



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**Identificación de Parkinson  
mediante visión artificial  
Documentación Técnica**



Presentado por Álvaro Alonso Marín  
en Universidad de Burgos — 5 de junio  
de 2022

Tutores: Álgvar Arnaiz González y Alicia  
Olivares Gil



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>i</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>iv</b>
<b>Apéndice A Plan de Proyecto Software</b>	<b>1</b>
A.1. Introducción . . . . .	1
A.2. Planificación temporal . . . . .	1
A.3. Estudio de viabilidad . . . . .	7
<b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>	<b>11</b>
B.1. Introducción . . . . .	11
B.2. Objetivos generales . . . . .	11
B.3. Catálogo de requisitos . . . . .	11
B.4. Especificación de requisitos . . . . .	12
<b>Apéndice C Especificación de diseño</b>	<b>21</b>
C.1. Introducción . . . . .	21
C.2. Diseño de datos . . . . .	21
C.3. Diseño procedimental . . . . .	22
C.4. Diseño arquitectónico . . . . .	23
C.5. Diseño de interfaces . . . . .	25
<b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>	<b>35</b>
D.1. Introducción . . . . .	35
D.2. Estructura de directorios . . . . .	35

D.3. Manual del programador . . . . .	36
D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto . . . . .	37
D.5. Pruebas del sistema . . . . .	38
<b>Apéndice E Documentación de usuario</b>	<b>41</b>
E.1. Introducción . . . . .	41
E.2. Requisitos de usuarios . . . . .	41
E.3. Instalación . . . . .	42
E.4. Manual del usuario . . . . .	42
<b>Bibliografía</b>	<b>45</b>

---

## Índice de figuras

---

B.1. Nivel 0 del diagrama de casos de uso. . . . .	13
B.2. Nivel 1 Gestión de usuarios del diagrama de casos de uso. . . . .	14
C.1. Diagrama de secuencia de la predicción. . . . .	23
C.2. Diagrama de componentes de la aplicación web. . . . .	24
C.3. Pantalla de inicio de sesión de un usuario administrador. . . . .	25
C.4. Pantalla inicial de un usuario administrador. . . . .	26
C.5. Pantalla inicial de un usuario administrador con las listas desple- gadas. . . . .	27
C.6. Pantalla con el resultado de la predicción de un usuario adminis- trador. . . . .	28
C.7. Pantalla con el listado de los usuarios dados de alta en la aplicación. . . . .	29
C.8. Pantalla con el formulario para dar de alta a un usuario. . . . .	30
C.9. Pantalla con el formulario para modificar un usuario existente. . . . .	31
C.10. Pantalla con la confirmación para borrar el usuario. . . . .	32
C.11. Pantalla con la subida del modelo al servidor. . . . .	33
E.1. Pantalla del inicio sesión de la aplicación web. . . . .	43
E.2. Pantalla del inicio sesión con el error de usuario no encontrado. . . . .	43
E.3. Pantalla del inicio sesión con el error de contraseña inválida. . . . .	44
E.4. Pantalla principal del administrador para realizar la predicción. . . . .	44

---

# Índice de tablas

---

A.1. Tabla con los costes de personal. . . . .	8
A.2. Tabla con los costes del <i>hardware</i> . . . . .	8
A.3. Tabla con los costes totales. . . . .	9
A.4. Tabla con las licencias de las herramientas utilizadas. . . . .	9
A.5. Tabla con las licencias de las bibliotecas utilizadas. . . . .	10
B.1. Caso de uso 1: Acceder a la aplicación. . . . .	14
B.2. Caso de uso 2: Gestionar usuarios. . . . .	15
B.3. Caso de uso 2.1: Añadir usuario. . . . .	16
B.4. Caso de uso 2.2: Modificar usuario. . . . .	17
B.5. Caso de uso 2.3: Eliminar usuario. . . . .	18
B.6. Caso de uso 3: Realizar predicción. . . . .	19
B.7. Caso de uso 4: Modificar modelo. . . . .	20
D.1. Tabla con las redirecciones dependiendo del usuario. . . . .	39

## Apéndice A

---

# Plan de Proyecto Software

---

### A.1. Introducción

En este apartado se expone cómo se ha planificado el proyecto, además de un estudio de viabilidad.

### A.2. Planificación temporal

La planificación temporal para la realización de este trabajo se ha realizado utilizando la metodología *Scrum*.

Antes de comenzar con los *sprints*, hubo una primera reunión con el objetivo de introducir el tema del proyecto el día 24 de enero de 2022.

#### Sprint 1

Fecha: 07/02/2022 - 14/02/2022

- Instalación de *TeXstudio* y *MikTex*, para poder crear la documentación utilizando  $\text{\LaTeX}$ . Coste estimado: 1. Coste final: 1.
- Comprender el código con el cual se van a obtener datos para identificar el nivel de Parkinson. Coste estimado: 3. Coste final: 3.
- Comenzar a realizar la documentación del trabajo. Coste estimado 2. Coste final: 2.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema. Coste estimado total: 6. Coste final total: 6.

## Sprint 2

Fecha: 14/02/2022 - 21/02/2022

- Revisar los máximos de las gráficas, ya que no dan valores claros. Coste estimado: 2. Coste final: 2.
- Aplicar filtrado a las gráficas para corregir los problemas de la biblioteca. Coste estimado: 6. Coste final: 5.
- Comentar el código. Coste estimado: 2. Coste final: 2.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema a excepción del filtrado, que no se consiguió uno definitivo. Coste estimado total: 10. Coste final total: 9.

## Sprint 3

Fecha: 21/02/2022 - 02/03/2022

- Obtener datos de los vídeos y de las gráficas. Coste estimado: 10. Coste final: 10.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema. Coste estimado total: 10. Coste final total: 10.

## Sprint 4

Fecha: 02/03/2022 - 07/03/2022

- Realizar un filtrado manual para las gráficas. Coste estimado: 10. Coste final: 8.
- Normalizar los datos. Coste estimado: 5. Coste final: 7.
- Investigar un error en la biblioteca que detecta la mano. Coste estimado: 8. Coste final: 6.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema a excepción del filtrado manual, que no cumplió con lo esperado. Coste estimado total: 23. Coste final total: 21.



## Sprint 5

Fecha: 07/03/2022 - 14/03/2022

- Mejorar el filtrado manual para las gráficas. Coste estimado: 10. Coste final: 10.
- Mejorar la extracción de los datos. Coste estimado: 7. Coste final: 7.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema a excepción del filtrado, que no se consiguió solucionarlo en este sprint y tuvo que dejarse para el siguiente. Coste estimado total: 17. Coste final total: 17.

## Sprint 6

Fecha: 14/03/2022 - 21/03/2022

- Mejorar el filtrado manual para las gráficas (Sprint 5). Coste estimado: 10. Coste final: 10.
- Documentar trabajos relacionados de la memoria. Coste estimado: 9. Coste final: 9.
- Corregir extracción de datos. Coste estimado: 4. Coste final: 4.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema y finalmente se consiguió un filtrado de Python que cumplía lo esperado. Coste estimado total: 23. Coste final total: 23.

## Sprint 7

Fecha: 21/03/2022 - 28/03/2022

- Documentar trabajos relacionados de la memoria. Coste estimado: 9. Coste final: 9.
- Corregir extracción de datos. Coste estimado: 4. Coste final: 4.
- Probar modelos de aprendizaje. Coste estimado: 7. Coste final: 7.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema, aunque los modelos no ofrecían buenas precisiones. Coste estimado total: 20. Coste final total: 20.

## Sprint 8

Fecha: 28/03/2022 - 04/04/2022

- Continuar documentando trabajos relacionados de la memoria. Coste estimado: 12. Coste final: 12.
- Cambiar las columnas de datos. Coste estimado: 5. Coste final: 7.
- Probar mejoras en los modelos para mejorar la precisión. Coste estimado: 8. Coste final: 6.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema, aunque no se consiguió ningún modelo nuevo que mejorase la precisión. Coste estimado total: 25. Coste final total: 25.

## Sprint 9

Fecha: 04/04/2022 - 18/04/2022

- Instalar y comenzar con Flask. Coste estimado: 8. Coste final: 8.
- Documentar conceptos teóricos de la memoria. Coste estimado: 8. Coste final: 10.
- Organizar y explicar los notebooks. Coste estimado: 5. Coste final: 5.
- Extraer otras características de los vídeos para mejorar la precisión de los modelos. Coste estimado: 8. Coste final: 6.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema, pero aunque se mejoró un poco la precisión, no fue suficiente para obtener un buen clasificador. Coste estimado total: 29. Coste final total: 29.

## Sprint 10

Fecha: 18/04/2022 - 25/04/2022

- Continuar con Flask. Coste estimado: 8. Coste final: 10.
- Realizar los cambios en la memoria y documentarla. Coste estimado: 5. Coste final: 5.

- Cambiar las métricas del entramiento de modelos. Coste estimado: 5. Coste final: 3.
- Crear los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación, junto a los diagramas de casos de uso. Coste estimado: 8. Coste final: 8.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema. Coste estimado total: 26. Coste final total: 26.

## Sprint 11

Fecha: 25/04/2022 - 09/05/2022

- Implementar el funcionamiento de la aplicación web. Coste estimado: 8. Coste final: 10.
- Añadir técnicas y herramientas en la memoria. Coste estimado: 8. Coste final: 8.
- Corregir requisitos y casos de uso. Coste estimado: 5. Coste final: 5.
- Documentar los casos de uso. Coste estimado: 8. Coste final: 8.
- Diseñar las interfaces de las ventanas de la aplicación. Coste estimado: 8. Coste final: 6.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema. Coste estimado total: 37. Coste final total: 37.

## Sprint 12

Fecha: 09/05/2022 - 16/05/2022

- Cambiar apariencia de la aplicación. Coste esperado: 8. Coste final: 12.
- Añadir la opción de modificar usuario para usuarios sin privilegios. Coste esperado: 5. Coste final: 5.
- Comenzar con la documentación técnica de programación. Coste esperado: 8. Coste final: 6.
- Medir el tiempo que tardan en predecir los modelos. Coste esperado: 8. Coste final: 3.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema. Coste estimado total: 29. Coste final total: 26.

## Sprint 13

Fecha: 16/05/2022 - 23/05/2022

- Cambiar más aspectos de la apariencia de la aplicación. Coste esperado: 13. Coste final: 13.
- Realizar estudio de tiempos. Coste esperado: 8. Coste final: 8.
- Buscar servidor en la nube para alojar la aplicación web. Coste esperado: 8. Coste final: 15.
- Añadir certificado SSL al servidor. Coste esperado: 8. Coste final: 0.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudo realizar todo sin problema a excepción de encontrar el servidor y añadir el certificado SSL. Esto se debió a la dificultad de encontrar una página de servidores que pudiera alojar el proyecto. El certificado SSL queda a la espera de encontrar un servidor definitivo. Coste estimado total: 37. Coste final total: 36.

## Sprint 14

Fecha: 23/05/2022 - 30/05/2022

- Utilizar Heroku como servidor en la nube para alojar la aplicación web. Coste esperado: 8. Coste final: 15.
- Añadir certificado SSL al servidor (Sprint 13). Coste esperado: 8. Coste final: 0.
- Realizar especificación de diseño. Coste esperado: 8. Coste final: 4.
- Realizar la documentación de la memoria. Coste esperado: 8. Coste final: 10.
- Continuar con la documentación técnica de programación. Coste esperado: 8. Coste final: 0.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* sólo se pudo realizar la documentación de la memoria y parte de la especificación de diseño debido a la falta de tiempo. También hubo problemas la hora de arrancar la aplicación en Heroku, ya que aparecían errores. Nuevamente, el certificado SSL queda a la espera de encontrar un servidor definitivo. Coste estimado total: 40. Coste final total: 29.

## Sprint 15

Fecha: 23/05/2022 - 30/05/2022

- Utilizar Heroku como servidor en la nube para alojar la aplicación web (Sprint 14). Coste esperado: 8. Coste final: 10.
- Probar Vercel como servidor en la nube para alojar la aplicación web. Coste esperado 4. Coste final: 4.
- Añadir certificado SSL al servidor (Sprint 13). Coste esperado: 8. Coste final: 0.
- Realizar especificación de diseño (Sprint 14). Coste esperado: 4. Coste final: 4.
- Realizar manual de usuario. Coste esperado: 8. Coste final: 4.
- Continuar con la documentación técnica de programación. Coste esperado: 8. Coste final: 10.
- Realizar resumen y descriptores de la memoria. Coste esperado: 2. Coste final: 2.

**Resumen del sprint:** en este *sprint* se pudieron terminar aquellas tareas pendientes de anteriores *sprints* y casi toda la documentación. Además, no se pudo solucionar el problema de Heroku y tampoco se pudo utilizar Vercel por otros errores. Coste estimado total: 42. Coste final total: 34.

## A.3. Estudio de viabilidad

En este apartado, se realiza un estudio de viabilidad tanto económica como legal sobre el proyecto realizado.

## Viabilidad económica

Para conocer si el proyecto es viable desde el punto de vista económico, hay que tener en cuenta una estimación de sus costes de desarrollo.

### Coste del personal

La tabla A.1 refleja los costes relacionados con los sueldos y los impuestos de España.

Concepto	Coste (€)
Salario mensual neto [1]	1313,08
IRPF (15 %)	231,72
Seguridad Social (32,1 %)	730,31
Salario mensual bruto	2275,11
<b>Total 4 meses</b>	<b>9100,44</b>

Tabla A.1: Tabla con los costes de personal.

### Coste del *software*

Todo el *software* utilizado en el proyecto es gratuito, por lo que no es necesario calcular ningún gasto en este punto.

### Coste del *hardware*

El coste del *hardware* se va a calcular teniendo en cuenta una amortización de 4 años de lo que ha durado el desarrollo del proyecto, es decir, 4 meses. La tabla A.2 refleja los costes relacionados con el *hardware* necesario.

Concepto	Coste (€)	Coste amortizado (€)
Ordenador portátil	700	58,33
Mainframe	2000	166,67
GPU (x2)	3000	250
<b>Total</b>	<b>5700</b>	<b>475</b>

Tabla A.2: Tabla con los costes del *hardware*.

### Coste total

Para calcular el coste total del proyecto, se suman todos los costes. La tabla A.3 refleja el coste total.

Concepto	Coste (€)
Coste del personal	9100,44
Coste del <i>software</i>	0
Coste del <i>hardware</i>	475
<b>Total</b>	<b>9575,44</b>

Tabla A.3: Tabla con los costes totales.

### Viabilidad legal

Para conocer cuál sería la licencia más acorde con el proyecto desarrollado, hay que tener en cuenta las licencias de las herramientas y bibliotecas utilizadas para conocer la licencia que más se correspondería con el *software* desarrollado en este trabajo.

Las licencias de las herramientas y bibliotecas utilizadas están recogidas en las tablas A.4 y A.5, respectivamente.

Licencia	Herramienta
BSD	Flask
Modified BSD	Anaconda Jupyter Notebook
MIT	Visual Studio Code Bootstrap
GNU	TeXstudio XAMPP Pencil

Tabla A.4: Tabla con las licencias de las herramientas utilizadas.

Estas licencias son bastante permisivas, ya que son todas de *software* libre. Para este proyecto se puede utilizar una licencia GPLv3 [2] (*General*

<b>Licencia</b>	<b>Biblioteca</b>
BSD	Pandas
	Matplotlib
	Joblib
BSD modificada	Numpy
	SciPy
	Scikit-learn
Apache 2.0	OpenCV
	Mediapipe
MIT	Imbalanced learn

Tabla A.5: Tabla con las licencias de las bibliotecas utilizadas.

*Public License version 3*), debido a que da la libertad de poder utilizar el software sin problemas de intentos de apropiación de terceros que modifiquen las libertades que da la licencia. Además, la versión 3 es la última.



## *Apéndice B*

---

# Especificación de Requisitos

---

## B.1. Introducción

En este apartado, se van a explicar los requisitos tanto funcionales como no funcionales de la aplicación web realizada, así como los casos de uso y los actores intervienen en ellos.

## B.2. Objetivos generales

El objetivo perseguido en este punto es el de implementar una aplicación web capaz de detectar el Parkinson que no requiera demasiados conocimientos para poder utilizarla.

## B.3. Catálogo de requisitos

En esta sección, se detallan los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación web realizada.

### Requisitos funcionales

- **RF-1 Restricción de acceso a la aplicación:** para poder acceder al sistema, será necesario haberse dado de alta en él.
  - **RF-1.1 Acceso:** los usuarios dados de alta podrán ingresar en la aplicación utilizando su nombre de usuario y su contraseña.

- **RF-1.2 Administración:** habrá un usuario administrador con más acceso que el resto.
- **RF-2 Gestión de usuarios:** el administrador será el único usuario capaz de añadir, modificar y eliminar usuarios, y los usuarios sin privilegios podrán modificar únicamente su propio usuario.
  - **RF-2.1 Añadir usuario:** se podrá registrar un usuario en la aplicación.
  - **RF-2.2 Modificar usuario:** se podrá modificar alguno de los datos de un usuario existente.
  - **RF-2.3 Eliminar usuario:** se podrá eliminar un usuario de la aplicación.
- **RF-3 Subida de datos al servidor:** se podrán subir ciertos datos importantes para detectar el Parkinson.
  - **RF-3.1 Subida de vídeos:** se podrá subir un vídeo al servidor.
  - **RF-3.2 Introducción de datos:** se podrá rellenar unos campos con información adicional.
- **RF-4 Visualización del resultado:** se podrá ver si la persona del vídeo subido tiene Parkinson o no.
- **RF-5 Modificar modelo:** se podrá cambiar el modelo de predicción.

## Requisitos no funcionales

- **RNF-1 Usabilidad:** la aplicación tendrá una interfaz amigable para que pueda ser usada sin dificultad.
- **RNF-2 Privacidad:** sólo se podrá acceder a la aplicación si el usuario está dado de alta.
- **RNF-3 Seguridad:** cada usuario dispondrá de una clave que estará encriptada para no ser interceptada por terceros.

## B.4. Especificación de requisitos

En esta sección se detalla de forma profunda los casos de uso, qué actores participan en los casos de uso y los correspondientes diagramas.

## Actores

Los actores que participan en la aplicación son:

- **Administrador:** dispondrá de todas las funcionalidades con el fin de poder realizar una gestión en la aplicación.
- **Usuario:** podrá subir vídeos al servidor para ser procesados y que se identifique si el usuario tiene Parkinson.

## Diagramas de casos de uso

Los diagramas de casos de uso por niveles, figuras B.1 y B.2, son los siguientes:

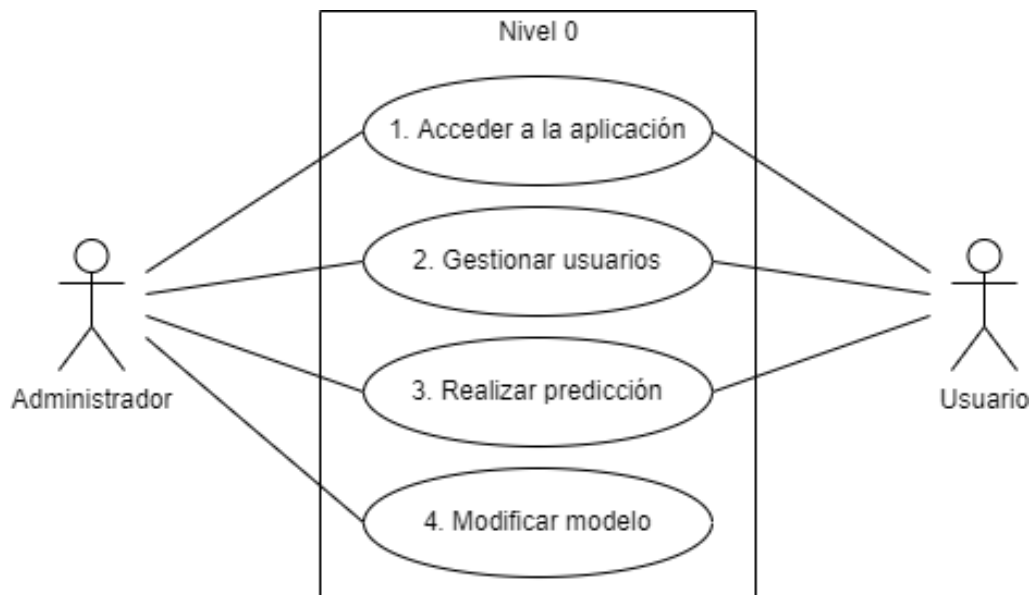


Figura B.1: Nivel 0 del diagrama de casos de uso.

## Especificación de los casos de uso

Las redacciones de los casos de uso de los diagramas anteriores, tablas B.1, B.2, B.3, B.4, B.5, B.6 y B.7 son las siguientes:

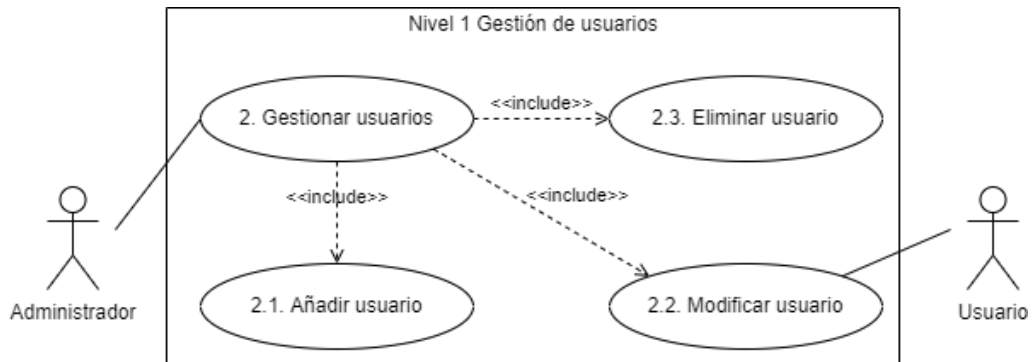


Figura B.2: Nivel 1 Gestión de usuarios del diagrama de casos de uso.

CU-1 Acceder a la aplicación		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RF-1 Restricción de acceso a la aplicación.</li> <li>■ RF-1.1 Acceso.</li> <li>■ RF-1.2 Administración.</li> </ul>	
Actores	Administrador y usuario	
Precondición	No hay ninguna sesión iniciada.	
Descripción	Se accede a la aplicación utilizando un nombre de usuario y una contraseña.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se escribe el nombre de usuario y la contraseña para acceder.
	2	El servidor comprueba si es correcto y permite acceder al usuario.
Postcondición	El usuario accede a la aplicación.	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el nombre de usuario y/o la contraseña no son correctos no se accederá a la aplicación y se mostrará un error.
Comentarios	Si el usuario no ha iniciado sesión sólo podrá acceder a esta ventana.	

Tabla B.1: Caso de uso 1: Acceder a la aplicación.

CU-2 Gestionar usuarios		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>RF-2 Gestión de usuarios.</li> </ul>	
Actores	Administrador	
Precondición	Haber iniciado sesión con el usuario administrador.	
Descripción	Se muestran los usuarios registrados y las operaciones de añadir, modificar y eliminar.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se accede a la ventana de gestión de usuarios.
Postcondición	Se puede realizar la gestión de usuarios.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.
	1	Si el usuario no es el administrador, el servidor redirigirá el acceso a la ventana inicial.

Tabla B.2: Caso de uso 2: Gestionar usuarios.

CU-2.1 Añadir usuario		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RF-2.1 Añadir usuario.</li> </ul>	
Actores	Administrador	
Precondición	Haber iniciado sesión con el usuario administrador.	
Descripción	Se registra un nuevo usuario a la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se accede a la ventana de añadir usuario.
	2	Se rellenan los campos del nuevo usuario: nombre completo, nombre de usuario y contraseña.
	3	Se almacenan los datos.
Postcondición	Se añade un nuevo usuario.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.
	1	Si el usuario no es el administrador, el servidor redirigirá el acceso a la ventana inicial.
	2	Si no se han rellenado todos los campos no se podrá añadir el usuario.
	2	Si el usuario existe no se podrá añadir el usuario.

Tabla B.3: Caso de uso 2.1: Añadir usuario.

CU-2.2 Modificar usuario		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RF-2.2 Modificar usuario.</li> </ul>	
Actores	Administrador	
Precondición	Haber iniciado sesión con el usuario administrador.	
Descripción	Se modifica un usuario existente de la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se accede a la ventana de modificar usuario.
	2	Se modifican los campos del usuario: nombre completo, nombre de usuario y contraseña.
	3	Se almacenan los datos.
Postcondición	Se modifica el usuario existente.	
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si el usuario no es el administrador, el servidor redirigirá el acceso a la ventana inicial.
	2	Si no se han rellenado todos los campos no se podrá modificar el usuario.
	2	Si el usuario existe no se podrá modificar el usuario.

Tabla B.4: Caso de uso 2.2: Modificar usuario.

CU-2.3 Eliminar usuario		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RF-2.3 Eliminar usuario.</li> </ul>	
Actores	Administrador	
Precondición	Haber iniciado sesión con el usuario administrador.	
Descripción	Se elimina un usuario existente de la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se selecciona el usuario que se desea eliminar
	2	Se confirma el usuario que se desea eliminar.
Postcondición	Se elimina el usuario.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.
	1	Si el usuario no es el administrador, el servidor redirigirá el acceso a la ventana inicial.

Tabla B.5: Caso de uso 2.3: Eliminar usuario.



CU-3 Realizar predicción		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RF-3 Subida de datos al servidor.</li> <li>▪ RF-3.1 Subida de vídeos.</li> <li>▪ RF-3.2 Introducción de datos.</li> <li>▪ RF-4 Visualización del resultado.</li> </ul>	
Actores	Administrador y usuario	
Precondición	Haber iniciado sesión.	
Descripción	Se suben los datos para realizar la predicción.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se accede a la ventana.
	2	El usuario sube el vídeo y los datos al servidor.
	3	Se procesa el vídeo para extraer características.
	4	Se realiza la predicción con las características obtenidas junto a los datos subidos.
	5	Se muestra el resultado de la predicción.
Postcondición	El usuario obtiene una predicción.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.

Tabla B.6: Caso de uso 3: Realizar predicción.

CU-4 Modificar modelo		
Dependencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RF-5 Modificar modelo.</li> </ul>	
Actores	Administrador	
Precondición	Haber iniciado sesión con el usuario administrador.	
Descripción	Se modifica el modelo de predicción.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Se accede a la ventana.
	2	Se sube el nuevo modelo.
Postcondición	Las predicciones se harán con el nuevo modelo.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no se inicia sesión, el servidor redirigirá el acceso a la ventana de inicio de sesión.
	1	Si el usuario no es el administrador, el servidor redirigirá el acceso a la ventana inicial.

Tabla B.7: Caso de uso 4: Modificar modelo.

## *Apéndice C*

---

# Especificación de diseño

---

### C.1. Introducción

En esta sección se detallan los aspectos más importantes de la aplicación: los datos utilizados, los procedimientos de la aplicación, la arquitectura de la aplicación y el diseño de las interfaces.

### C.2. Diseño de datos

Los datos utilizados para el desarrollo de la aplicación no quedan más allá del almacenamiento de los usuarios en una base de datos y el procesamiento del vídeo.

Dado que la aplicación desarrollada cuenta con alta, modificación y baja de usuarios, así como la obligación de estar dado de alta para utilizar la aplicación, esta debe estar conectada con una base de datos para almacenar los datos de los usuarios. La base de datos cuenta con una única tabla donde se almacena la información de los usuarios agregados, siguiendo la siguiente estructura de columnas:

- **id:** es el identificador único del usuario. En la base de datos es una clave primaria.
- **usuario:** es el nombre de usuario que se utilizará para iniciar sesión. Debe ser único para cada usuario, por lo que en la base de datos es un UNIQUE.

- **contraseña:** es la contraseña utilizada para iniciar sesión junto al usuario correspondiente. Dado que la contraseña debe ser secreta, en la base de datos se guarda encriptada.
- **nombre\_completo:** es el nombre completo del usuario. Su utilidad es dar la bienvenida al usuario que inicie sesión en la aplicación.

Para realizar la predicción, se debe procesar el vídeo subido al servidor. Los datos obtenidos para predecir son los mismos que se utilizaron en la fase de investigación. Estos son: las amplitudes normalizadas, la velocidad media, la mano y el sexo. Una vez obtenidas las características, se utilizan en el modelo entrenado previamente para realizar la predicción.

### C.3. Diseño procedimental

En ese apartado se detalla el procedimiento que se sigue a la hora de utilizar la aplicación web. Para ello, se ha dibujado el diagrama de secuencia de la figura C.1, con los pasos que hay que seguir para realizar una predicción.

Hay varias aclaraciones que son necesarias indicar sobre este diagrama:

- El actor que realiza las operaciones de inicio de sesión y predicción es el usuario que está en la aplicación. Se diferencia de la clase usuario (:Usuario), que es la clase que implementa el objeto del usuario y las operaciones relacionadas con él.
- El error en el acceso puede manifestarse de dos maneras: usuario inválido o contraseña inválida.
- El error en la subida puede manifestarse de dos maneras: formato de vídeo no válido o se deben rellenar los campos.
- El usuario conectado se corresponde con el permiso que tiene el usuario que acaba de introducir sus datos de acceso, que será diferente si es administrador, y le da acceso a las pantallas de la aplicación que no se pueden acceder sin iniciar sesión previamente.
- El paso “7: obtener\_datos” está formado por pasos internos en los que se calculan las características que requieren operaciones de cálculo. Contiene la extracción de: las amplitudes, los tiempos, las velocidades y la normalización.

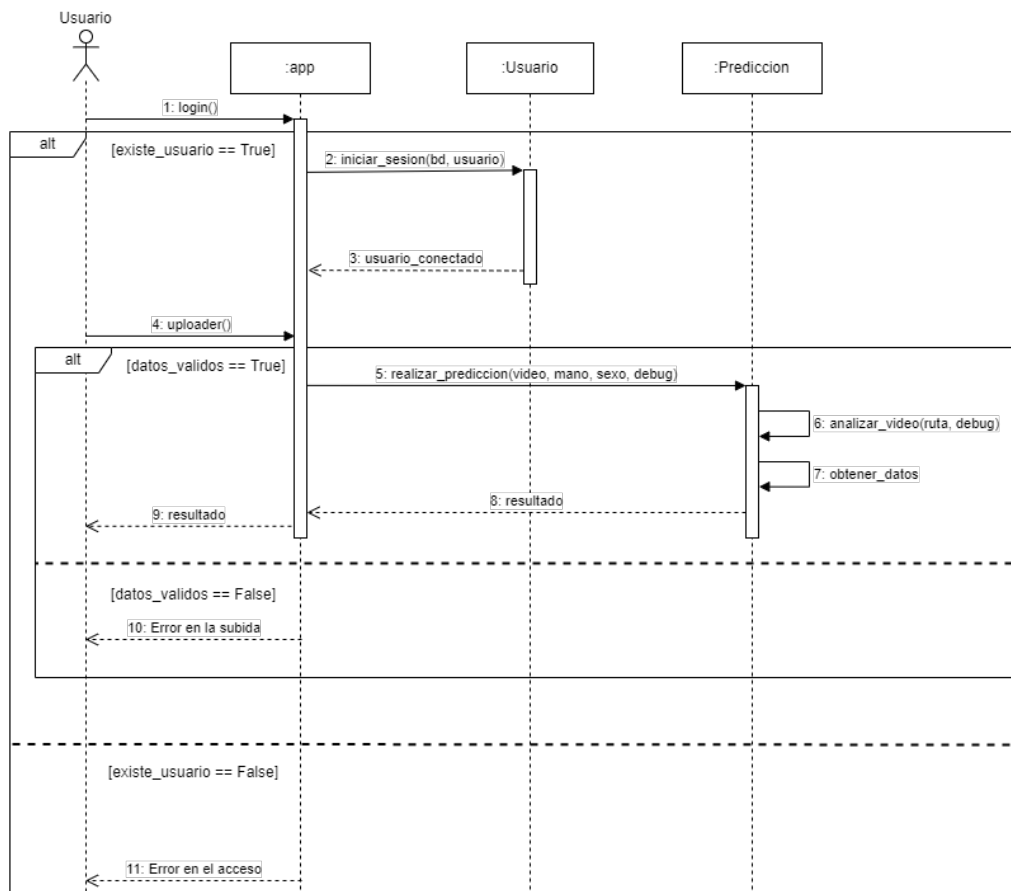


Figura C.1: Diagrama de secuencia de la predicción.

## C.4. Diseño arquitectónico

En esta sección se detalla cómo es la arquitectura de la aplicación. La aplicación se divide en 6 principales componentes, cuya relación entre ellos viene representada en el diagrama de la figura C.2:

- **Cliente:** es el único componente que no está en el lado del servidor. El cliente se corresponde al navegador que realiza la petición al servidor solicitando recursos.
- **app:** es el servidor de la aplicación. Representa el núcleo debido a que todos los componentes, a excepción de la base de datos, están conectados a él. Cuando un cliente solicite un recurso (*e. g.* una predicción), este componente comunicará los datos de la solicitud al

componente *Prediccion* para obtener un resultado y poder enviar la respuesta al cliente.

- **Prediccion:** es el componente dedicado a realizar el procesamiento del vídeo y la predicción de los datos obtenidos. Para ello, obtiene el vídeo, la mano y el sexo que le llega al servidor por parte del cliente, del vídeo obtiene el resto de características para entrenar el modelo configurado y finalmente realiza la predicción. Esa predicción vuelve al núcleo del servidor para enviar la respuesta al cliente.
- **Gestion\_usuarios:** es el componente dedicado a la gestión de los usuarios. Todas las operaciones de la gestión de usuarios (alta, modificación y baja), se realizan mediante consultas SQL. Por esta razón, existe conexión con la base de datos.
- **Usuario:** es el componente que instancia el usuario que se conecta a la aplicación, permitiéndole utilizar todas las funcionalidades al alcance de sus privilegios. También está conectado a la base de datos porque necesita comprobar que el usuario que está iniciando sesión está dado de alta en la aplicación y que su contraseña es la correcta.
- **Base de datos:** en ella se almacena toda la información ya descrita en el apartado C.2 de este documento.

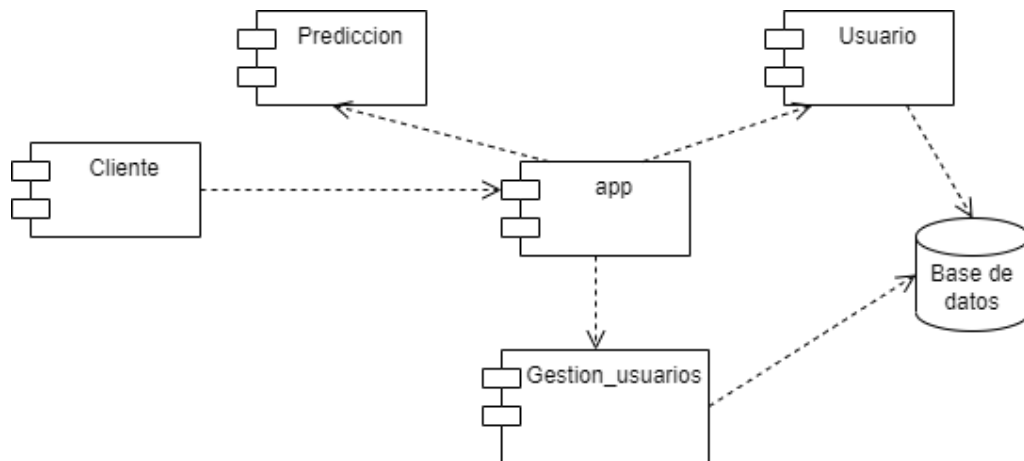


Figura C.2: Diagrama de componentes de la aplicación web.

## C.5. Diseño de interfaces

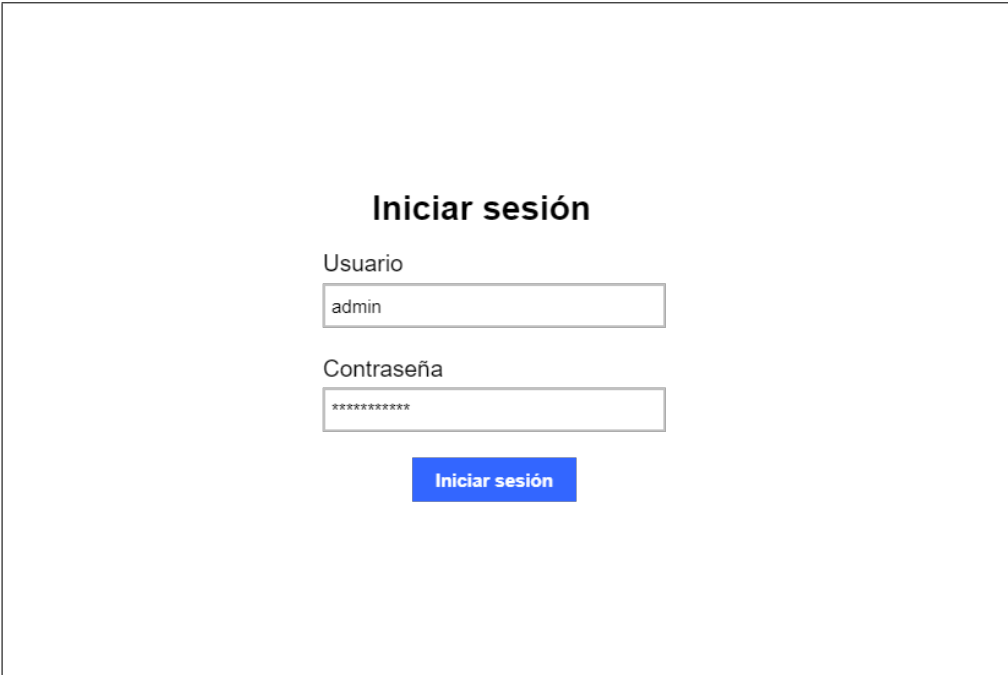
En este apartado, se muestran los diseños realizados de la aplicación web con la función de mostrar las funcionalidades que tendría la aplicación web, además de mostrar una interfaz con aspecto amigable.

### Vista de usuario

Las pantallas del usuario son idénticas a las del administrador con la diferencia de que los usuarios no tendrán las opciones de “Gestionar usuarios” y “Modificar modelo”, en su lugar tendrán la opción “Modificar usuario”. Además, tendrán ventanas restringidas a las que únicamente el usuario administrador podrá acceder. Las ventanas disponibles para los usuarios sin privilegios son las correspondientes a las figuras C.3, C.4, C.6 y C.9.

### Vista de administrador

Se muestra el diseño de las interfaces para un usuario con privilegios.



The image shows a login interface titled "Iniciar sesión". It contains two input fields: "Usuario" with the text "admin" and "Contraseña" with masked characters "\*\*\*\*\*". Below the fields is a blue button labeled "Iniciar sesión".

Figura C.3: Pantalla de inicio de sesión de un usuario administrador.

**Inicio**   **Gestionar usuarios**   **Modificar modelo**   **Cerrar sesión**

Bienvenido, admin Álvaro Alonso

**Seleccionar archivo**    ▼    ▼

**Predecir**

Figura C.4: Pantalla inicial de un usuario administrador.



**Inicio**   **Gestionar usuarios**   **Modificar modelo**   **Cerrar sesión**

## Bienvenido, Usuario1

**Seleccionar archivo**

Seleccione la mano... ▼

- Derecha
- Izquierda

Seleccione el sexo... ▼

- Hombre
- Mujer

Figura C.5: Pantalla inicial de un usuario administrador con las listas desplegadas.

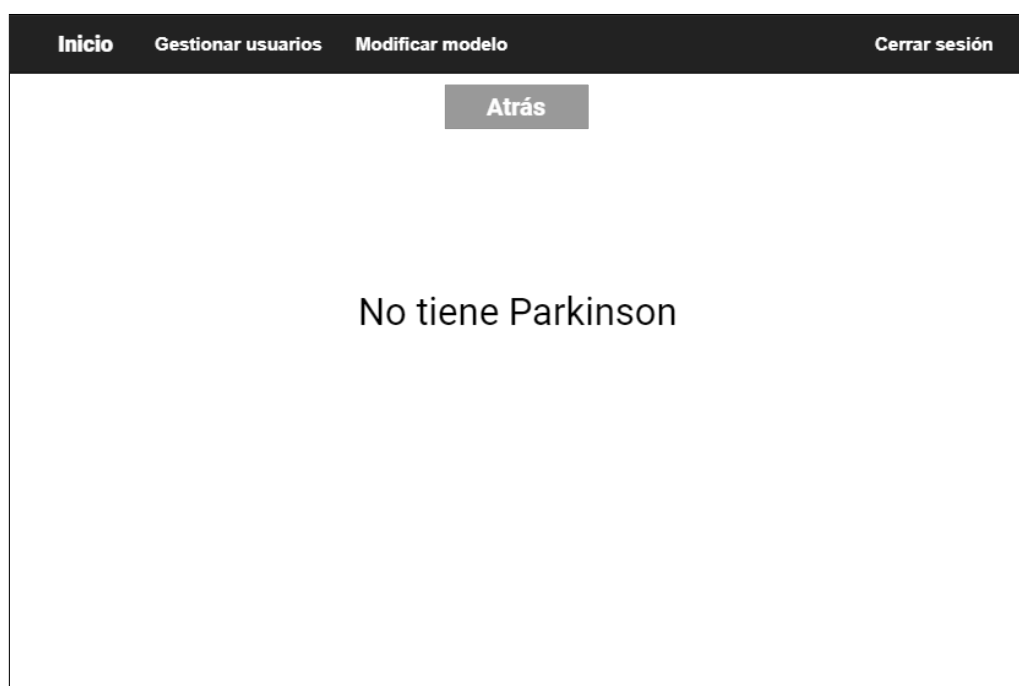


Figura C.6: Pantalla con el resultado de la predicción de un usuario administrador.

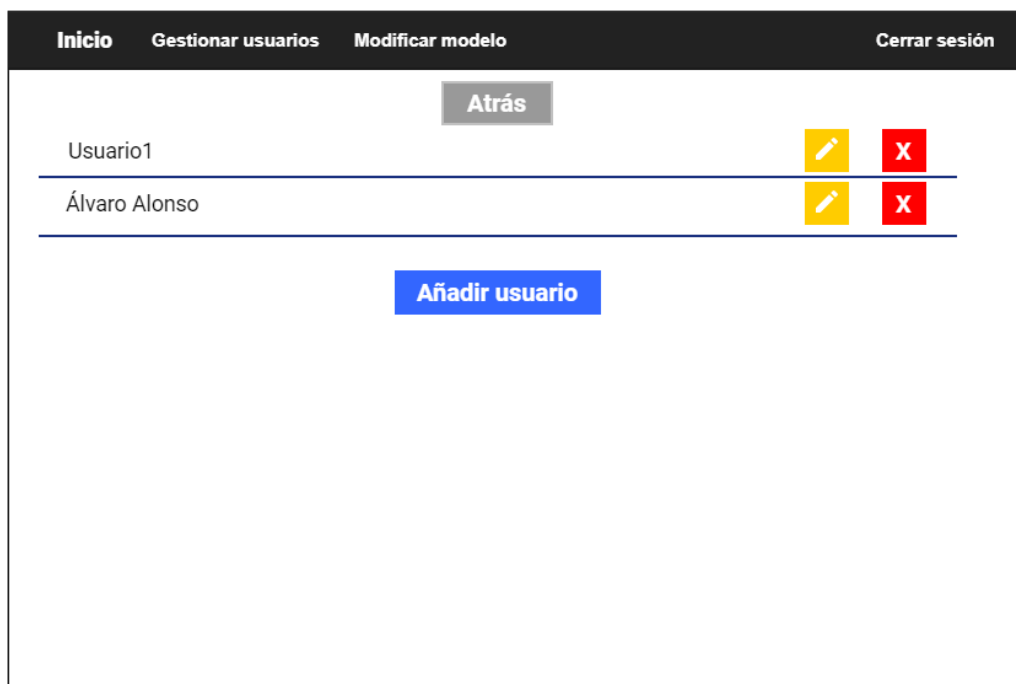


Figura C.7: Pantalla con el listado de los usuarios dados de alta en la aplicación.

The image shows a web application interface with a dark navigation bar at the top containing the links: Inicio, Gestionar usuarios, Modificar modelo, and Cerrar sesión. The main content area is titled 'Añadir usuario' and contains a form with four input fields arranged in two columns. The left column has 'Nombre de usuario' and 'Contraseña' fields, while the right column has 'Nombre completo' and 'Confirmar contraseña' fields. At the bottom of the form are two buttons: a gray 'Cancelar' button and a blue 'Añadir usuario' button.

Añadir usuario			
Nombre de usuario		Nombre completo	
Contraseña		Confirmar contraseña	
<b>Cancelar</b>		<b>Añadir usuario</b>	

Figura C.8: Pantalla con el formulario para dar de alta a un usuario.

The image shows a web application interface with a dark navigation bar at the top containing the links: Inicio, Gestionar usuarios, Modificar modelo, and Cerrar sesión. The main content area is titled 'Modificar usuario' and contains a form with four input fields arranged in two columns. The left column has 'Nombre de usuario' (containing 'admin') and 'Contraseña' (empty). The right column has 'Nombre completo' (containing 'Álvaro Alonso') and 'Confirmar contraseña' (empty). At the bottom of the form are two buttons: a gray 'Cancelar' button and a blue 'Modificar usuario' button.

<b>Inicio</b>	<b>Gestionar usuarios</b>	<b>Modificar modelo</b>	<b>Cerrar sesión</b>
---------------	---------------------------	-------------------------	----------------------

### Modificar usuario

Nombre de usuario	Nombre completo
<input type="text" value="admin"/>	<input type="text" value="Álvaro Alonso"/>
Contraseña	Confirmar contraseña
<input type="password"/>	<input type="password"/>

Figura C.9: Pantalla con el formulario para modificar un usuario existente.

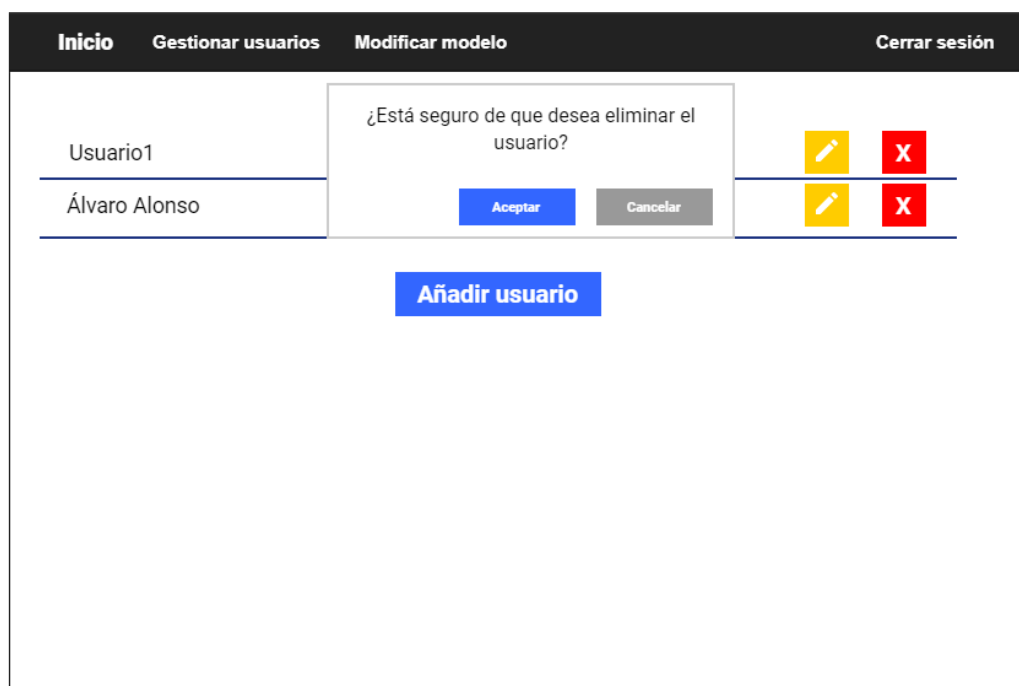


Figura C.10: Pantalla con la confirmación para borrar el usuario.



Figura C.11: Pantalla con la subida del modelo al servidor.





## Apéndice *D*

---

# Documentación técnica de programación

---

### D.1. Introducción

En este apartado, se detalla todo aquello que es necesario saber para comprender la aplicación web desde el punto de vista de un programador. También se detalla la estructura de directorios seguida para realización del proyecto.

### D.2. Estructura de directorios

Los archivos realizados durante este proyecto se han subido al repositorio de [GitHub](#), siguiendo una estructura. La estructura es la siguiente:

- **/doc:** en esta carpeta se aloja toda la documentación del proyecto realizado. Esta carpeta además tiene otras en su interior y almacena los ficheros principales de la documentación, tanto en formato  $\text{\LaTeX}$  como en PDF, además de las bibliografías. Las carpetas interiores son:
  - **/img:** en esta carpeta se alojan las imágenes de la documentación.
  - **/tex:** en esta carpeta se alojan los ficheros de  $\text{\LaTeX}$  que conforman cada apartado de la memoria y los anexos.
- **/notebooks:** en esta carpeta se alojan los archivos de Jupyter Notebook utilizados durante el desarrollo de este trabajo.

La estructura de ficheros seguida para el desarrollo de la aplicación es la siguiente:

- **/impl:** esta carpeta contiene las clases de Python utilizadas en la aplicación para realizar diferentes funciones.
- **/modelo:** en esta carpeta se subirá el modelo para predecir. Únicamente habrá un archivo en esta carpeta, ya que al subir un nuevo modelo, el antiguo se eliminará.
- **/static:** esta carpeta contiene los archivos estáticos de la aplicación. Dentro hay otras tres carpetas, alojando cada una un tipo de archivo diferente:
  - **/js:** esta carpeta contiene los archivos JavaScript utilizados en la aplicación web.
  - **/img:** esta carpeta contiene las imágenes utilizadas en la aplicación web.
  - **/css:** esta carpeta contiene los archivos CSS utilizados en la aplicación web.
- **/templates:** esta carpeta contiene todos los archivos HTML de la aplicación. Alberga los archivos más generales y otras dos carpetas más, las cuales son:
  - **/admin:** esta carpeta contiene todos los archivos HTML que tienen que ver con el usuario administrador, esto es, que sólo un usuario administrador puede ver renderizados.
  - **/pred:** esta carpeta contiene todos los archivos HTML que tienen que ver con la predicción.
- **/video:** esta carpeta contiene el vídeo que se va a procesar para realizar la predicción. Una vez termine la predicción, el vídeo se borrará del servidor.

### D.3. Manual del programador

En este apartado se detallan las aplicaciones necesarias desde el punto de vista de un programador.

## Base de datos MySQL

En este proyecto se ha utilizado una base de datos MySQL utilizando XAMPP, aunque puede ser utilizada una base de datos MySQL sin necesidad de utilizar XAMPP. El nombre de la base de datos, así como el usuario y la contraseña de esta deben ser especificados en el fichero *config.py*, concretamente en las variables *MYSQL\_HOST* para el *host* de la base de datos, que generalmente será *localhost*; *MYSQL\_USER* y *MYSQL\_PASSWORD* para el nombre de usuario de la base de datos y la contraseña, respectivamente y *MYSQL\_DB* para el nombre de la base de datos.

## Servidor en local

Dado que se trata de un servidor, para conectarse desde otro equipo como cliente es necesario establecer una dirección IP al servidor y además, estar conectado a la misma red que el servidor. Si el cliente no está conectado a la misma red que el servidor, entonces será necesario abrir los puertos del *router* para que el servidor sea alcanzable desde el exterior. Como las direcciones IP de los equipos pueden variar, lo mejor será establecer en un principio el servidor como local, es decir, utilizando la dirección IP local del equipo, la 127.0.0.1, para no complicar la instalación.

## D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto

En este apartado se explica cómo se compila, se instala y se ejecuta el *software* desarrollado.

### Instalación

Para instalar el proyecto, se han de seguir los siguientes pasos:

1. Acceder al repositorio de [GitHub](#) y descargar el archivo ZIP mediante la opción “Code” > “Download ZIP”.
2. Descomprimir el archivo en el lugar deseado para trabajar.
3. Iniciar la consola en el directorio *app* y ejecutar el comando `pip install -r requirements.txt` para instalar las bibliotecas de la aplicación. Es importante tener instalada al menos la versión 3.9.7 de Python para no tener incompatibilidades.

4. Importar el fichero *flask\_bd* en una base de datos MySQL con nombre *flask\_bd*.

## Compilación

Al tratarse de código Python, este no necesita compilarse de forma manual. Todos los cambios realizados en el código aparecerán una vez se reinicie el servidor, y si está el modo *debug* activado, no será necesario reiniciar y los cambios se producirán al guardar el fichero.

## Ejecución

Para iniciar la aplicación, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Arrancar la base de datos.
- Iniciar la aplicación desde la consola utilizando el comando `py app.py` desde el directorio *app*.

## D.5. Pruebas del sistema

En este apartado se explican aquellas pruebas realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación. Dada la sencillez de la aplicación, no se han realizado pruebas automatizadas, sino que se han realizado manualmente.

### Redirecciones

Dado que es necesario que un usuario esté dado de alta en la aplicación, un cliente únicamente podrá acceder a la pantalla de inicio de sesión. Una vez iniciada la sesión, si este usuario no es el administrador, tampoco podrá acceder a las pantallas del administrador. Al tratarse de una aplicación web, los clientes podrían acceder a las diferentes pantallas de la aplicación utilizando la barra de direcciones y escribiendo manualmente la dirección. La tabla D.1 muestra las direcciones posibles de la página web y la redirección dependiendo de los privilegios.

Aquellas direcciones de la tabla que tengan el símbolo # quiere decir que la dirección contiene justo después un valor numérico. En caso de utilizar esa misma dirección sin ese valor numérico o reemplazando el símbolo # por un valor no numérico, aparecería la plantilla *404.html* renderizada.

Dirección	Sin usuario	Usuario	Administrador
/	/login	/login	/login
/login	/login	/login	/login
/logout	/login	/login	/login
/gestion_usuarios	/login	/upload	/gestion_usuarios
/agregar_usuario	/login	/upload	/agregar_usuario
/usuario_agregado	/login	/upload	/admin
/modificar_usuario/#	/login	/modificar_usuario/#	/modificar_usuario/#
/usuario_modificado/#	/login	/upload	/gestion_usuarios
/usuario_borrado/#	/login	/upload	/gestion_usuarios
/upload	/login	/upload	/upload
/admin	/login	/upload	/admin
/uploader	/login	/upload	/admin
/modificar_modelo	/login	/upload	/modificar_modelo
/subida_modelo	/login	/upload	/admin
Cualquier otra ruta	/login	404.html	404.html

Tabla D.1: Tabla con las redirecciones dependiendo del usuario.

## Base de datos

La base de datos cuenta con una clave primaria y una clave única, tal y como se comentó en el apartado C.2 de este documento. Por este motivo, se contemplan aquellas consultas que no cumplan las restricciones, por ejemplo, si se repite el ID o si se repite el nombre de usuario.

El ID no puede repetirse ya que cada vez que se asigna un nuevo ID a un usuario creado, se obtiene el ID más bajo disponible. Sin embargo, dado que el nombre de usuario puede ser introducido a mano, aparecerá un mensaje advirtiendo al cliente que no puede utilizar ese nombre, ya que está en uso. Este mensaje de error aparecerá tanto en la opción de añadir usuario como en la de modificar usuario.

En el inicio de sesión, cuando el cliente introduzca el usuario y la contraseña, ambos serán comprobados en la base de datos. Si el usuario no existe, aparecerá un mensaje indicando al cliente que el usuario introducido es incorrecto. Si la contraseña no coincide con la almacenada en la base de datos para el usuario introducido, aparecerá un mensaje indicando que la contraseña es incorrecta.

## **Campos vacíos o incorrectos**

En varias pantallas de la aplicación es necesario rellenar campos o subir ficheros para poder realizar correctamente la tarea que se pretende. Si no se rellenan los campos del inicio de sesión, se mostrará un mensaje indicando que ese usuario no es correcto.

Si no se selecciona ningún vídeo en la pantalla principal, se mostrará un mensaje de que es necesario rellenar los campos. Si sólo se rellenan los campos mano y sexo, aparecerá un mensaje indicando al cliente que el vídeo no es correcto. Si se sube un fichero con una extensión incorrecta, se mostrará el mismo mensaje.

De forma muy similar ocurre al actualizar el modelo. Tanto si no se ha seleccionado ningún modelo como si el fichero es incorrecto, aparecerá un mensaje avisando de que el archivo no es válido.

Por otro lado, si al añadir o modificar un usuario, no se rellenan todos los campos, se avisará al cliente indicando los campos que faltan por rellenar.

Finalmente, para confirmar la contraseña introducida en el alta o modificación de un usuario, es necesario introducirla de nuevo. Si ambas no coinciden, no le permitirá al usuario continuar con la operación y le indicará mediante un aviso que las contraseñas no coinciden.

## *Apéndice E*

---

# Documentación de usuario

---

## E.1. Introducción

En esta sección, se explica al usuario qué necesita para poder utilizar la aplicación, cómo se instalaría y un manual de usuario para enseñarle cómo funciona.

## E.2. Requisitos de usuarios

Los requisitos necesarios para poder utilizar la aplicación web son:

- Tener un navegador que soporte HTML5, como Google Chrome o Microsoft Edge.
- Tener conexión a Internet.

Además, dado que es necesario estar dado de alta para utilizar la aplicación, se han preparado unos usuarios específicos para poder realizar pruebas en la aplicación desde un usuario con privilegios y otro sin privilegios:

- Administrador:
  - **Nombre de usuario**: admin.
  - **Contraseña**: 1234.
- Usuario:

- **Nombre de usuario:** usuario.
- **Contraseña:** 1234.

## E.3. Instalación

Al tratarse de una aplicación web, no necesita nada más allá de un navegador web que soporte HTML5.

## E.4. Manual del usuario

En esta sección se explica cómo utilizar la aplicación web.

### Inicio de sesión

Nada más acceder a la aplicación web, aparecerá la pantalla de inicio de sesión que representa la figura E.1. Para acceder a ella, es necesario estar previamente dado de alta. Los usuarios indicados en el punto E.2 pueden ser utilizados para acceder a la aplicación.

En caso de no escribir correctamente el usuario, aparecerá un mensaje indicando que el usuario es incorrecto, como se aprecia en la figura E.2. Si la contraseña es incorrecta, aparecerá otro mensaje indicando que el error en el inicio de sesión ha sido la contraseña, tal y como se muestra en la figura E.3, pero que el usuario es correcto.

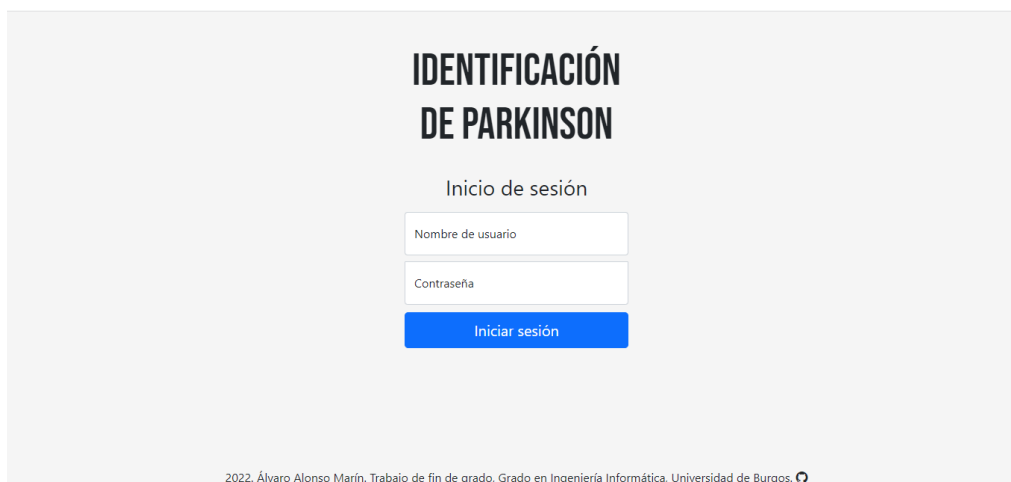
Dependiendo de si se trata de un usuario con o sin privilegios, aparecerán unas opciones u otras.

### Pantalla principal

#### Usuario administrador

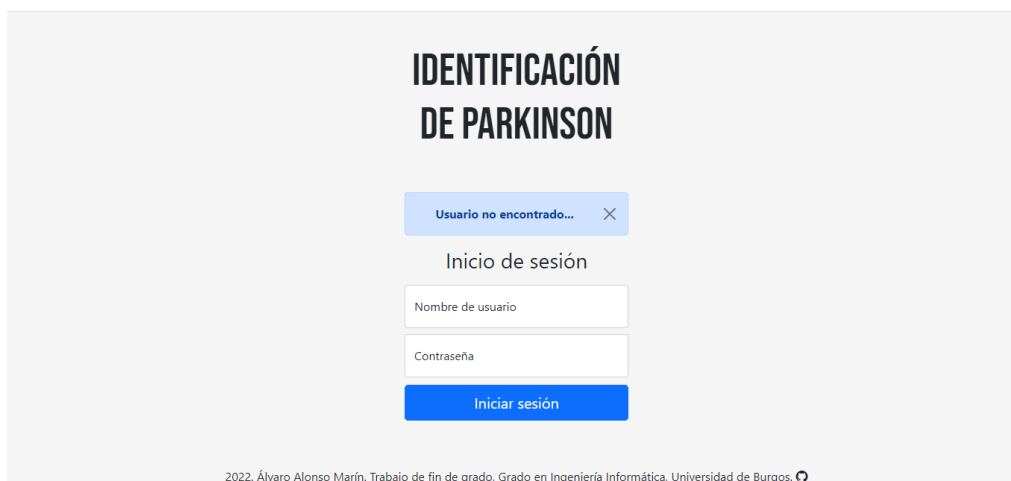
En caso de haber accedido con el usuario administrador, se podrán realizar más operaciones. En esta pantalla se podrá seleccionar el vídeo o arrastrarlo para realizar la predicción, además de seleccionar la mano y el sexo, tal y como se muestra en la figura E.4.





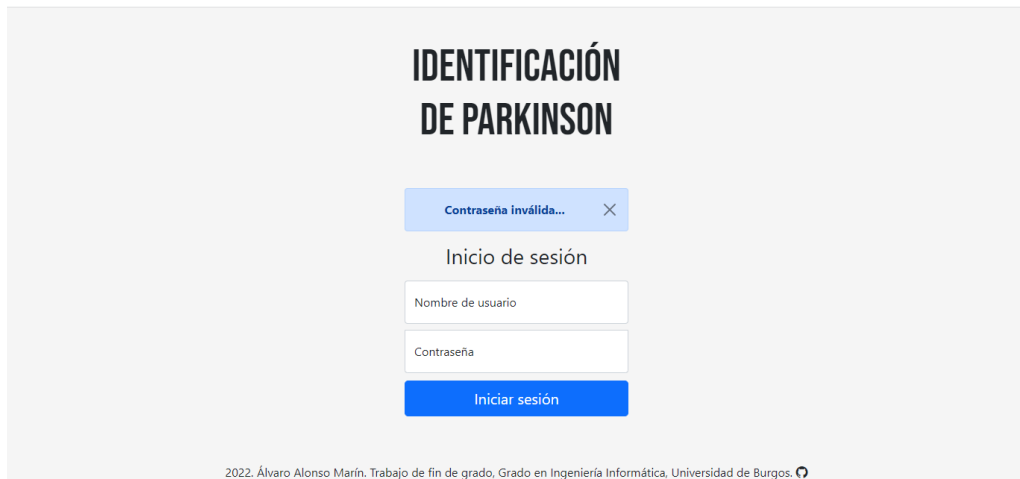
The screenshot shows a web application interface for "IDENTIFICACIÓN DE PARKINSON". The title is centered at the top in a large, bold, black font. Below the title, the text "Inicio de sesión" is centered. Underneath, there are two input fields: "Nombre de usuario" and "Contraseña", both with light gray borders. Below these fields is a blue button with the text "Iniciar sesión" in white. At the bottom of the page, there is a small footer text: "2022. Álvaro Alonso Marín. Trabajo de fin de grado, Grado en Ingeniería Informática, Universidad de Burgos." followed by a small circular logo.

Figura E.1: Pantalla del inicio sesión de la aplicación web.



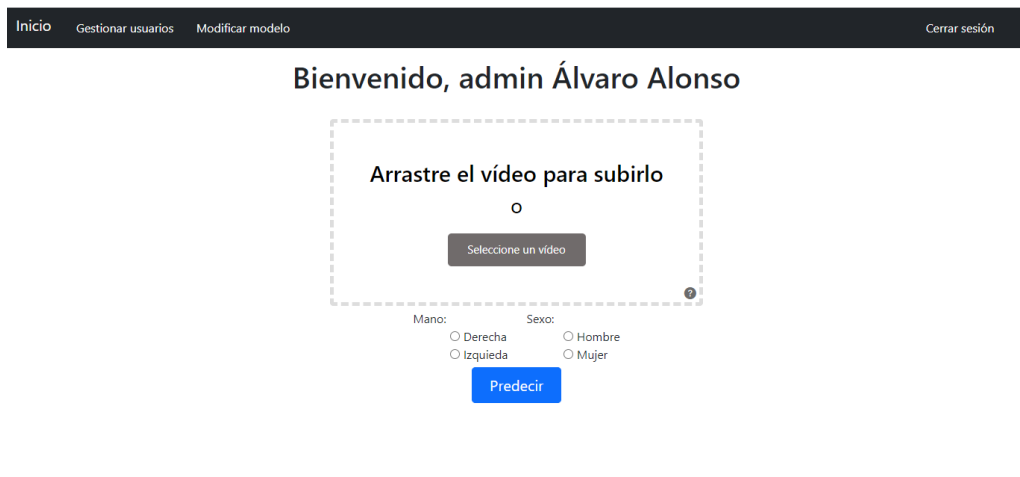
This screenshot shows the same login page as Figure E.1, but with an error message displayed. Above the "Inicio de sesión" text, there is a light blue rectangular box with the text "Usuario no encontrado..." in black, followed by a small "X" icon in a square. The rest of the page, including the input fields and the "Iniciar sesión" button, remains the same. The footer text at the bottom is also identical to the previous screenshot.

Figura E.2: Pantalla del inicio sesión con el error de usuario no encontrado.



The screenshot shows a login interface titled "IDENTIFICACIÓN DE PARKINSON". At the top, there is a blue error message box that says "Contraseña inválida..." with a close button. Below this, the text "Inicio de sesión" is centered. There are two input fields: "Nombre de usuario" and "Contraseña". Below the fields is a blue button labeled "Iniciar sesión". At the bottom of the page, there is a small footer text: "2022. Álvaro Alonso Marín. Trabajo de fin de grado, Grado en Ingeniería Informática, Universidad de Burgos."

Figura E.3: Pantalla del inicio sesión con el error de contraseña inválida.



The screenshot shows the main interface for an administrator. At the top, there is a dark navigation bar with links: "Inicio", "Gestionar usuarios", "Modificar modelo", and "Cerrar sesión". Below the navigation bar, the text "Bienvenido, admin Álvaro Alonso" is displayed. The main content area features a large dashed box with the text "Arrastre el vídeo para subirlo" and a small circle below it. Inside this box is a button labeled "Seleccione un vídeo". Below the dashed box, there are two sections: "Mano:" with radio buttons for "Derecha" and "Izquierda", and "Sexo:" with radio buttons for "Hombre" and "Mujer". At the bottom of these sections is a blue button labeled "Predecir".

Figura E.4: Pantalla principal del administrador para realizar la predicción.

---

## Bibliografía

---

- [1] Indeed. Sueldos por año de informático/a en acs informaticos en españa. <https://es.indeed.com/cmp/ACS-Informaticos-1/salaries/Inform%C3%A1tico-a>, 2022. [Internet; descargado 4-junio-2022].
- [2] Wikipedia. Gnu general public license — wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GNU\\_General\\_Public\\_License&oldid=142492281](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GNU_General_Public_License&oldid=142492281), 2022. [Internet; descargado 3-junio-2022].