas de las asignaturas y preferencias del alumno. La siguiente imagen hace referencia a dicha pestaña: [C.3](#)

## Otros datos

Habrà un botón adicional que muestre las preferencias generales de media de los usuarios, así como otras gráficas para información adicional al usuario. La siguiente imagen hace referencia a dicha pestaña: [C.4](#)



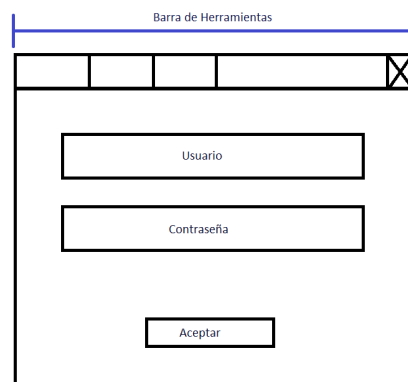


Figura C.1: Prototipo de Inicio Sesión

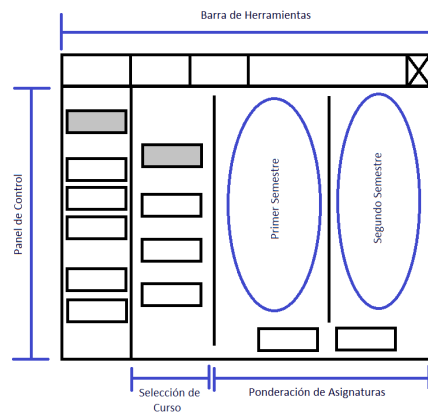


Figura C.2: Prototipo de Rellenado de datos

## C.3. Diseño de Interfaz Gráfica

### Inicio de Sesión

La interfaz de inicio de sesión de la primera versión **C.5** permite introducir el usuario y la contraseña en caso de estar registrado. En caso contrario, se debe pulsar “Registrarse” para crear una nueva cuenta.

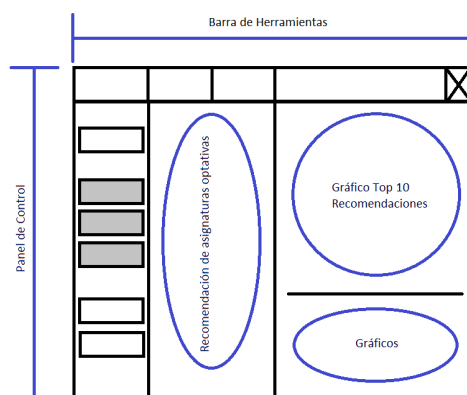


Figura C.3: Prototipo de la muestra de datos

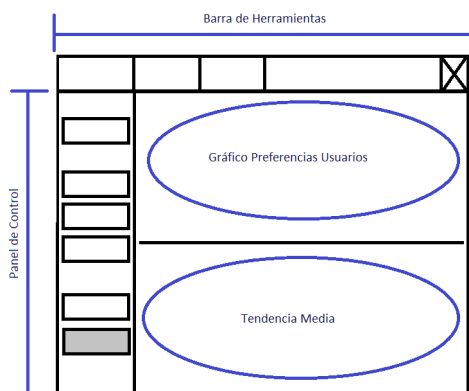


Figura C.4: Prototipo de datos adicionales

## Rellenado de cuestionario

### Versión 1.0

Tras iniciar sesión, se mostrará la siguiente pestaña **C.6** en la que el usuario debe ponderar las asignaturas cursadas, siendo las del primer curso obligatorias para la ejecución del sistema de recomendación.

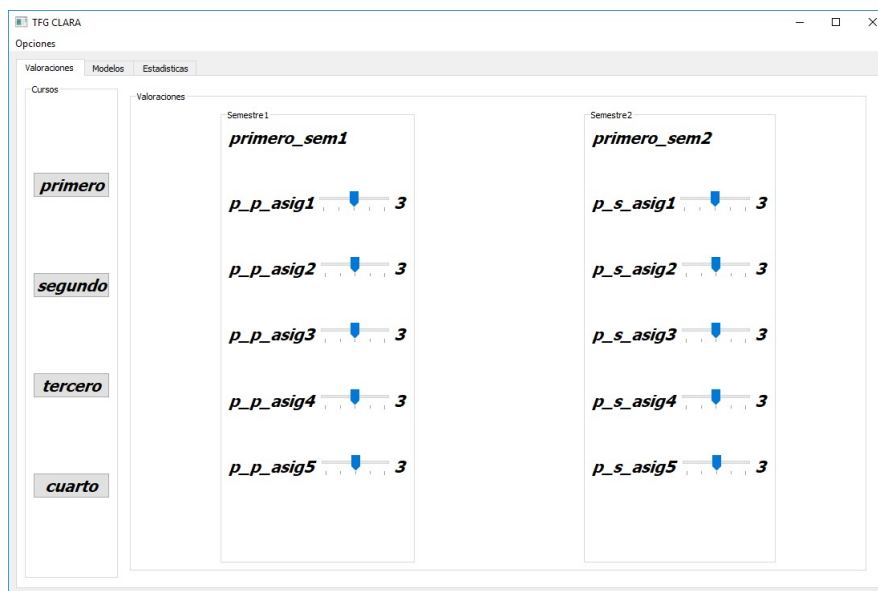
### Versión 1.1

En la versión actualizada, se permite al usuario seleccionar las asignaturas como "omitida" para indicar que no se ha cursado dicha asignatura por convalidación. Esto se puede observar en la siguiente imagen: **C.7**



The screenshot shows a window titled "TFG CLARA" with a sub-header "Opciones". The main area contains the labels "Usuario" and "Contraseña" in large red font. To the right of each label is a text input field. Below these fields is a blue button labeled "Registrarse". At the bottom, there are two large buttons: "Entrar" on the left and "Salir" on the right.

Figura C.5: Interfaz de inicio sesión



The screenshot shows a window titled "TFG CLARA" with a sub-header "Opciones". Below the header are three tabs: "Valoraciones", "Modelos", and "Estadísticas". The "Valoraciones" tab is active. On the left, under the heading "Cursos", there are four buttons: "primero", "segundo", "tercero", and "cuarto". The "primero" button is selected. The main area is divided into two columns for "Semestre1" and "Semestre2". Each column contains a list of five items, each with a label, a progress bar, and a score of 3. For Semestre1, the items are "primero\_sem1", "p\_p\_asig1", "p\_p\_asig2", "p\_p\_asig3", and "p\_p\_asig4". For Semestre2, the items are "primero\_sem2", "p\_s\_asig1", "p\_s\_asig2", "p\_s\_asig3", and "p\_s\_asig4".

Figura C.6: Interfaz de rellenado de cuestionario

## Muestra de resultados

Tras el rellenado de datos, se habilitan los botones de la selección del sistema de recomendación, mostrándose una pestaña similar a la siguiente:

C.8

Figura C.7: Interfaz de rellenado de cuestionario final

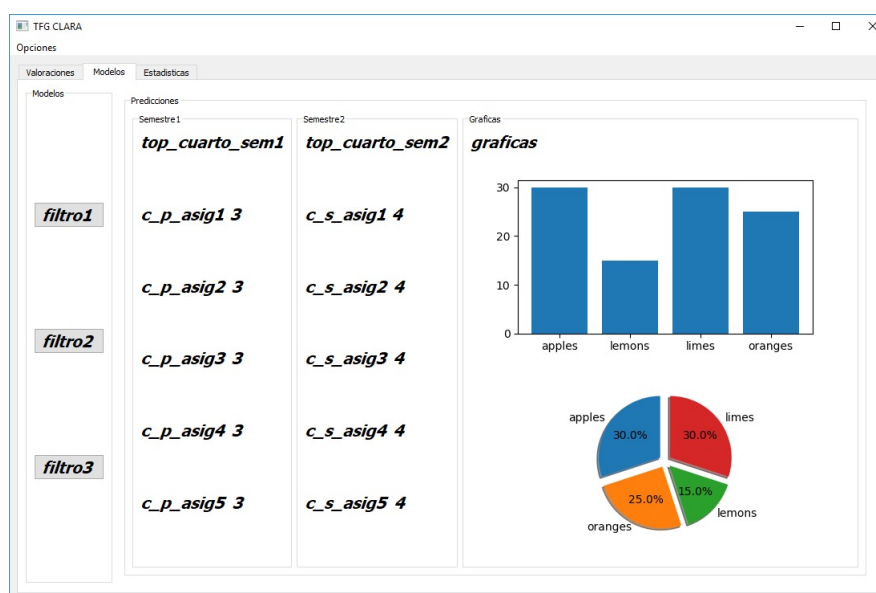


Figura C.8: Interfaz de la muestra de datos

## Otros datos

### Versión 1.0

Se le mostrará unos datos auxiliares al usuario, en forma de gráficas, para mejorar su comprensión. Esto corresponde a la tercera pestaña de la aplicación. **C.9**



Figura C.9: Interfaz de datos adicionales

### Versión 1.1

La versión entregable de la tercera pestaña muestra datos de interés para el usuario. Correspondería con la siguiente imagen: C.10 En ella se permitirá

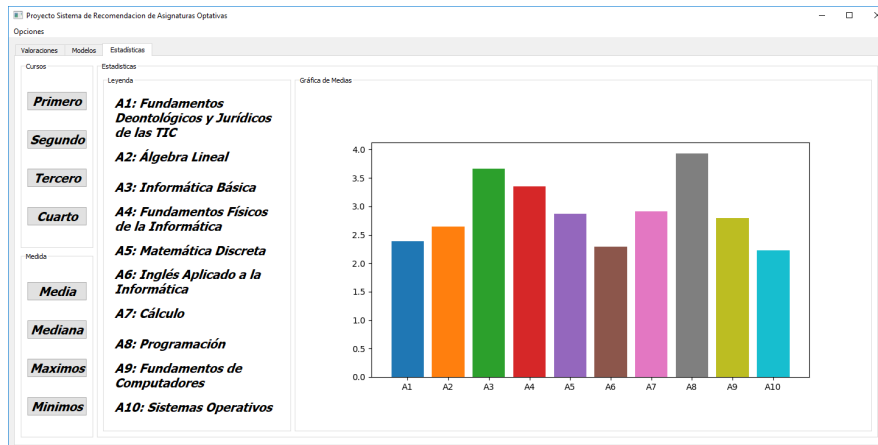


Figura C.10: Interfaz de datos adicionales

observar las medias, medianas, máximos y mínimos de las calificaciones generales de los usuarios. De esta forma, al usuario se le informa de la opinión general del resto de estudiantes con respecto a dicha asignatura.

## C.4. Posibles acciones del Usuario

A continuación se detallarán las posibles acciones que se le permite realizar a un usuario:

### Pestaña de Inicio

En la pestaña de inicio, se permite a un usuario:

- **Registrarse:** Al registrarse,-recibiendo el rol de Usuario y nunca de Admin- se le solicitará:
  - Nombre
  - Correo
  - Contraseña
- **Iniciar Sesión:** Al iniciar sesión se le solicitará al usuario el usuario y la contraseña, validándose que los datos sean correctos.
- **Salir:** Al pulsar el botón salir, se cerrará la pestaña, al igual si pulsa la X de la esquina superior derecha.
- **Aceptar:** Tras rellenar correctamente Usuario y Contraseña, se pulsará el botón aceptar para iniciar sesión y acceder a la aplicación.

### Rellenado de Datos

El primer botón de la pestaña superior permite acceder al relleno de los datos para obtener las calificaciones de las asignaturas no cursadas. En caso de no haberse relleno el mínimo necesario de las asignaturas, el resto de los botones, en la pestaña de selección del sistema de recomendación, exceptuando "Salir" permanecerán desactivados. A partir de la versión 1.1, la versión entregable al tribunal, se permite no aplicar unas determinadas asignaturas para no ser utilizadas en los sistemas de recomendación. La interacción que se le permite al usuario en dicha pestaña será la siguiente.

- **Selección del curso:** Selección del curso para rellenar los datos.
- **Ponderación de asignatura:** Se permite ponderar en un Slider tanto con el ratón, como con el teclado.
- **Guardar:** Guardar los datos insertados manualmente por el usuario.
- **Modificación:** Se permitirá al usuario modificar las calificaciones en caso de haber insertado incorrectamente la ponderación.

- **Anulación:** Se permitirá al usuario no aplicar una determinada asignatura que haya convalidado para no ser calculada en el sistema de recomendación.
- **Carga:** Se permite al usuario la carga de sus datos rellenados anteriormente.

### Selección del sistema de Recomendación

La selección del sistema de recomendación se realiza en la segunda pestaña de la aplicación. En dicha pestaña, habrá botones que estarán deshabilitados hasta que el usuario complete el rellenado mínimo de los datos. La interacción que se le permite-tras habilitarse-será la siguiente:

- **Selección del sistema de recomendación:** Seleccionar el cálculo de un determinado sistema de recomendación.
- **Visualización del orden de asignaturas:** Ver el orden de la asignatura en la gráfica, colocando el ratón sobre la asignatura.

### Muestra de otros datos

La tercera pestaña hacer referencia a la muestra de datos al usuario. Para ello, en un principio, la funcionalidad auxiliar que se le permite al usuario es la siguiente:.. Al usuario se le permite:

- **Calcular:** Seleccionar el cálculo deseado (Media, Mediana, Máximo y Mínimo)
- **Selección del curso:** Seleccionar el curso para ver los valores de las asignaturas.
- **Cerrar:** Cerrar la pestaña.

## C.5. Posible diseño de Clases

El paquete Core, en el que se encontrará toda la estructura de los sistemas de recomendación, se subdivide en dos paquetes diferentes: I.O (de entrada y salida de datos) y Filtros (para el desarrollo de los sistemas de recomendación). La siguiente imagen corresponde con dicho esquema. **C.11** El paquete GUI, por su parte, contendrá la estructura de la interfaz gráfica, para permitir la interacción del usuario con los sistemas de recomendación de forma ágil. La siguiente imagen hace referencia a dicho esquema. **C.12**

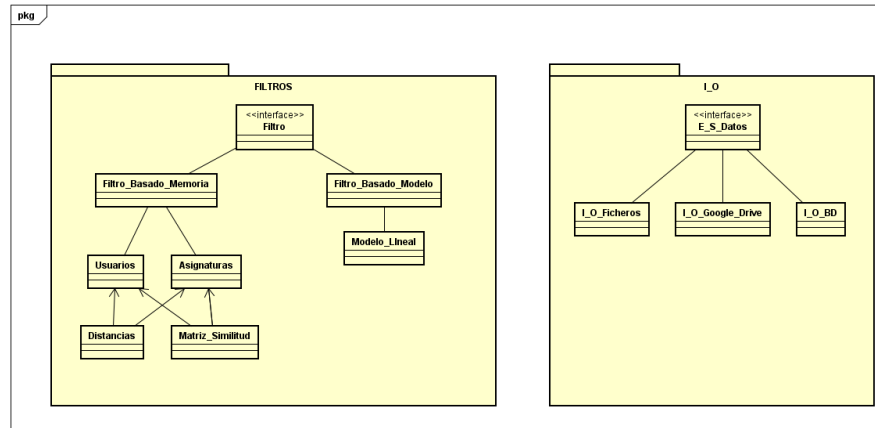


Figura C.11: Diagrama de Clases del Core

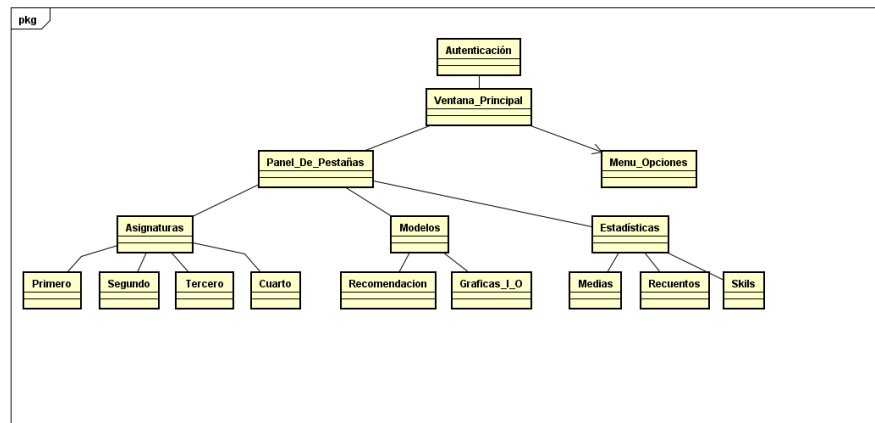


Figura C.12: Diagrama de Clases del GUI

### Paquete Core

El paquete Core almacena dos paquetes en su interior:

- **Filtro:** El paquete filtro contienen todo el código necesario para el desarrollo de los diferentes sistemas de recomendación. A su vez, este paquete contiene en su interior:
  - F.B.Memoria: Este paquete contendrá en su interior el desarrollo de los sistemas de recomendación con Filtro colaborativo basado en Memoria.
    - Productos: Este paquete contendrá la clase para el desarrollo del Filtro colaborativo basado en Productos, clase que recibe la tabla de datos, y la matriz de similitud para ejecutar el sistema.



- Usuarios : Este paquete contendrá la clase para el desarrollo del filtro colaborativo basado en Usuarios, clase que recibe la tabla de datos y la matriz de similitud, ambos datos recibidos del paquete Util.
  - Util: Este paquete desarrolla la matriz de distancias y la matriz de similitud en dos clases diferentes para su utilización en los filtros colaborativos basados en memoria.
- F\_B\_Modelos: Este paquete contiene en su interior la clase necesaria para el desarrollo del sistema de recomendación basado en modelos basado en regresión lineal.
- I.O: Este paquete I.O desarrollará las entradas y salidas de datos, tanto por fichero, por bases de datos y por GoogleDrive. De esta forma:
  - I.I.O\_Datos: Implementará la entrada y salida de datos desde Base de Datos.
  - I.O\_Datos\_Binario: Implementa la entrada y salida de los desde-a fichero binario.
  - I.O\_Datos\_GoogleDrive: Clase que implementa la entrada y transformación de los datos anónimos recogidos en Google Drive para el entrenamiento de los sistemas de recomendación y su almacenamiento en Base de Datos.

### Paquete GUI

El paquete GUI almacena el código para el desarrollo de la interfaz gráfica para la interacción con el usuario. Este paquete contiene en su interior:

- **Autenticación:** Este paquete contiene en su interior la clase de inicio sesión, para introducir el usuario y la contraseña para ejecutar la aplicación. A su vez, dicho paquete contiene:
  - VentanaPrincipal: El paquete VentanaPrincipal contiene la clase para mostrar el esqueleto de lo que será la ventana que se muestre tras iniciar sesión. A su vez, dicho paquete contendrá en su interior dos paquetes para el desarrollo de las pestañas y las opciones de la interfaz.
    - Panel\_De\_Pestañas : Este paquete contiene las clases para desarrollar la interfaz gráfica con la que interactuará el usuario.
      - ◊ Asignaturas: Este paquete contiene las clases para almacenar los nombres de las asignaturas, así como los cursos para realizar las ponderaciones. Este paquete hace referencia a la primera pestaña.

- ◇ Estadísticas: El paquete Estadística contiene los datos para el desarrollo de las estadísticas de la aplicación. Corresponde a la tercera pestaña de la interfaz.
- ◇ Modelos: Este paquete implementa las clases y métodos para mostrar el Top 10 de los sistemas de recomendación para las asignaturas de cuarto curso y la muestra de los resultados. Este paquete corresponde con la segunda pestaña de la interfaz gráfica.
- Menu\_Opciones: Este paquete contiene la implementación del cerrado de la página.

## C.6. Diseño Procedimental

Los diferentes pasos para el correcto funcionamiento de la aplicación son los siguientes:

### Recogida de datos

En este apartado no se ha realizado una programación propiamente dicha. Se ha utilizado Typeform para la creación del cuestionario anónimo. con el siguiente enlace: <https://clarapalacios.typeform.com/to/RQRRfY> La portada del cuestionario es la siguiente. D.1 Por otra parte, el usuario final de la aplicación en un principio no tiene por qué rellenar dicho cuestionario, ya que ha sido creado con el único fin de recopilar datos. Tras la recopilación de datos, éstos se almacenarán en Drive, en un documento Excel.

### Almacenamiento y recuperación de los datos

La recuperación de los datos en Python desde GoogleDrive se permite gracias a la librería oauth2client y se almacena bien en un fichero binario, bien en la base de datos. Este procedimiento no es visto por el usuario final, al igual que la recogida de datos, de forma que una vez iniciada sesión, los datos ya se habrán cargado en la primera pestaña.

### Inicio sesión

Un usuario cualquiera, se registra en la aplicación-en caso de ser su primer acceso-o inicia sesión, accediendo a las ponderaciones rellenas del grado. Tras pulsar aceptar, accede a la pestaña principal de rellenado y modificación de datos.



Figura C.13: Imagen inicial del cuestionario

### Rellenado de datos

En caso de haberse registrado, la pestaña principal con el relleno de asignaturas por curso permanecerá con una ponderación básica en todas las asignaturas (1), así como las asignaturas del cuarto curso permanecerán deshabilitadas, pudiéndose modificar por el usuario tanto por teclado como con el ratón. Por otro lado, se permite habilitar o deshabilitar una asignatura para no ser contabilizada por el sistema de recomendación.

### Cálculo del sistema de recomendación

Tras el relleno de los datos, en la segunda pestaña, se le permite al usuario seleccionar el sistema de recomendación deseado, calculándose los valores de las asignaturas no cursadas y mostrándose dicho cálculo por pantalla. Los sistemas de recomendación no ejecutados por el usuario permanecerán desactivados.

## Muestra de Gráficos Auxiliares

La tercera pestaña mostrará gráficos y datos de interés para el usuario con respecto a las asignaturas cursadas y ponderadas por otros usuarios.

## C.7. Diagrama de Clases Final

Este proyecto cuenta con dos partes:

### Autenticación

La autenticación consta de un paquete src con una única clase, utilizada para almacenar y recuperar los datos de la base de datos (tanto los datos de las asignaturas como del usuario). Al haber problemas con las inserciones de asignaturas con espacios y tildes, se han tenido que traducir dichas asignaturas para poder almacenarlas en la BD. C.14 Hay que tener en cuenta que no se

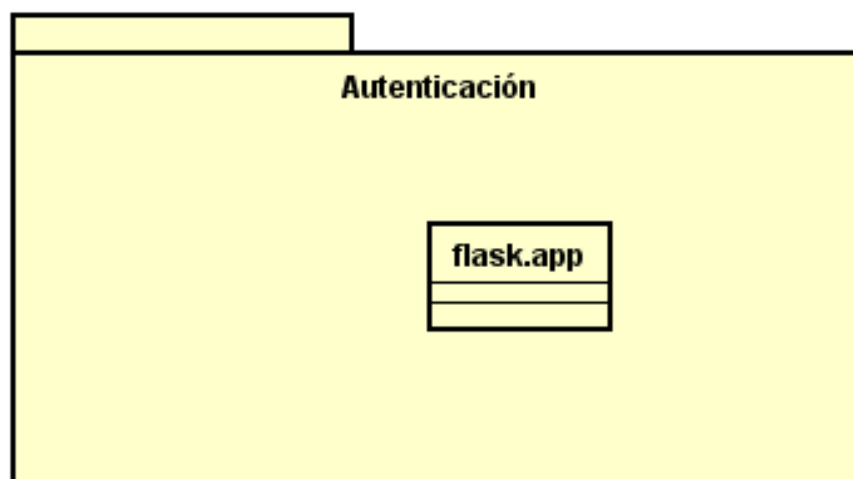


Figura C.14: Diagrama de Clases de la Autenticación

debe confundir dicho paquete con el incluido en GUI.

### Sistema de recomendación de Asignaturas Optativas

En el sistema de recomendación, al igual que en la primera versión, los paquetes se subdividen en GUI, Core y Dicc. Actualmente, dichos paquetes se encuentran incluidos en un paquete Proyecto, de forma que todos los paquetes se encuentren centralizado en una única carpeta. Los paquetes GUI y Core permanecen invariables según lo que se ha realizado en la primera versión, mientras que se ha modificado el paquete del diccionario.

### Dicc

El paquete Dicc contiene el diccionario de traducción para la interfaz gráfica, de forma que no haya que introducir las cadenas de texto en el código, y se evite la repetición de las mismas. Este paquete contiene en su interior:

- Dicc: Diccionario para la traducción de los botones, cabeceras y áreas de la interfaz gráfica. Esto permite, en caso de introducir un nuevo lenguaje, no necesitar reescribir el código, sino introducir un nuevo diccionario de las variables.
- NombreAsignaturas: Esta clase contiene los getter y setter de las asignaturas de la carrera, así como el establecimiento de los diccionarios de los semestres y la caracterización de las asignaturas para obtener el campo sobre el que se desarrollan.

La estructura de clases de dicho paquete es la siguiente: C.15

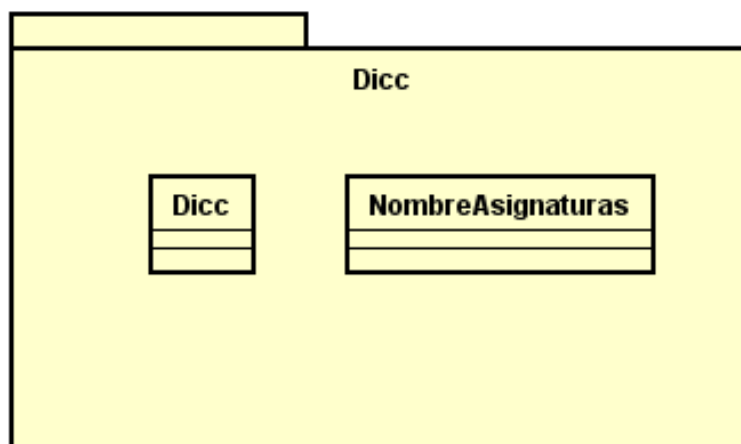


Figura C.15: Diagrama de Clases del Diccionario



---

## Documentación técnica de programación

---

En este apéndice, incluiremos las bases de programación y desarrollo del proyecto necesarias para un buen funcionamiento del Sistema de Recomendación.

### D.1. Recogida de datos

La recogida de datos se desarrolla utilizando un cuestionario anónimo en web, utilizando la página Typeform, de forma que se deben introducir de forma obligatoria las calificaciones de los tres primeros cursos. En este proyecto, hasta la fecha, 56 alumnos y ex-alumnos han rellenado dicho cuestionario.

#### Creación del cuestionario

El cuestionario se ha creado utilizando la página gratuita de Typeform, modificando el aspecto del cuestionario y añadiendo las asignaturas y sus restricciones. Se procedió al guardado de los ficheros en un documento Excel en Google Drive, denominado "DatosTFG\_SistemasRecomendacion".

#### Obtención de los datos

Para obtener los datos almacenados en Drive, se ha necesitado activar el API GoogleDrive, para poder acceder a los datos sin necesidad de descargar continuamente el fichero. Para ello:

- Acceder a <https://console.developers.google.com/apis/library>
- Crear un nuevo proyectoD.1. Se debe tener en cuenta que hay un número máximo de proyectos creados de forma gratuita.

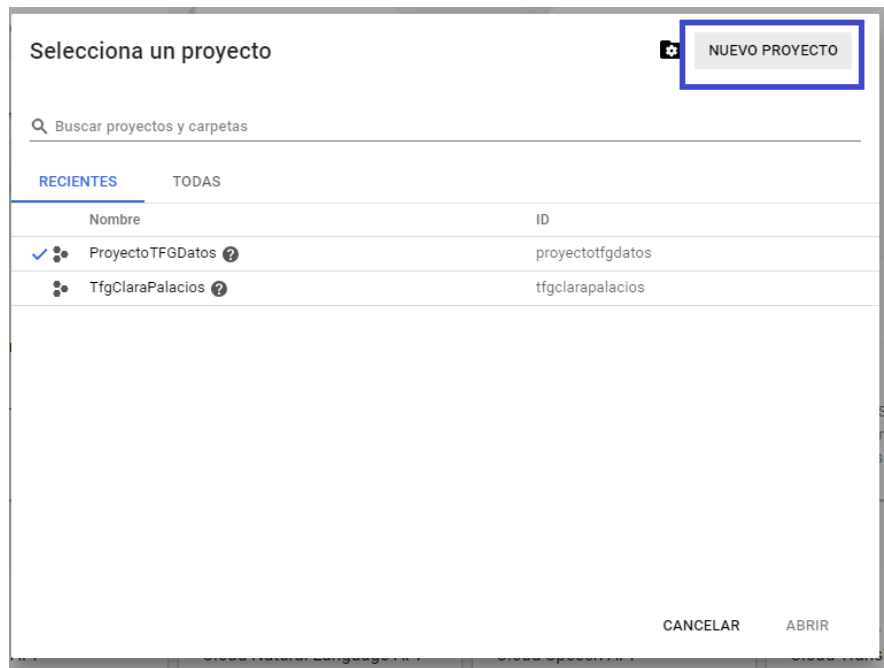


Figura D.1: Crear proyecto nuevo

- Introducir el nombre del proyecto creado y pulsar Crear.D.2

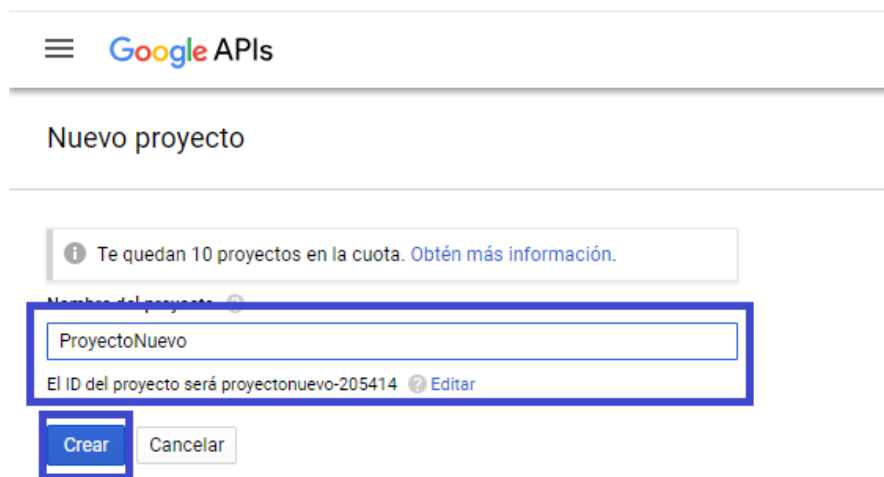


Figura D.2: Dar nombre al proyecto

- Acceder a <https://console.developers.google.com/>
- Buscar GoogleDrive API, y activar dicha API.D.4



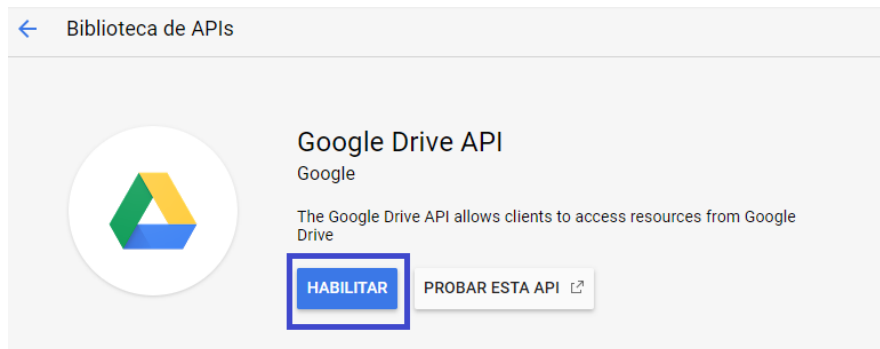


Figura D.3: Activar Google Drive

- Activar credenciales para el proyecto creado **D.4**



Figura D.4: Obtener Credenciales

- Activar las credenciales para acceder al documento en Google Drive. **D.5**  
De esta forma, un cliente puede acceder a dichos datos. (El administrador en este caso). Pulsar “Qué credenciales necesito”
- Introducir el rol que se le dará, así como el nombre del servicio. **D.6**
- Tras pulsar continuar, se descargará un fichero json, y mostrará un mensaje por pantalla.
- Abrir el fichero json y copiar el correo electrónico obtenido, compartiéndolo en el documento existente en Google Drive.

Una vez pudiendo acceder a dichos datos, se debe acceder desde el código utilizando la librería `ServiceAccountCredentials`. Se debe tener en cuenta que el fichero json debe de encontrarse en el mismo directorio que el código que desee acceder al mismo.

## D.2. Tratamiento de los datos

Los datos recibidos desde la API contienen columnas no necesarias para el proyecto, tales como el Token y la fecha de relleno. Por otra parte, al recibir los datos, en caso de no haberse cursado, el valor será un string vacío, por lo

## Credenciales

## Añadir credenciales al proyecto

## 1 Averigua qué tipo de credenciales necesitas

Te ayudaremos a configurar las credenciales adecuadas.

Puedes saltarte este paso y crear una [clave de API](#), un [ID de cliente](#) o una [cuenta de servicio](#).

## ¿Qué API estás utilizando?

Las API utilizan diversas plataformas de autorización, y se pueden restringir algunas credenciales para que solo llamen a ciertas API.

Google Drive API

## ¿Desde dónde llamarás a la API?

Para restringir las credenciales, se puede tener en cuenta el contexto de la llamada. No obstante, no es seguro usar algunas credenciales en contextos determinados.

Servidor web (por ejemplo, node.js, Tomcat)

## ¿A qué tipo de datos accederás?

En función del tipo de datos que solicites, se precisan unas credenciales determinadas para autorizar el acceso.

☐ Datos de usuario

Accede a datos pertenecientes a un usuario de Google (con su permiso)

☒ Datos de aplicación

Accede a datos pertenecientes a tu propia aplicación

## ¿Tienes pensado utilizar esta API en App Engine o en Compute Engine?

Puedes usar las credenciales de aplicación predeterminadas en las aplicaciones que se estén ejecutando en GCE y GAE. En otras palabras: no es necesario que crees otras.

☐ Sí, uso una de ellas o las dos

☒ No, no las estoy usando

¿Qué credenciales necesito?

Figura D.5: Activar Credenciales

que habrá que modificar ese string por un NaN (de la librería numpy), para diferenciar de las calificaciones marcadas con cero por los usuarios. Los datos devueltos por esta función de tratamiento se almacenan en un dataframe.

### D.3. Sistemas de recomendación

El desarrollo de los sistemas de recomendación se simplifica reutilizando las funciones de cálculo de matriz de similitud y de matriz de distancias, realizándolas de forma genérica para evitar la duplicidad del código.

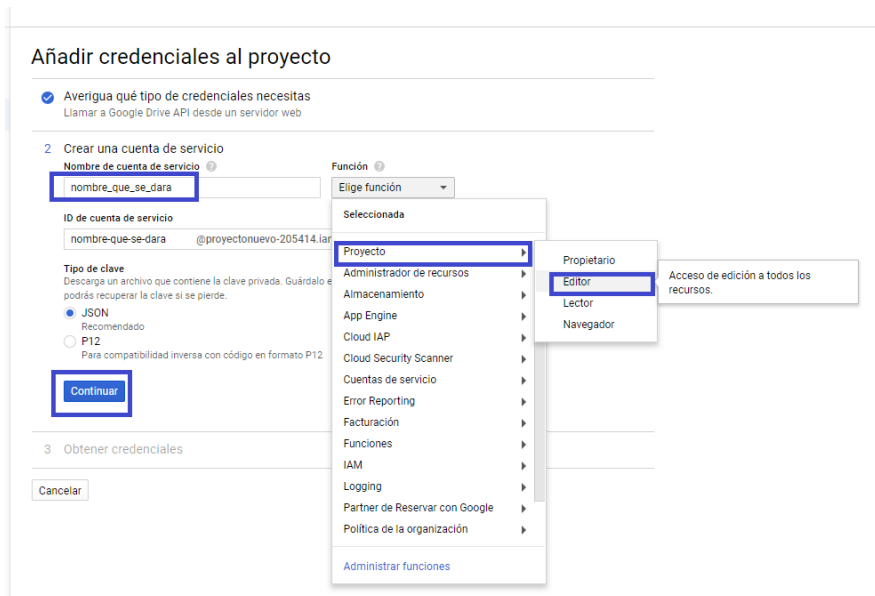


Figura D.6: Introducir nombre y rol

## Basado en usuarios y productos

Se recibe la matriz de similitud y el diccionario de las asignaturas del cuarto curso para calcular la predicción de las asignaturas y devolvérselas.

## Util

El paquete util implementa tanto el coeficiente de Pearson como la matriz de similitud.

## Distancias

Par el cálculo del coeficiente de pearson se recibe el dataframe junto con las variables a y b, que en uno de los filtros colaborativos son usuarios mientras que en el otro son items. De esta forma, el código puede ser reutilizado para ambos sistemas de recomendación.

## Matriz\_Similitud

En la misma línea, el cálculo de la matriz de similitud se realiza de forma genérica para poder acceder tanto por el filtro colaborativo basado en usuarios como por el filtro colaborativo basado en productos. Esta clase recibe el dataframe de los datos con los que se trabajará, calcula la matriz de similitud con todos los elementos y devuelve una matriz de similitud elemento-elemento.

## D.4. I\_O\_Datos

El paquete I\_O\_Datos implementa la recuperación de datos tanto de drive, de un fichero binario o de la base de datos. De esta forma:

### Binario

Para la lectura de datos en binario, se obtiene todo el dataframe eliminándose las columnas innecesarias, y devolviéndose un dataframe con el que se pueda trabajar.

### GoogleDrive

El funcionamiento de esta opción se ha realizado en la primera sección de forma que no se entrará en detalles.

### API\_Rest

En esta clase, se obtienen-a través de un json- y se almacenan los datos de Cloud reemplazando tildes y espacios en blanco de los nombres de las asignaturas. Por otra parte, se deben eliminar las columnas no necesarias. Finalmente, la clase devuelve un dataframe para poder trabajar con él.

## D.5. Diccionario

El diccionario utilizado sirve tanto para los elementos de la interfaz gráfica (secciones, botones...) como el almacenamiento y subdivisión de las asignaturas por semestres, así como la caracterización de las mismas.

## D.6. Interfaz gráfica

La interfaz gráfica se ha desarrollado utilizando PyQt5. Para su estructura, se ha subdividido el código en paquetes, de forma haya un paquete por cada pestaña y un panel de pestañas y la ventana principal.

### Asignaturas

Este paquete contienen las asignaturas de cada curso para la primera pestaña, junto con los layout y checkbox para modificar sus ponderaciones. Por otra parte, la clase “Asignatura” Implementa los métodos de guardado de los datos y carga de los mismos.

## Modelos

Este paquete implementa las clases para la muestra de los resultados de las asignaturas, así como las gráficas relacionadas con dichos resultados. Esto está implementado en la clase TopCuartoFrame, clase encargada de pintar los resultados.

Para su obtención, desde la clase Modelos del mismo paquete se implementan las funciones para ejecutar los filtros colaborativos y establecer las asignaturas del curso que vayan a aparecer en la pestaña.

## Estadísticas

Corresponde con la tercera pestaña de gráficos auxiliares para el usuario. Este paquete contiene los cuatro cursos para mostrar sus nombres en el área de las leyendas y su media, mediana, máximo y mínimo en las gráficas. Estos cálculos se realizan en el paquete estadística, así como el establecimiento de las barras verticales correspondientes a las asignaturas.

## D.7. Base de Datos

El procedimiento para almacenar los usuarios y ponderaciones, así como los datos de entrenamiento para los sistemas de recomendación, en la base de datos es uno de los temas más importantes de este proyecto, por lo que consideramos conveniente introducir una sección expresamente para desarrollarlo. El acceso directo a la base de datos en Cloud no es viable en nuestro caso, no podemos acceder a los datos en sí, sino a los End Points, ya que el acceso a la Base de Datos no es gratuita, por lo que se debería de utilizar un API de forma intermedia que acceda a dichos datos. El API que accede a la BD debe estar alojado directamente en el mismo lugar del Host de PythonAnywhere.

## Swagger

Swagger es una herramienta elegida para consumir APIs REST. Nosotros utilizaremos dicha herramienta para validar los usuarios y contraseñas, así como para registrarse, eliminar un usuario o modificarlo. La dirección del swagger utilizada es la siguiente: <http://claratfg2.pythonanywhere.com/apidocs/>

Para obtener todos los usuarios, basta con ejecutar la función User\_Get\_All del swagger, dándonos todos los usuarios existentes que se hayan registrado, con sus contraseñas encriptadas. Al pulsar Try-out, se ejecuta la función correspondiente. Un ejemplo de la obtención de todos los usuarios es la siguiente:

### D.7

Para evitar que cualquier usuario acceda al swagger se podría implementar

## 48 APÉNDICE D. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN

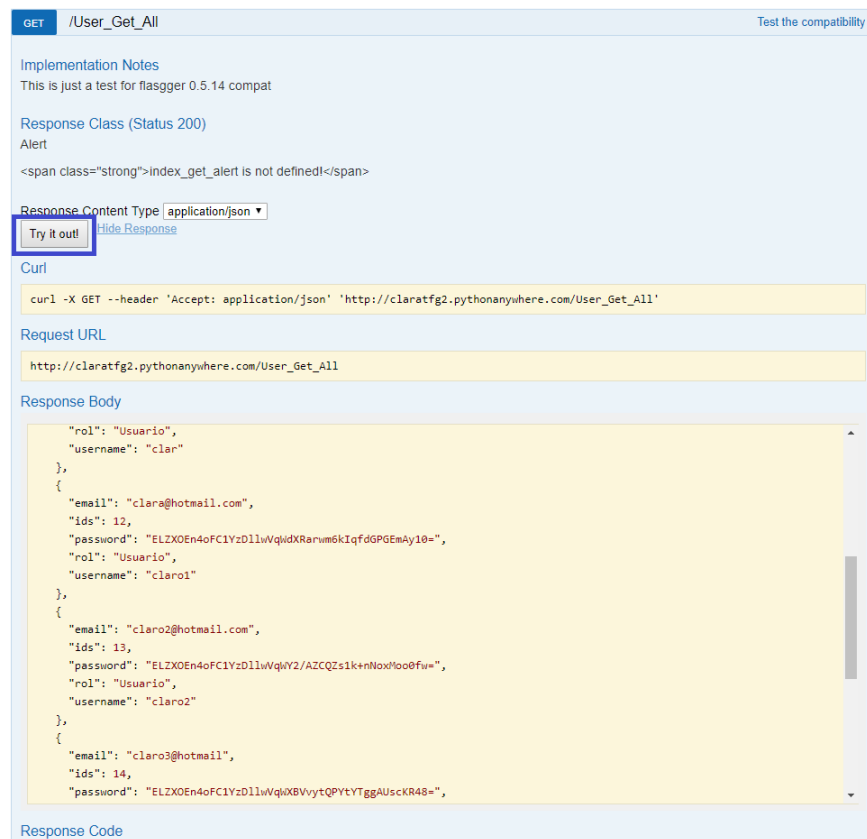


Figura D.7: Obtención de los usuarios, swagger

una contraseña para el acceso. Sin embargo, por falta de tiempo, recursos y conocimientos no se ha realizado dicha implementación.

---

# Documentación técnica de Usuario

---

## E.1. Requisitos previos

### Modo usuario

De forma previa a la utilización de la aplicación, se deberá tener instalado en el equipo lo siguiente:

- **Sistema operativo**

- Windows

- **Distribución**

- Anaconda en su última versión estable 5.6, con la versión de Python 3.6. Dicha descarga se puede realizar a través del siguiente enlace:  
<https://www.anaconda.com/download/>

- **Librerías, módulos y Paquetes auxiliares**

- Matplotlib en la versión 2.0 o superior. En caso de no disponer de dicha librería actualizada, se puede actualizar con el siguiente comando: “conda update –all”.
- flask con el comando “pip install flask”
- flask\_marshmallow con el comando “pip install flask\_marshmallow”
- flasgger con el comando “pip install flasgger”
- SQLAlchemy con el comando “pip install SQLAlchemy” y el comando “pip install flask\_sqlalchemy”
- Numpy (instalado por defecto en Anaconda)

- Pandas (instalado por defecto en Anaconda)
- **Proyecto**
  - Descargar o clonar el proyecto TFG-Sistema\_de\_recomendacion\_Asignaturas\_Optativas a través del siguiente enlace: [https://github.com/ClaraPalacios/TFG-Sistema\\_de\\_recomendacion\\_Asignaturas\\_Optativas/issues](https://github.com/ClaraPalacios/TFG-Sistema_de_recomendacion_Asignaturas_Optativas/issues)
- **Otros**
  - PyQt5
  - PyDev en su versión 3.0-3.5

## Modo administrador

En el modo administrador, además, será necesario el acceso a la API de GoogleDrive, de forma que serán necesario:

- **Sistema operativo**
  - Windows
- **Distribución**
  - Anaconda en su última versión estable 5.6, con la versión de Python 3.6. Dicha descarga se puede realizar a través del siguiente enlace: <https://www.anaconda.com/download/>
- **Librerías y Paquetes auxiliares**
  - Matplotlib en la versión 2.0 o superior. En caso de no disponer de dicha librería actualizada, se puede actualizar con el siguiente comando: “conda update –all”.
  - flask con el comando “pip install flask”
  - flask\_marshmallow con el comando “pip install flask\_marshmallow”
  - flasgger con el comando “pip install flasgger”
  - SQLAlchemy con el comando “pip install SQLAlchemy” y el comando “pip install flask\_sqlalchemy”
  - Numpy (instalado por defecto en Anaconda)
  - Pandas (instalado por defecto en Anaconda)
- **Datos Auxiliares**
  - Clave secreta importada en el fichero JSON.
- **Proyecto**



- Descargar o clonar el proyecto TFG-Sistema\_de\_recomendacion\_Asignaturas\_Optativas a través del siguiente enlace: [https://github.com/ClaraPalacios/TFG-Sistema\\_de\\_recomendacion\\_Asignaturas\\_Optativas/issues](https://github.com/ClaraPalacios/TFG-Sistema_de_recomendacion_Asignaturas_Optativas/issues)

#### ■ Otros

- PyQt5
- PyDev en su versión 3.0-3.5

## E.2. Ejecución del proyecto

Para la ejecución del proyecto, se deben ejecutar dos ficheros disponibles en el escritorio, los cuales ejecutarán el servidor en local y la aplicación. Si se quiere ejecutar en local, se debe pulsar previamente el fichero disponible, aunque esta ejecución es opcional.

## E.3. Utilización

Tras la ejecución del proyecto, se abrirá una pestaña en la que el usuario debe introducir su correo y contraseña.

### Inicio sesión

Para iniciar sesión, el usuario debe introducir su correo y contraseña, y en caso de introducirlo de forma correcta, se abrirá la pestaña principal. [E.1](#) En caso contrario, permanecerá dicha pestaña con los campos vacíos de nuevo para reintroducir los datos, mostrando en una ventana emergente el error obtenido.



Figura E.1: Inicio de sesión

En caso de haber obtenido un error introduciendo usuario o contraseña, aparecerá dicho mensaje: [E.2](#)

Por otra parte, si es la primera vez que un usuario se registra, debe pulsar el

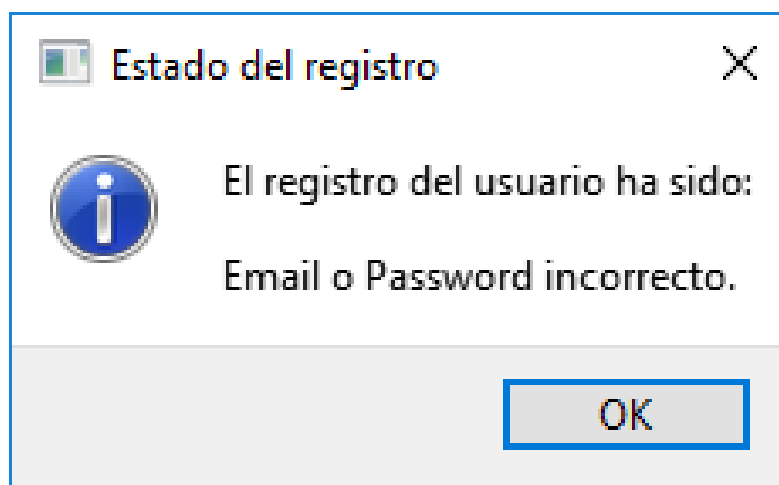


Figura E.2: Inicio de sesión



Figura E.3: Botón registrarse

botón “Registrarse” como indica la siguiente figura [E.3](#)

Se abrirá una nueva pestaña en la que el usuario debe introducir su correo, su nombre y su contraseña:[E.4](#)

De esta forma, si se ha registrado el usuario de forma correcta, volverá a aparecer la pantalla de inicio sesión para introducir el usuario y contraseña.

## Primera pestaña

### Version1.0

Tras iniciar sesión, aparecerá la siguiente pestaña: [E.5](#) Los cursos, son botones clicables, los cuales, al ser pulsados, muestran las asignaturas correspondientes a dicho año. [E.6](#)

En caso de haberse registrado por primera vez, en el área central de la pantalla, las asignaturas constarán de valores medios, que deberán ser mo-

Figura E.4: Pestaña de registro de usuario

Figura E.5: Interfaz de rellenado de cuestionario

dificados por el usuario. E.7 Se pueden modificar las ponderaciones de las asignaturas bien con el ratón, arrastrando slider, o bien con el teclado con las flechas izquierda y derecha. En la siguiente imagen se puede observar la diferencia entre utilizar el ratón y el teclado. E.8

En los botones de control, se permite **guardar** y **cargar** los datos. Al pulsar el botón guardar, se guardarán los datos introducidos de los cursos en un fichero binario, mientras que si se pulsa cargar, dichos datos se cargarán de forma automática. E.9

### Version1.1

La versión que será entregada de forma definitiva al tribunal para su defensa, varía levemente en la interfaz gráfica. Al igual que en la Versión 1.0, aparece dicha ventana tras iniciar sesión. La ventana para la ponderación de las asignaturas tiene el siguiente aspecto: E.10 Ahí radica la diferencia, en la posibilidad de no aplicar una asignatura determinada. Este cambio se debe a que hay alumnos que han convalidado ciertas

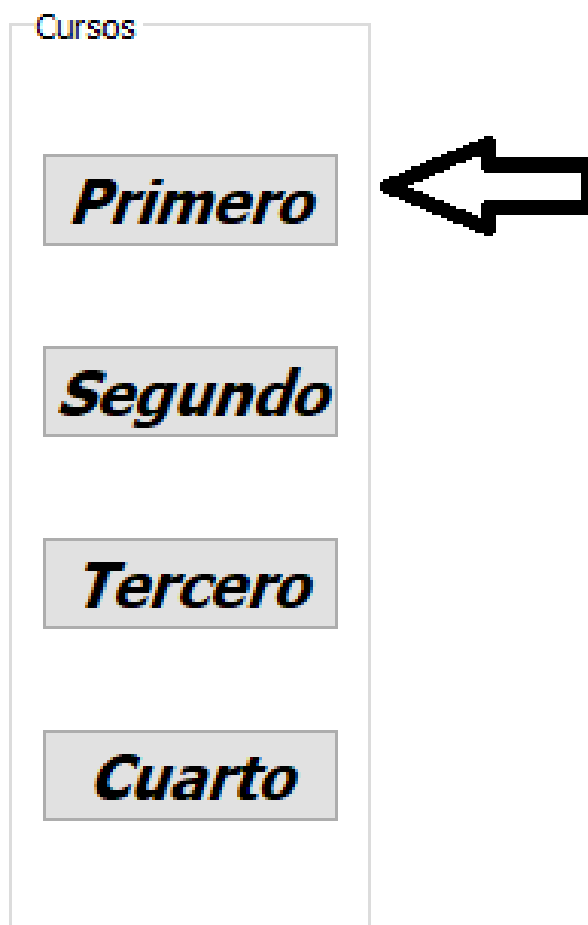


Figura E.6: Cursos

asignaturas y no las han cursado en el Grado de Ingeniería Informática.[E.11](#) Exceptuando dicho cambio, el resto de las funcionalidades permanecen invariables.

### Segunda pestaña

La segunda pestaña, con las recomendaciones obtenidas, tienen el siguiente aspecto [E.12](#) La funcionalidad de dicha pestaña se puede subdividir en:

#### Selección y carga del sistema de recomendación

El área izquierda se utiliza para seleccionar el sistema de recomendación, siendo por defecto el F.C basado en memoria basado en Usuarios, estando deshabilitados los demás filtros colaborativos. [E.13](#)

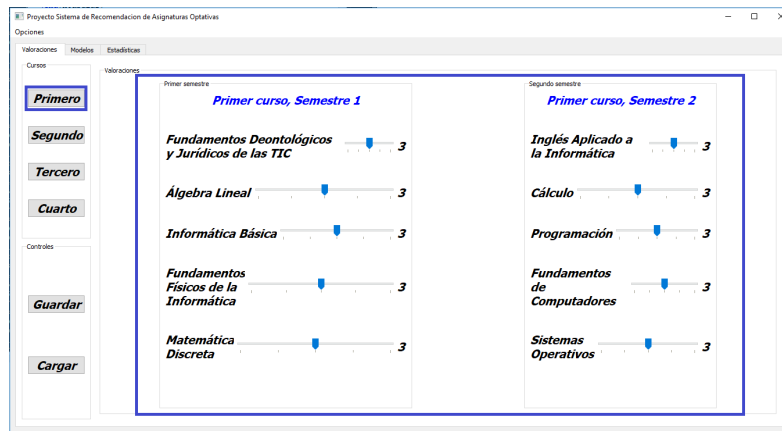


Figura E.7: Parte central pestaña relleno de datos

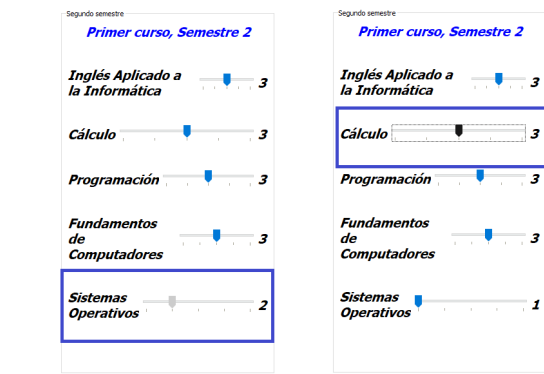


Figura E.8: Img Izq: Selección con ratón. Img Der: Selección con teclado

Como se puede observar, únicamente el primer filtro se encuentra habilitado, mientras que los dos sucesivos (Filtro Colaborativo basado en Productos y Filtro Colaborativo basado en Modelo) se encuentran deshabilitados. En cambio, si pulsamos el botón “Cargar F.C Productos” se habilita automáticamente la muestra de datos del Filtro Colaborativo basado en Productos. Esto lo podemos observar en la siguiente imagen, E.14 en donde se ha pulsado el botón para el ejemplo.

Por otro lado, el área central indica las calificaciones redondeadas de las asignaturas recomendadas, con valores del 1-5, ordenadas de forma descendente. E.15

Para poder observar los valores reales que nos ha ofrecido el sistema de recomendación, deberíamos observar la gráfica de la derecha, en donde las califi-

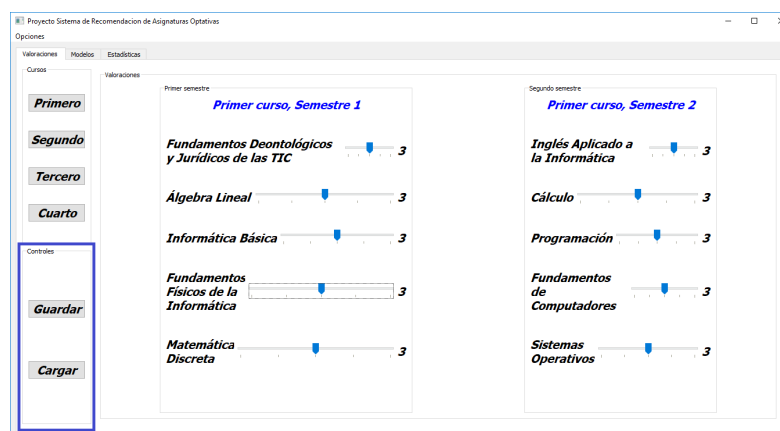


Figura E.9: Carga y guardado de datos

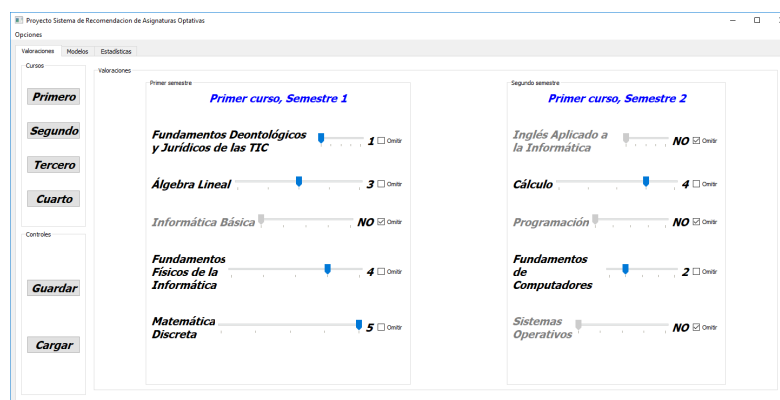


Figura E.10: Pestaña principal versión 1.1

caciones no están redondeadas. Para diferenciarlas, basta con colocar el ratón sobre una asignatura para observar el número de la asignatura, y poder verlo en la gráfica. [E.16](#)

Así, podemos ver que, “Control por Computador”, es la asignatura 1, por lo que en la gráfica, será la primera barra, con una ponderación ligeramente superior al 4. De esta forma, se puede observar que no todas las asignaturas tienen una calificación de 4, por lo que la gráfica de barras resulta útil para ver las diferencias entre las asignaturas. [E.17](#)

Por otra parte, también tenemos un gráfico que indica las preferencias en los diferentes áreas del usuario, para indicar qué campos son de mayor interés para el mismo, de forma que el usuario pueda conocer el campo por el que se podría decantar en un futuro. [E.18](#)

Se debe tener en cuenta que dos sistemas de recomendación pueden ofrecer dos

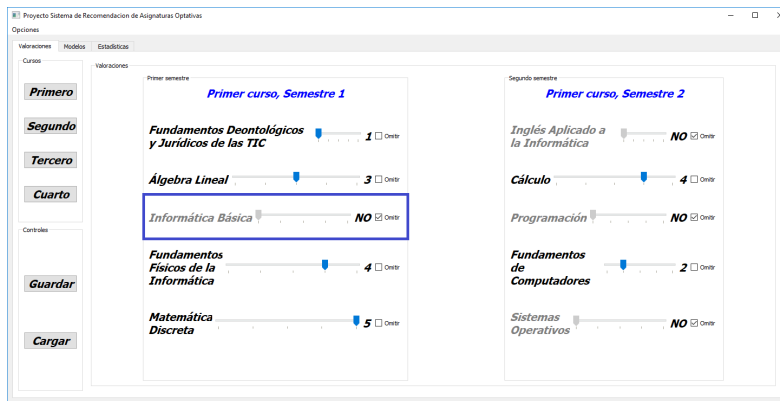


Figura E.11: Diferencia respecto a la versión 1.0



Figura E.12: Recomendación por defecto

resultados diferentes para una misma asignatura, por lo que dichos resultados son meramente informativos.

### Tercera pestaña

La tercera pestaña contiene las medias, medianas, máximos y mínimos de las calificaciones insertadas por los usuarios de forma previa. De esta manera, se puede ver las relaciones de lo que ha seleccionado el usuario y las preferencias del resto de los usuarios.

Las asignaturas se dividen en cursos, de forma que se puede ver las gráficas por cursos, siguiendo el patrón de la primera pestaña.

La estructura de la pestaña tiene el siguiente aspecto: [E.19](#)

Al pulsar los diferentes cursos, obtenemos las pestañas, en donde en la leyenda indica el nombre de la asignatura y en la gráfica de barras su resultado.



Figura E.13: Muestra de los botones deshabilitados

**E.20**

Tras seleccionar un curso deseado, automáticamente se calculan los valores de la modalidad en la que se esté (Medias, Medianas, Máximos y Mínimos), cambiándose automáticamente tanto la leyenda de las asignaturas como las ponderaciones. **E.21**

De esta forma, podemos observar, que en el segundo curso, la asignatura A1 (Metodología de la Programación) tiene una media global de votaciones superior al cuatro.

Los máximos y mínimos corresponden con la calificación máxima y la mínima de las asignaturas entre los usuarios, de forma que, por ejemplo, para el cuarto curso, la calificación máxima de Diseño e Implementación de Sistemas Digitales es un 5 **E.22**, mientras que el mínimo es un 1. **E.23**,



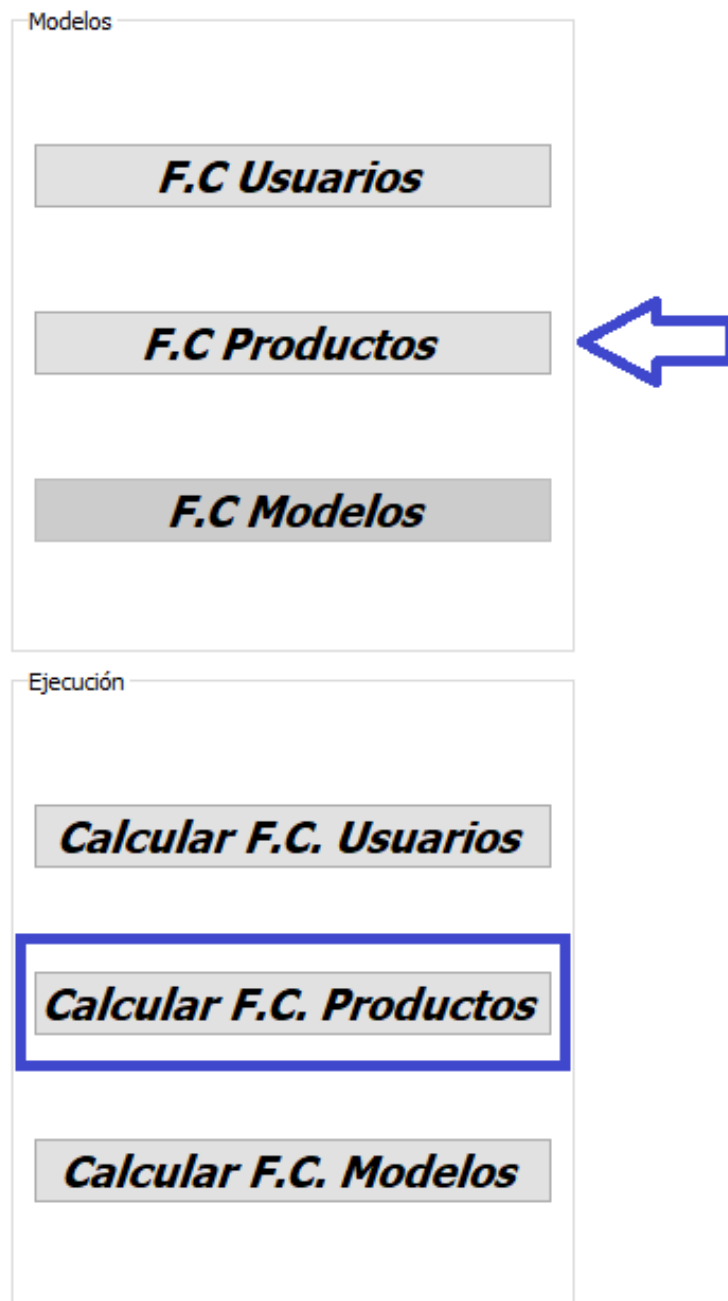


Figura E.14: Muestra de los botones habilitados tras pulsar cargar

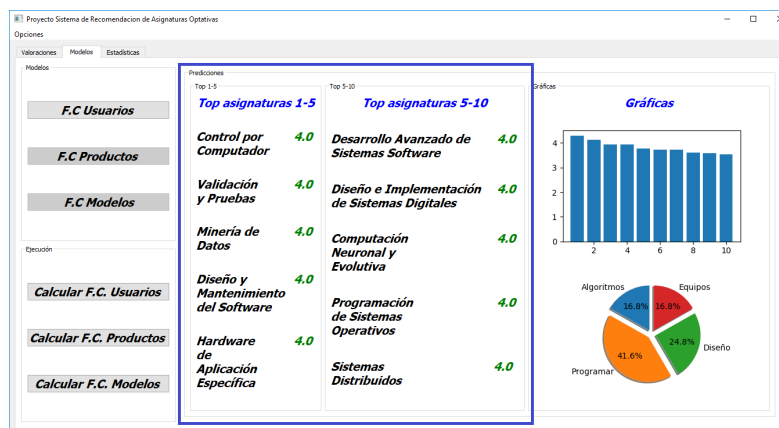


Figura E.15: Muestra de los resultados de un filtro colaborativo



Figura E.16: Muestra del orden de la asignatura en la gráfica

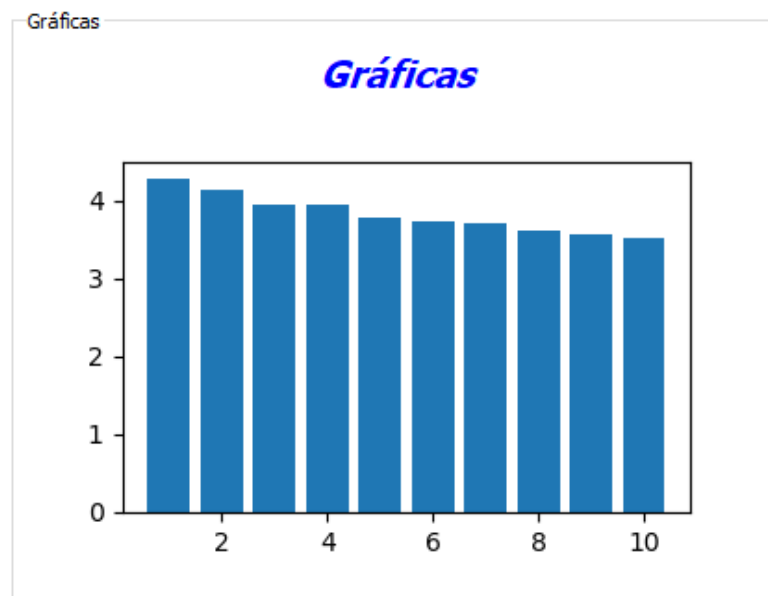


Figura E.17: Muestra de la gráfica de asignaturas recomendadas

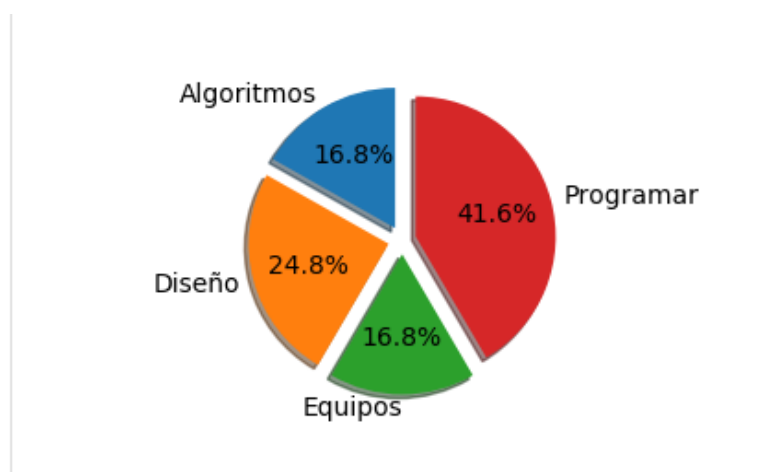


Figura E.18: Muestra de la gráfica de campos preferentes

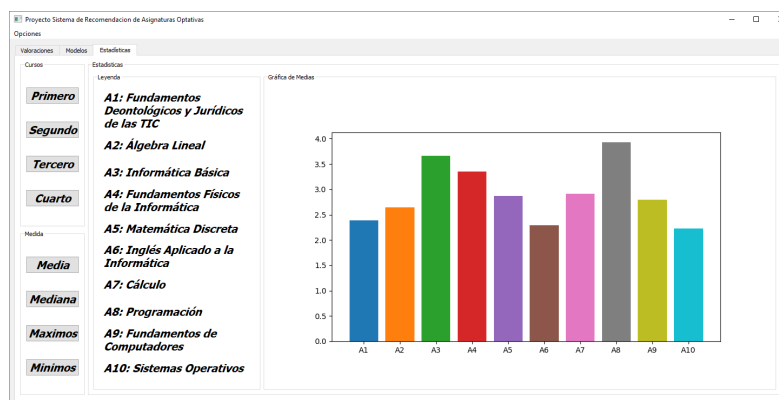


Figura E.19: Muestra de la pestaña de estadísticas

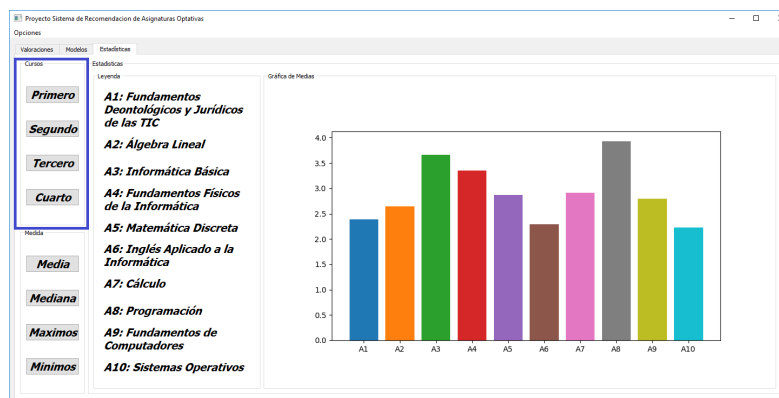


Figura E.20: Muestra de los botones de la pestaña



Figura E.21: Ejemplo de media del segundo curso



Figura E.22: Ejemplo de máximos del cuarto curso

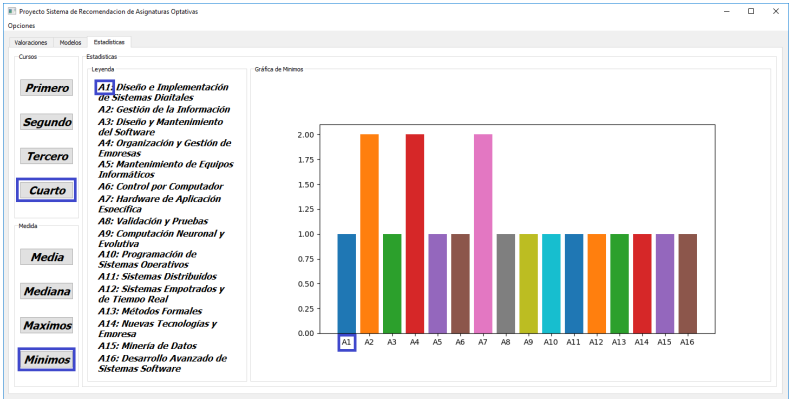


Figura E.23: Ejemplo de mínimos del cuarto curso