



Universidad de Valladolid

Escuela Ingeniería Informática de Valladolid

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Mención Ingeniería de Software

BotanicaApp: Aplicación móvil de botánica

Autor:

Raquel López Martín

Tutora:

Margarita Gonzalo Tasis

Índice

Índice	4
Índice de figuras	8
Índice de tablas.....	10
Resumen	14
Abstract	16
Capítulo 1. Introducción	18
1.1. Resumen	20
1.2. Objetivos.....	20
1.3. Esquema de la memoria	21
Capítulo 2. Contexto.....	22
2.1. Introducción al proyecto	24
2.1.1. Importancia de la botánica en la sociedad	24
2.1.2. Importancia en generaciones futuras.....	24
2.1.3. Difusión de la información.....	25
2.1.4. Aprendizaje con juegos y dispositivos móviles.....	26
2.2. Descripción de los usuarios	26
2.2.1. Niños	26
2.2.2. Usuarios noveles.....	26
2.3. Apps del mercado	27
2.3.1. Anthos.....	27
2.3.2. ArbolApp.....	28
2.3.3. PlantNet Identificación Planta	29
2.3.4. Conclusión	31
Capítulo 3. Desarrollo del proyecto.....	32
3.1. Plan de desarrollo de software.....	34
3.1.1. Introducción.....	34
3.1.2. Planificación del proyecto	34
3.2. Gestión de riesgos	38
3.3. Coste del proyecto.....	42
3.4. Seguimiento del proyecto.....	42
Capítulo 4. Análisis.....	44
4.1. Actores.....	46
4.2. Requisitos funcionales	46
4.3. Requisitos no funcionales.....	47

4.4. Casos de uso	48
4.5. Diagramas de actividad	60
4.5.1. Diagrama de actividad del CU01	60
4.5.2. Diagrama de actividad del CU02	61
4.5.3. Diagrama de actividad del CU03	61
4.5.4. Diagrama de actividad del CU04	62
4.5.5. Diagrama de actividad del CU05	63
4.5.6. Diagrama de actividad del CU06	63
4.5.7. Diagrama de actividad del CU07	64
4.5.8. Diagrama de actividad del CU08	65
4.5.9. Diagrama de actividad del CU09	66
4.6. Modelo de dominio	67
Capítulo 5. Diseño.....	68
5.1. Arquitectura.....	70
5.1.1. Patrón MVP.....	70
5.1.2. Otros patrones.....	71
5.2. Diagramas de Secuencia	72
5.3. Diagrama de diseño	81
5.4. Prototipos de las vistas	84
5.4.1. Evaluación.....	88
Capítulo 6. Implementación	90
6.1. Introducción	92
Capítulo 7. Tecnología utilizada.....	94
7.1. Introducción	96
7.2. Java	96
7.2. Android Studio.....	97
7.3. Google Maps API	97
7.4. Librería WEKA.....	98
Capítulo 8. Pruebas.....	100
8.1. Introducción	102
8.2. Pruebas de caja blanca	102
8.3. Pruebas de caja negra	102
Capítulo 9. Manual de Usuario	114
y de Instalación.....	114
9.1 Manual de Usuario	116
9.2. Manual de Instalación	122
Capítulo 10. Conclusiones	124

Capítulo 11. Bibliografía y Webgrafía128

Índice de figuras

Figura 1. Capturas de pantalla de la aplicación Anthos.....	27
Figura 2. Capturas de pantalla de la aplicación ArbolApp.....	28
Figura 3. Capturas de pantalla de la aplicación ArbolApp.....	29
Figura 4. Capturas de pantalla de la aplicación PlantNet.....	30
Figura 5. Planificación de las fases	35
Figura 6. Planificación de la fase de inicio	35
Figura 7. Planificación de la fase de elaboración.....	36
Figura 8. Planificación de la fase de construcción	36
Figura 9. Planificación de la fase de transición.....	36
Figura 10. Diagrama de Gantt de las fases.	37
Figura 11. Diagrama de casos de uso.	48
Figura 12. Diagrama de secuencia de CU01	49
Figura 13. Diagrama de secuencia de CU02	51
Figura 14. Diagrama de secuencia de CU03	52
Figura 15. Diagrama de secuencia de CU04	53
Figura 16. Diagrama de secuencia de CU05	54
Figura 17. Diagrama de secuencia de CU06	55
Figura 18. Diagrama de secuencia de CU07	56
Figura 19. Diagrama de secuencia de CU08	57
Figura 20. Diagrama de secuencia de CU09	58
Figura 21. Diagrama de actividad de CU01.....	60
Figura 22. Diagrama de actividad de CU02.....	61
Figura 23. Diagrama de actividad de CU03.....	61
Figura 24. Diagrama de actividad de CU04.....	62
Figura 25. Diagrama de actividad de CU05.....	63
Figura 26. Diagrama de actividad de CU06.....	63
Figura 27. Diagrama de actividad de CU07.....	64
Figura 28. Diagrama de actividad de CU08.....	65
Figura 29. Diagrama de actividad de CU09.....	66
Figura 30. Modelo de Dominio	67
Figura 31. Dibujo esquematizado de MVC	70
Figura 32. Dibujo esquematizado de MVP	70
Figura 33. Diagrama de secuencia CU01 Identificar una planta.....	72
Figura 34. Diagrama de secuencia CU02 Acceso a Biblioteca	73

Figura 35. Diagrama de secuencia CU03 Acceso a Mi Colección	74
Figura 36. Diagrama de secuencia CU04 Cambiar configuración de GPS	75
Figura 37 Diagrama de secuencia CU05 Ver información de una planta en la Biblioteca	76
Figura 38. Diagrama de secuencia CU06 Ver información de una planta en Mi Colección	77
Figura 39. Diagrama de secuencia CU07 Exportar datos del usuario.....	78
Figura 40. Diagrama de secuencia CU08 Cargar datos del usuario	79
Figura 41. Diagrama de secuencia CU09 Elegir Planta Alternativa	80
Figura 42. Vistas de la aplicación.....	81
Figura 43. Presentadores de la aplicación.....	82
Figura 44. Prototipo de pantalla inicial de la aplicación.....	84
Figura 45. Prototipo de vistas de la Biblioteca.	85
Figura 46. Prototipo de vistas de la Mi Colección	86
Figura 47. Prototipo de vistas de la Mi Colección	87
Figura 48. Prototipo de vistas de Configuración.	88
Figura 49. Logotipo de Java	96
Figura 50. Logotipo de Android Studio.....	97
Figura 51. Logotipo de Google Maps API	97
Figura 52. Logotipo de WEKA	98
Figura 53. Captura de la pantalla de inicio de la aplicación	116
Figura 54. Capturas de la pantalla de identificación de una planta	117
Figura 55. Capturas de la pantalla de confirmación de planta identificada.....	117
Figura 56. Capturas de la pantalla de lista de otras opciones a la identificación.....	118
Figura 57. Capturas de la pantalla de la Biblioteca	119
Figura 58. Capturas de la pantalla de la Colección	119
Figura 59. Captura de la pantalla de Configuración	120
Figura 60. Captura de la pantalla la ventana de confirmación de la exportación.....	121
Figura 61. Captura de la ventana de selección de un fichero.....	121
Figura 62. Capturas de pantalla ajustes de seguridad de un dispositivo Android.....	122

Índice de tablas

Tabla 1. Planificación inicial de las fases del proyecto	34
Tabla 2. Riesgo R01 - Problemas con el equipo	39
Tabla 3. Riesgo R02 - Modificaciones en los requisitos	39
Tabla 4. Riesgo R03 - Problemas en el desarrollo.....	40
Tabla 5. Riesgo R04 - Retraso en la planificación	40
Tabla 6. Riesgo R05 - Diseño escaso o incompleto.....	41
Tabla 7. Riesgo R06 - Falta de conocimientos	41
Tabla 8. Costes del proyecto.....	42
Tabla 9. Requisitos funcionales del sistema.	47
Tabla 10. Requisitos no funcionales.	47
Tabla 11. Caso de uso CU01 – Identificar una planta	50
Tabla 12. Caso de uso CU02 – Acceder a la biblioteca	51
Tabla 13. Caso de uso CU03 – Acceder a Mi colección	52
Tabla 14. Caso de uso CU04 – Cambiar configuración GPS.....	53
Tabla 15. Caso de uso CU05 – Ver información de una planta en la biblioteca	54
Tabla 16. Caso de uso CU06 -- Ver información de una planta en Mi Colección	55
Tabla 17. Caso de uso CU07 -- Exportar datos del usuario.....	56
Tabla 18. Caso de uso CU08 – Cargar datos del usuario	57
Tabla 19. Caso de uso CU09 – Elegir Planta Alternativa.....	59
Tabla 20. Caso de Prueba 01 -- Ver plantas en Biblioteca.....	102
Tabla 21. Caso de Prueba 02 -- Ver información de planta en Biblioteca	103
Tabla 22. Caso de Prueba 03 -- Ver plantas en Colección	103
Tabla 23. Caso de Prueba 04 -- Ver información de planta en Colección	103
Tabla 24. Caso de Prueba 05 -- Ver mapa de planta identificada	104
Tabla 25. Caso de Prueba 06 -- Acceder a información completa de planta desde Colección .	104
Tabla 26. Caso de Prueba 07 -- Cambiar la configuración del GPS.....	104
Tabla 27. Caso de Prueba 08 -- Inicio de identificar	105
Tabla 28. Caso de Prueba 09 -- Primeras preguntas identificación de Árbol	105
Tabla 29. Caso de Prueba 10 -- Primeras preguntas identificación de Flor o Arbusto	105
Tabla 30. Caso de Prueba 11 -- Clasificación de una planta	106
Tabla 31. Caso de Prueba 12 -- Confirmar clasificación de una planta	106
Tabla 32. Caso de Prueba 13 -- Otras opciones a la clasificación	107
Tabla 33. Caso de Prueba 14 -- Seleccionar una planta de otras opciones	107
Tabla 34. Caso de Prueba 15 -- Confirmar selección de otra opción a la clasificación.....	108
Tabla 35. Caso de Prueba 16 -- Cancelar la selección de otra opción a la clasificación	108

Tabla 36. Caso de Prueba 17 -- Identificar una planta sin guardar la localización	109
Tabla 37. Caso de Prueba 18 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización.....	109
Tabla 38. Caso de Prueba 19 -- Identificar una planta que ya se encuentra en Colección	110
Tabla 39. Caso de Prueba 20 -- Identificar una planta que ya se encuentra en Colección sin guardar la localización	110
Tabla 40. Caso de Prueba 21 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización.....	111
Tabla 41. Caso de Prueba 22 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones.....	111
Tabla 42. Caso de Prueba 23 -- Exportar los datos del usuario	112
Tabla 43. Caso de Prueba 24 -- Cargar los datos del usuario	112

Resumen

Con el avance de la tecnología, se ha presenciado un cambio en la forma de aprender para personas de todas las edades. Este cambio, sin embargo, no ha llegado a algunos tipos de ciencias, como es el caso de la Botánica.

Este proyecto está orientado a crear una solución a este problema, ofreciendo tanto a niños como a adultos una manera divertida y accesible de aprender sobre las plantas que les rodean.

Abstract

With the advance of technology, a change has been witnessed in the way of learning for people of all ages. This change, however, has not reached some types of sciences, as in the case of Botany.

This project is aimed at creating a solution to this problem, offering both children and adults a fun and accessible way to learn about the plants that surround them.

Capítulo 1. Introducción

1.1. Resumen

La motivación detrás de este proyecto surge de la necesidad de nuevas formas de aprender botánica. Esta ciencia pasa inadvertida para los más jóvenes, y la información que se puede encontrar sobre ella no está pensada para ser divertida o atractiva para los niños.

La botánica es tan importante ahora o más de lo que era antes. De ella depende que sigamos teniendo comida, aire que respirar, nuevos combustibles o medicinas. De ella depende mantener la biodiversidad y el planeta.

Actualmente, se pueden encontrar pocas aplicaciones que ofrezcan información sobre plantas. La mayoría de ella se basan en consejos sobre el cultivo o identificación de plantas a través de fotos, ninguna atractiva para los niños o personas sin conocimientos previos sobre plantas.

Este proyecto surge de esa necesidad de enseñar a niños y personas noveles en la botánica una manera divertida e interactiva de aprender que les interese y les resulte sencilla.

A lo largo de esta memoria, se explicará en profundidad el contexto de este proyecto, así como las diferentes fases por las que se ha pasado para desarrollarlo.

1.2. Objetivos

El desarrollo del Trabajo de Fin de Grado implica la puesta en práctica y la ampliación de los conocimientos del estudiante, así como la elaboración de un trabajo original. El desarrollo de este proyecto tiene como objetivos los siguientes:

- Análisis de la problemática del proyecto y el estudio de la información necesaria para el desarrollo del proyecto.
- Desarrollar una aplicación móvil que cumpla con los requisitos de funcionalidad y diseño establecidos.
- Elaborar una memoria que reúna la planificación realizada, el estudio de la problemática, el análisis y diseño, la implementación y tecnología utilizada, las pruebas realizadas sobre la aplicación, los manuales de usuario, y las conclusiones y futuras mejoras.

1.3. Esquema de la memoria

En este apartado se ofrece un guión de los apartados y temas que se desarrollaran en esta memoria, junto con una breve descripción de su contenido.

- **Contexto:** análisis de aplicaciones relativas a la botánica, exponiendo sus virtudes y aspectos no recomendables, y un estudio de la botánica y el aprendizaje a través de los videojuegos.
- **Desarrollo del proyecto:** planificación y posibles riesgos que se pueden producir durante el desarrollo del proyecto.
- **Análisis:** descripciones y diagramas del análisis realizado del proyecto.
- **Diseño:** detalles de la arquitectura elegida y el diseño de la aplicación.
- **Implementación:** descripción de los pasos seguidos en el desarrollo de la aplicación.
- **Tecnología utilizada:** descripción de las tecnologías y entornos con los que se ha desarrollado este proyecto.
- **Pruebas:** casos de prueba diseñados para la aplicación, y probados durante y al final del desarrollo.
- **Manual de Usuario e Instalación:** guía para los futuros usuarios del uso de la aplicación y las funcionalidades que pueden encontrar en ella.
- **Conclusiones:** valoración sobre el trabajo realizado y lo aprendido, y posibles mejoras de la aplicación.
- **Bibliografía y Webgrafía:** documentos y páginas web consultadas durante la elaboración de la memoria.

Capítulo 2. Contexto

2.1. Introducción al proyecto

La botánica ha sido vital a lo largo de la historia del ser humano. Desde el descubrimiento de la agricultura a el uso de plantas para la fabricación de medicamentos, la sociedad se ha apoyado en la botánica para investigar y encontrar más usos para las plantas que simplemente como alimento. [1] [2]

Es por ello por lo que su descubrimiento y estudio sigue siendo importante, ya que en el futuro no solo nos interesara estudiar las plantas que ya conocemos y descubrir nuevas, sino también estudiar el impacto que tiene el ser humano en la biodiversidad y como contrarrestarlo para conservarla. [3] [4]

2.1.1. Importancia de la botánica en la sociedad

La botánica se aplica en casi todos los ámbitos de la vida. Desde la alimentación hasta como combustible, las plantas están presentes en el día a día. [2]

- **Alimentación:** prácticamente todo lo que comemos proviene de las plantas, ya sea directa o indirectamente, como la alimentación del ganado. Son el primer eslabón en la cadena alimenticia, y por lo tanto es fundamental estudiar la mejora de los cultivos y su mantenimiento para generaciones futuras.
- **Ciencia:** las plantas son fundamentales para estudiar los procesos biológicos, tales como los genes o el comportamiento de las células. Debido a los experimentos llevados a cabo, se han podido desarrollar variedades de plantas nuevas y más beneficiosas, entender los genes o la división celular.
- **Aplicaciones medicinales:** muchas de las medicinas actuales vienen del reino vegetal, como por ejemplo la aspirina, que se obtenía de la corteza de sauce. Otras plantas se usan directamente como remedios, como por ejemplo las infusiones de manzanilla o las pastillas naturales.
- **Otros:** otras aplicaciones están en los combustibles, como por ejemplo el uso de la caña de azúcar como biomasa para producir una energía alternativa a los combustibles fósiles. Otra aplicación es en la ropa, como por ejemplo el algodón o el lino, o el uso que se da a la madera y el papel.

2.1.2. Importancia en generaciones futuras

En vistas al futuro, las plantas tendrán incluso más importancia que en la actualidad. No solo por su contribución en nuestra alimentación, sino además como fuente de recursos alternativos en cuanto a combustible o por las propiedades que todavía tenemos que descubrir. [5]

El aumento de la población, el desarrollo de la tecnología y de la industria son causantes de grandes problemas medioambientales que solo parecen empeorar con el tiempo. El papel de la botánica en el futuro es fundamental, ya que de esta ciencia dependerá nuestra alimentación, medicina, materiales de construcción, formas sostenibles de combustible, pero sobre todo el aire que respiramos.

A través de la investigación y el estudio de las plantas que ya conocemos y del descubrimiento de nuevas especies, los botánicos serán capaces de encontrar una manera sostenible para usar las plantas y asegurar su conservación. [4]

2.1.3. Difusión de la información

Por las razones anteriores, la difusión de la información que ya conocemos y despertar el gusto por la ciencia y la botánica en las futuras generaciones es tan importante. El conocimiento sobre la botánica se ha transmitido de diferentes maneras a lo largo de la historia, y ahora se puede adquirir dicho conocimiento de las siguientes maneras:

- **Dentro de las familias:** de generación en generación se transmiten los conocimientos sobre las plantas, ya sea en los huertos familiares o las tierras que se heredan. Padres e hijos comparten información sobre las diferentes especies y como cuidarlas.
- **Jardines botánicos:** estos espacios están diseñados para la conservación de especies y difusión sobre la información recopilada sobre ellos. Ofrecen visitas guiadas y actividades dedicadas a la divulgación del conocimiento.
- **Visitas guiadas, campamentos y excursiones:** los campamentos y las excursiones acercan a niños y adolescentes a la naturaleza, con visitas guiadas que les ofrecen la información que necesitan para complementar la experiencia al aire libre con conocimiento de botánica.
- **Huertos escolares:** esta actividad está más presente en escuelas de infantil y primaria de pequeño tamaño. A través de un pequeño huerto de cultivo de verduras, los niños aprenden sobre plantas y como cuidarlas, y les acerca a las ciencias y la botánica. En los colegios sin huerto se suelen hacer experimentos de cultivo de una pequeña planta de lenteja o alubia en botes de yogur.
- **Huertos urbanos:** los huertos urbanos se están popularizando, y en muchos casos acercan a personas que no habían tenido contacto con el cultivo de plantas a la botánica y sus cuidados. Ofrecen un espacio para el cultivo de diferentes hortalizas para todo aquel que solicite su uso en el caso de que sea espacio otorgado por el ayuntamiento.
- **Viveros:** además de la venta de plantas y árboles, los viveros ofrecen consejos a sus clientes sobre sus cuidados y especies. Los trabajadores de estos establecimientos poseen conocimientos específicos de su trabajo, por lo que están capacitados para ofrecer información profesional.
- **Búsquedas en Internet y dispositivos móviles:** las nuevas tecnologías han facilitado el acceso a todo tipo de información, incluidos los conocimientos sobre botánica. Los ordenadores, móviles, y en general Internet ofrecen una manera rápida y sencilla para buscar y adquirir conocimiento de forma inmediata.

2.1.4. Aprendizaje con juegos y dispositivos móviles

Los juegos ofrecen una manera de esconder una lección o conocimiento sobre un tema en una serie de actividades divertidas que atraen y comprometen al usuario a seguir jugando. [6]

Los juegos están diseñados para motivar a realizar actividades cuya recompensa puede ser superar un nivel, conseguir logros o el simple hecho de superar un reto. Además de practicar habilidades cognitivas como la paciencia o la disciplina, pueden ayudar también en el aprendizaje de diferentes conocimientos de manera divertida y algunas veces imperceptible. [7]

Los juegos establecidos en las nuevas tecnologías crean nuevas dinámicas y pautas que resultan más atractivas para los niños, con gráficos y diseños útiles y divertidos que complementan la experiencia del usuario y que son acordes con el aprendizaje y la edad a la que va dirigida la aplicación. [8] [9]

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías, los niños y adolescentes han cambiado su manera de jugar. Es por ello que los juegos educativos deben cambiar también, adaptándose a la juventud actual y ofreciendo en dispositivos móviles retos con un nuevo enfoque más moderno.

2.2. Descripción de los usuarios

En este apartado se describirá los usuarios potenciales de la aplicación. Esta aplicación ha sido creada con el objetivo de difundir conocimiento sobre botánica de manera amena, por lo que los usuarios objetivo son niños y un usuario medio con desconocimiento sobre plantas.

A continuación, explicaremos en detenimiento las características de los distintos usuarios.

2.2.1. Niños

Los niños son el grupo de usuarios primario de esta aplicación. Es por ello que el diseño de la aplicación tiene que ser sencillo y atractivo, poblado con imágenes y dibujos explicativos que puedan guiarlo.

La aplicación debe ser además educativa, enseñando a los niños de forma directa o imperceptible por ellos sobre las plantas que les rodean. Mediante la dinámica de juego de exploración y coleccionismo se espera que el usuario quede comprometido con el juego al mismo tiempo que aprende con él.

Teniendo a los niños como usuarios primarios, la aplicación debe usar un lenguaje sencillo, con dibujos y colores atractivos, y ofrecer realimentación positiva sobre los retos conseguidos. Debido a la edad, el objetivo de la aplicación debe quedar claro, al igual que lo que se va a aprender.

2.2.2. Usuarios noveles

Este grupo de usuarios se compone de personas mayores de edad que desean descubrir la botánica de manera atractiva e interactiva. Su conocimiento sobre botánica es limitado, y su interés puede verse reducido por largas explicaciones informativas.

Debido a su poco conocimiento sobre el tema, se pueden ayudar de dibujos explicativos y de imágenes para identificar las diferentes plantas.

2.3. Apps del mercado

En este apartado vamos a tratar las aplicaciones sobre botánica encontradas en el mercado de aplicaciones. Las siguientes aplicaciones difunden información sobre plantas de diferente manera, y por ello vamos a realizar un estudio de sus ventajas y desventajas.

2.3.1. Anthos

La herramienta Anthos fue creada por convenio entre el Real Jardín Botánico y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. El proyecto surgió para mostrar la biodiversidad de España al público, aunque actualmente se encuentra sin personal.

Esta aplicación se puede descargar en la página oficial de Anthos [10] de forma gratuita, y ofrece una biblioteca completa de la flora de España. En la siguiente figura se muestran algunas capturas de pantalla de la aplicación.

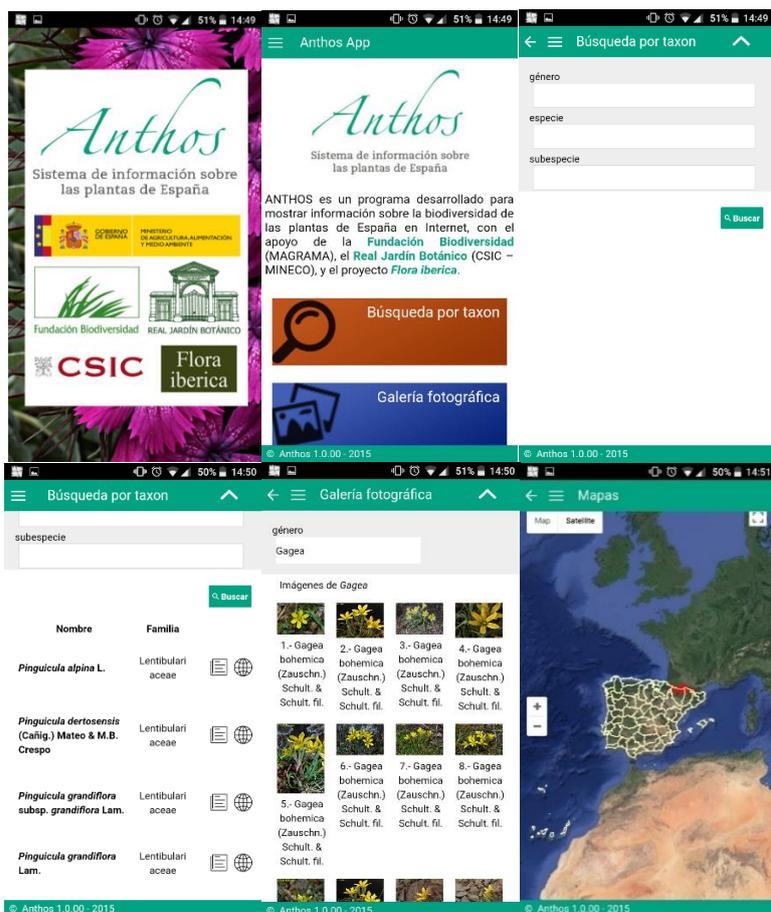


Figura 1. Capturas de pantalla de la aplicación Anthos

Las búsquedas se realizan por género, especie y subespecie, obteniendo como resultado una lista de plantas que coinciden con los parámetros que hemos buscado. Desde la lista podemos acceder a un listado de referencias bibliográficas y a su localización en un mapa.

2.3.1.1. Ventajas

- Su base de datos de la flora es la más completa encontrada en una herramienta.
- Cada género consta de más de diez fotos en la galería fotográfica.
- Ofrecen una localización por mapa de las zonas en las que se puede encontrar la planta buscada.

2.3.1.2. Desventajas

- La búsqueda es complicada para un usuario que no conozca los géneros y especies de plantas.
- No contiene información de la planta como tal. Solo podemos encontrar fotografías y su localización en un mapa de España.
- Al buscar por taxón, los resultados aparecen por los nombres científicos.
- El proyecto no consta de presupuesto ni personal.

2.3.2. ArbolApp

ArbolApp es una herramienta creada por el Real Jardín Botánico y el Área de Cultura Científica del CSIC como guía de las especies de árboles que se pueden encontrar en la Península Ibérica y las Islas Baleares. La herramienta se encuentra tanto como aplicación gratuita como página web. [11]

Su método de identificación principal es por una serie de preguntas al usuario, que permiten reducir la lista de especies a un único árbol por las características de su hoja (forma, longitud, etc.). También consta de una serie de filtros por localización, hoja, fruto y flor.

En la siguiente figura se muestran algunas capturas de pantalla hechas a la herramienta.

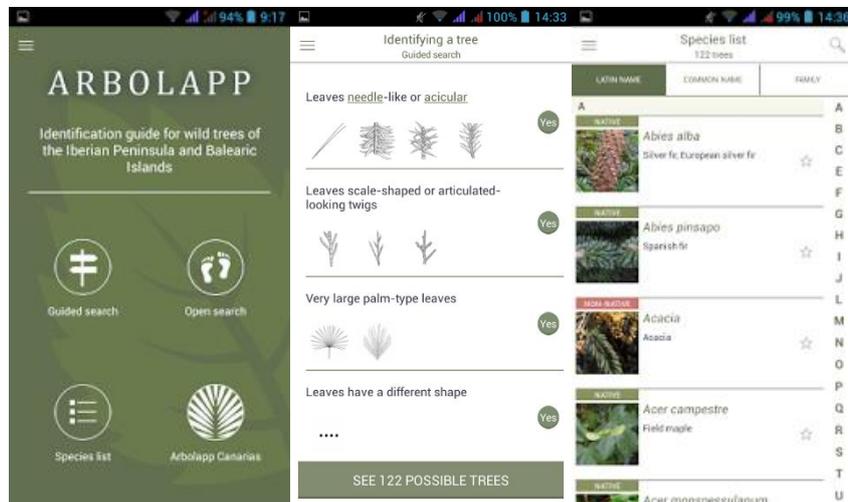


Figura 2. Capturas de pantalla de la aplicación ArbolApp

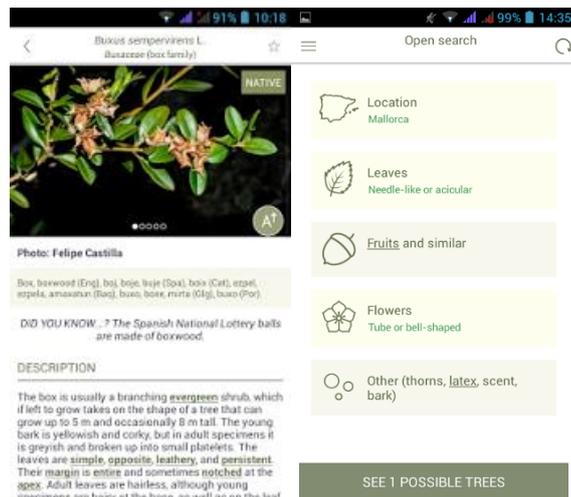


Figura 3. Capturas de pantalla de la aplicación ArbolApp

2.3.2.1. Ventajas

- Su método de identificación es bastante certero, claro y fácil de seguir.
- Consta de dibujos en algunas preguntas para facilitar la identificación.
- Tiene varias fotos sobre la especie.
- Se puede acceder a todo el listado de especies, y filtrar la información sin necesidad de hacerlo por el método de las preguntas.

2.3.2.2. Desventajas

- La aplicación tiene mucho peso en memoria.
- La herramienta solo tiene información sobre especies de árboles, y solo alguna de las que se pueden encontrar en la Península Ibérica y las Islas Baleares.
- Algunas de las preguntas pueden resultar complicadas de entender o contestar, como la longitud de la hoja o color de frutos que el usuario puede no saber.
- La información es extensa, pero se lee con dificultad.

2.3.3. PlantNet Identificación Planta

La herramienta PlantNet se basa en la identificación de especies de plantas por una fotografía. Esta aplicación tiene usuarios registrados, que al encontrar una planta comparten la fotografía y la localización. [12]

La aplicación cuenta además con una base de datos de plantas, complementada con todas las fotografías compartidas, y varios proyectos en los que se intentan recopilar todas las especies de plantas que los usuarios han encontrado en los diferentes continentes.

La siguiente figura muestra diferentes capturas de pantalla de las funcionalidades de la herramienta.

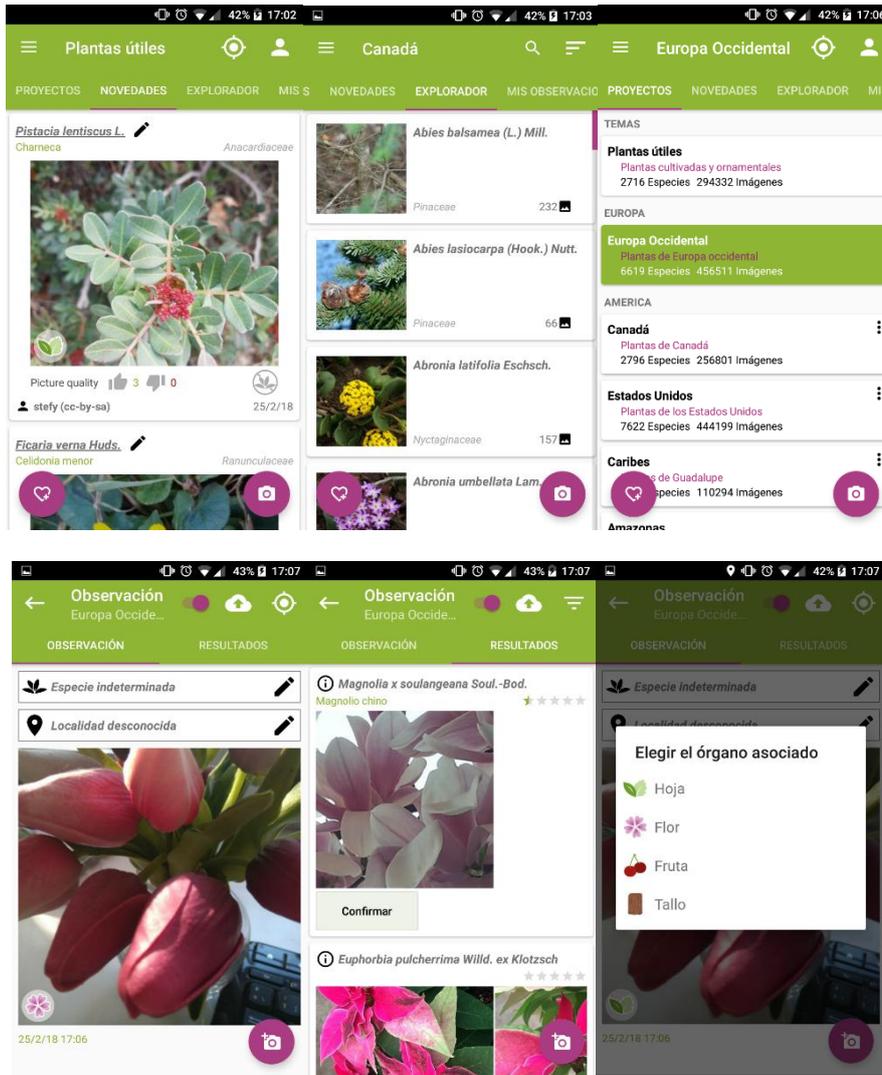


Figura 4. Capturas de pantalla de la aplicación PlantNet

2.3.3.1. Ventajas

- Al hacer la foto para identificar la planta, cierra la búsqueda preguntando de qué parte de la planta es.
- Ofrece varios resultados por búsqueda.
- Ofrece gran cantidad de especies de todos los continentes, con imágenes de alta y baja definición.
- Cada planta tiene sus fotos clasificadas en hojas, tronco y flor, y desde ella se puede acceder a su artículo de Wikipedia.

2.3.3.2. Desventajas

- Las fotografías no son un método fiable de identificación, y falla más que acierta.
- La mayoría de los resultados posibles son erróneos.
- Faltan todavía bastantes especies.

2.3.4. Conclusión

Pese a la completa base de datos que posee, la aplicación de Anthos es difícil de utilizar para un usuario novel. Las búsquedas son demasiado complicadas, y la información bibliográfica no tiene importancia para un usuario que quiere conocer datos de una planta.

En el caso de la aplicación de ArbolApp, es más sencilla de utilizar. Su forma de identificar plantas es la más correcta, siendo muy difícil obtener un resultado incorrecto. Su base de datos, aunque específica para árboles, es bastante completa para las localizaciones que abarca, y la información que ofrece es muy informativa y sencilla de entender.

La herramienta PlantNet es más interactiva que las anteriores, ampliando su información a partir de la colaboración de sus usuarios y permitiendo añadir fotografías. Sus proyectos continentales son muy útiles para comparar especies de plantas, y completar las fotografías de los usuarios con artículos de la Wikipedia resulta muy útil en el caso de que no se cuente con expertos en la materia. La forma de identificar las plantas es pobre, obteniendo más respuestas incorrectas que correctas.

Estas tres aplicaciones son una buena representación del tipo de herramientas que se pueden encontrar relacionadas con plantas en los mercados de aplicaciones. Como hemos visto, las referencias a las plantas pueden estar realizadas por expertos o completadas por usuarios. Las identificaciones en la mayoría de los casos se hacen por fotografías, con sus consecuentes errores.

Capítulo 3. Desarrollo del proyecto

3.1. Plan de desarrollo de software

3.1.1. Introducción

En este capítulo se muestra la visión global del enfoque de desarrollo del Trabajo de Fin de Grado. Para su desarrollo, se utilizará la metodología RUP (Proceso Racional Unificado), que es una implementación específica del Proceso Unificado. [13] [14]

Entre sus características se encuentran:

- **Dirigido por casos de uso:** el proceso se ajusta a los requisitos del sistema.
- **Iterativo e incremental:** el trabajo se divide en cuatro fases, que a su vez tendrán iteraciones que ofrecen un incremento en la funcionalidad del producto.
- **Centrado en la arquitectura:** el proceso de desarrollo se centra en obtener un patrón que dirigirá la construcción del sistema.

La metodología RUP se divide en cuatro fases, Inicio, Elaboración, Construcción y Transición, cuyas actividades serán desarrolladas en la sección de planificación.

3.1.2. Planificación del proyecto

En esta sección se presentará la organización temporal para el proyecto en fases e iteraciones. La planificación se ha diseñado por semanas, considerando hacer 10 horas de trabajo cada semana.

Fase	Iteración	Semanas	Hitos	F. Inicio	F. Fin
Inicio	1	3	Entrega de documentación, gestión de riesgos, requisitos y planificación.	05/02/18	25/02/18
Elaboración	2	4	Modelos de análisis, diseño y datos.	26/02/18	25/03/18
Construcción	2	9	Desarrollo de software y manual de usuario.	26/03/18	27/05/18
Transición	1	2	Depuración, pruebas y versión final del manual de usuario.	28/05/18	24/06/18

Tabla 1. Planificación inicial de las fases del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Inicio	16 días	lun 05/02/18	dom 25/02/18	
Elaboración (1ª iteración)	16 días	lun 26/02/18	dom 18/03/18	1
Elaboración (2ª iteración)	6 días	lun 19/03/18	dom 25/03/18	2
Construcción (1ª iteración)	21 días	lun 26/03/18	lun 23/04/18	3
Construcción (2ª iteración)	25 días	mar 24/04/18	dom 27/05/18	4
Transición	20,5 días	lun 28/05/18	lun 25/06/18	5

Figura 5. Planificación de las fases

3.1.2.1. Fase de Inicio

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin
	Inicio	lun 05/02/18	dom 25/02/18
	Analizar el problema	lun 05/02/18	dom 11/02/18
	Documentación del proyecto	lun 05/02/18	dom 11/02/18
	Plan de fases	lun 12/02/18	dom 18/02/18
	Identificación de riesgos	lun 12/02/18	dom 18/02/18
	Arquitectura candidata	lun 12/02/18	dom 18/02/18
	Requisitos generales	lun 19/02/18	dom 25/02/18
	Identificación de casos de uso principales	lun 19/02/18	dom 25/02/18

Figura 6. Planificación de la fase de inicio

3.1.2.2. Fase de Elaboración

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin
	Elaboración	lun 26/02/18	dom 25/03/18
	Documento de análisis de requisitos	lun 26/02/18	dom 04/03/18
	Descripción del hardware y del software	lun 26/02/18	dom 04/03/18
	Modelo de Casos de Uso	lun 05/03/18	dom 11/03/18
	Diagramas de secuencia	lun 12/03/18	dom 18/03/18
	Revisión del documento de análisis	lun 12/03/18	dom 18/03/18
	Revisión del modelo de casos de uso	lun 19/03/18	dom 25/03/18
	Revisión de los diagramas de secuencia	lun 19/03/18	dom 25/03/18

Figura 7. Planificación de la fase de elaboración

3.1.2.3. Fase de Construcción

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin
	Construcción	lun 26/03/18	dom 27/05/18
	Diagrama de clases	lun 26/03/18	dom 08/04/18
	Diagrama de secuencia	lun 26/03/18	dom 08/04/18
	Programar aplicación	lun 09/04/18	dom 20/05/18
	Crear manual de aplicación	lun 07/05/18	dom 13/05/18
	Revisión de la aplicación	lun 21/05/18	dom 27/05/18

Figura 8. Planificación de la fase de construcción

3.1.2.4. Fase de Transición

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin
	Transición	lun 28/05/18	dom 24/06/18
	Finalización del manual de usuario	lun 28/05/18	dom 03/06/18
	Depuración y pruebas	lun 28/05/18	dom 10/06/18
	Revisión de la documentación	lun 11/06/18	dom 24/06/18

Figura 9. Planificación de la fase de transición

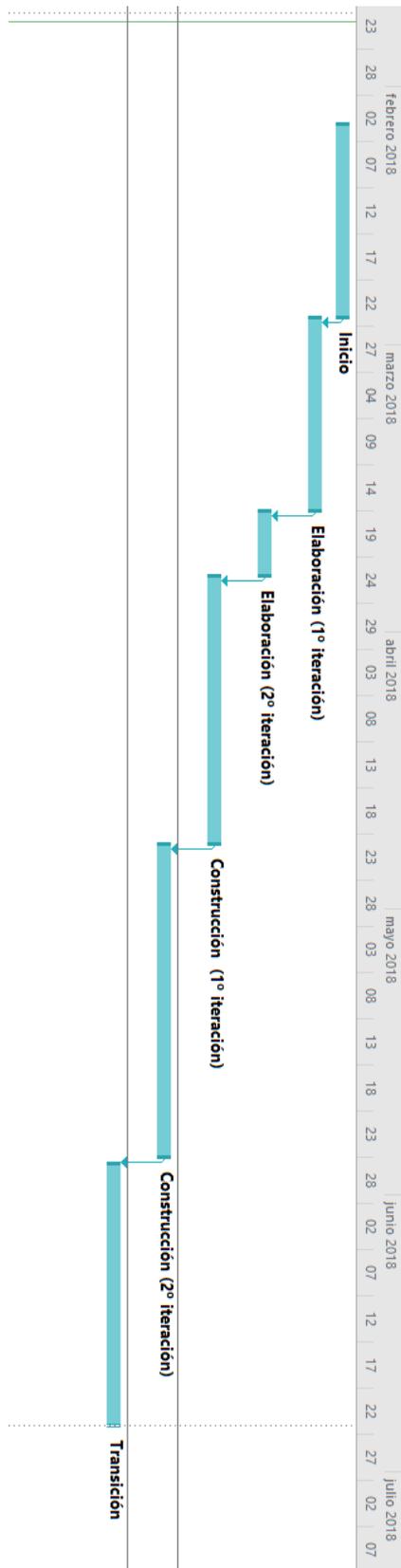


Figura 10. Diagrama de Gantt de las fases.

3.2. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es el proceso de identificar, analizar y controlar los riesgos que se pueden producir a lo largo de un proyecto. Este enfoque se adelanta a los posibles riesgos, identificándolos y clasificándolos antes de que ocurran para responder de forma adecuada ante ellos. [15]

Los riesgos se pueden clasificar de diferentes maneras. Según el ámbito al que afectan se dividen en:

- **Riesgos de proyecto:** que amenazan al plan del proyecto. Pueden aparecer en la planificación temporal, y el problema que plantean es el aumento del coste.
- **Riesgos de proceso:** amenazan a la calidad del producto final. Son riesgos sobre el diseño, la planificación, la implementación, etc.
- **Riesgos de producto:** son los riesgos que amenazan al producto final.

Los riesgos también se pueden clasificar según el peligro que pueden conllevar. El análisis de criticidad nos da una manera de clasificar los riesgos dependiendo de su impacto y la probabilidad de que ocurran. Según la probabilidad estimada, los clasificaremos en:

- **Muy alta:** la probabilidad de que el riesgo ocurra es mayor del 75%.
- **Alta:** la probabilidad se encuentra entre el 50% y el 75%.
- **Media:** la probabilidad de que ocurra el riesgo está entre el 30% y el 50%.
- **Baja:** la probabilidad está entre el 10% y el 30%.

Nombre del riesgo	Problemas con el equipo
Categoría	Riesgo de proceso
Probabilidad	Media
Descripción	<i>Es posible que algún equipo o herramienta utilizada en el proyecto tenga fallos o problemas de compatibilidad de versiones.</i>
Fase(s) afectadas	Construcción
Consecuencias	Se puede producir un retraso en el desarrollo del proyecto.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Evitar en la medida de lo posible cambios en el software, o nuevos programas que puedan dar problemas.
Plan de acción	Utilizar otro equipo.

Tabla 2. Riesgo R01 - Problemas con el equipo

Nombre del riesgo	Modificaciones en los requisitos
Categoría	Riesgo de proyecto
Probabilidad	Media
Descripción	<i>Se pueden producir cambios en los requisitos del proyecto que obliguen a cambiar las actividades ya realizadas.</i>
Fase(s) afectadas	Elaboración
Consecuencias	Se produce un retraso en la elaboración de proyecto y se tendría que volver a hacer la planificación temporal.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Invertir el tiempo necesario en la fase de Elaboración y validar los requisitos para reducir la probabilidad de cambios.
Plan de acción	Realizar las modificaciones necesarias para ajustarse a los nuevos requisitos.

Tabla 3. Riesgo R02 - Modificaciones en los requisitos

Nombre del riesgo	Problemas en el desarrollo
Categoría	Riesgos de proceso
Probabilidad	Media
Descripción	<i>Falta de conocimiento o código ineficiente que retrasa la implementación del proyecto.</i>
Fase(s) afectadas	Construcción
Consecuencias	Retraso en el desarrollo de la fase de construcción.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Adquirir los conocimientos necesarios antes de la fase de construcción y realizar un diseño eficiente y completo en la fase de elaboración.
Plan de acción	Buscar soluciones a los problemas surgidos.

Tabla 4. Riesgo R03 - Problemas en el desarrollo

Nombre del riesgo	Retraso en la planificación
Categoría	Riesgo de proyecto
Probabilidad	Alta
Descripción	<i>Se ha realizado una incorrecta estimación en la planificación o una actividad ha requerido más tiempo.</i>
Fase(s) afectadas	Todas
Consecuencias	Retraso de actividades posteriores y alargamiento temporal del proyecto.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Haber realizado una buena estimación temporal, y controlar posibles cambios en la planificación.
Plan de acción	Aumentar la velocidad de desarrollo del proyecto en las fases posteriores.

Tabla 5. Riesgo R04 - Retraso en la planificación

Nombre del riesgo	Diseño escaso o incompleto
Categoría	Riesgo de proceso
Probabilidad	Media
Descripción	<i>El diseño realizado en la fase de elaboración resulta escaso en la fase de construcción.</i>
Fase(s) afectadas	Elaboración, Construcción
Consecuencias	La fase de construcción se ve afectada por diseños incompletos, lo que retrasa la planificación.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Realizar un buen diseño desde el principio, y un repaso intensivo en la segunda iteración de la fase de elaboración.
Plan de acción	Repaso de los diseños hasta que estén completos, con su consecuente retraso en la planificación.

Tabla 6. Riesgo R05 - Diseño escaso o incompleto

Nombre del riesgo	Falta de conocimientos
Categoría	Riesgo de proceso
Probabilidad	Media
Descripción	<i>El alumno no tiene todos los conocimientos por realizar la actividad.</i>
Fase(s) afectadas	Todas
Consecuencias	Se produce un retraso en la planificación y se pueden haber problemas en el proyecto.
Gestión del riesgo	
Plan de mitigación	Controlar los conocimientos que se van a requerir y adelantar su aprendizaje.
Plan de acción	Aprender lo necesario y aumentar la velocidad de realización de la actividad.

Tabla 7. Riesgo R06 - Falta de conocimientos

3.3. Coste del proyecto

El coste calculado del proyecto es una estimación basada en datos recopilados de Internet y datos conocidos por la autora del proyecto.

Para llegar a los datos expuestos a continuación se ha recopilado información del entorno de trabajo del estudiante y se ha realizado una investigación sobre el mercado de trabajo y sueldos de los programadores.

Coste trabajo (por hora)	17 euros/hora
Portátil	400 euros
Red	33,5 euros (Total)
Electricidad	27,5 euros (Total)
Total: 5.561 euros	

Tabla 8. Costes del proyecto

3.4. Seguimiento del proyecto

En este apartado se describirá el tiempo real empleado para cada una de las fases que fueron planificadas anteriormente.

Las tareas de la primera fase se realizaron en el tiempo estimado en la planificación inicial, en tres semanas. Dentro de este tiempo se realizaron todas las tareas descritas dentro de la fase, además de la revisión y edición de estas. Estas tareas no resultaron difíciles debido a la cantidad de información que se pudo encontrar sobre Botánica y juegos orientados hacia niños.

La fase de análisis y diseño se consiguió terminar en el tiempo estimado en la planificación inicial. La tarea de elaborar los diagramas de secuencia fue la que requirió más tiempo dentro de la fase de diseño, debido a mejoras y cambios en el último momento.

Las fases de construcción se alargaron mucho más de lo estimado. El cálculo inicial fue de completar estas fases en 9 semanas, pero se alargó a más de 11 semanas debido a la mala estimación del trabajo a realizar y los cambios necesarios para llevar a cabo la construcción.

Durante la primera fase de la construcción, se llevó a cabo la creación de una base de datos con un repertorio de plantas ejemplo. Al comenzar esta fase se buscó una base de datos ya creada y completa de plantas. Debido a que no se pudo encontrar una, se tuvo que crear desde cero, suponiendo un retraso de 3 días. Después de construir la base de datos, la primera fase se culminó con la implementación del acceso a Biblioteca y Colección, el acceso a la información de la planta en ambos y el cambio de estado del GPS.

La segunda fase de la construcción supuso un mayor retraso respecto a la planificación inicial. En ella se produjeron varios de los riesgos planteados, como el riesgo de problemas con el equipo, en el desarrollo y falta de conocimientos. Todos ellos produjeron un retraso de 2 semanas sobre la planificación inicial.

En esta segunda fase se desarrolló la identificación de plantas y la exportación e importación de los datos del usuario. De estas tareas, la que más tiempo requirió fue la de identificación de plantas, debido a la falta de conocimientos de clasificadores.

La fase de transición se realizó en menor tiempo del planificado. En la planificación inicial se estimó un tiempo de 2 semanas, y las tareas se acabaron realizando en poco más de una semana. En esta fase se terminó de mejorar el aspecto de la aplicación y se terminaron los manuales de instalación y de usuario.

El proyecto se completó en 29 de Junio de 2018, lo que supuso un retraso de cinco días sobre la planificación inicial.

Capítulo 4. Análisis

4.1. Actores

El actor especifica un rol determinado dentro de un sistema. En este proyecto, el actor principal del sistema es el usuario, que representa a menores o personas sin conocimientos previos de botánica que usarán la aplicación.

4.2. Requisitos funcionales

A continuación, se enumeran los requisitos funcionales del sistema.

ID	Nombre	Descripción
RF01	Visualización de plantas en la biblioteca	El sistema debe permitir visualizar la lista de plantas de la biblioteca.
RF02	Visualización de la información de una planta en biblioteca	El sistema debe permitir acceder a la información de una planta desde la biblioteca.
RF03	Visualización de fotografías	El sistema debe permitir visualizar una fotografía de la planta.
RF04	Visualización de plantas en la colección	El sistema debe permitir al usuario acceder a la colección de sus plantas.
RF05	Visualización de la información de una planta en colección	El sistema permitirá al usuario acceder a la información de la planta que identificó.
RF06	Visualización de localización de la identificación	El sistema permitirá al usuario acceder a la localización de una planta que identificó.
RF07	Identificación de una planta	El sistema permitirá al usuario identificar plantas por unos atributos determinados.
RF08	Confirmación al final de la identificación	El sistema deberá confirmar la identificación de la planta antes de guardar la información.
RF09	Muestra de otras opciones a la clasificación	El sistema deberá permitir al usuario elegir una alternativa correcta a la clasificación de una lista de opciones.
RF10	Configuración de GPS	El sistema debe permitir al usuario desactivar la opción de guardar localización.
RF11	Exportación de datos del usuario	El sistema permitirá exportar datos del usuario con un formato determinado.

RF12	Carga de datos del usuario	El sistema permitirá al usuario cargar unos datos previamente exportados si tienen el formato usado por la herramienta.
-------------	----------------------------	---

Tabla 9. Requisitos funcionales del sistema.

4.3. Requisitos no funcionales.

ID	Nombre	Descripción
RNF01	Entorno de uso	La aplicación debe funcionar en dispositivos móviles.
RNF02	Facilidad de uso	La aplicación debe utilizar lenguaje entendible por un niño.
RNF03	Lenguaje de programación	La aplicación será desarrollada en Android Java.
RNF04	Usabilidad	La aplicación seguirá criterios de usabilidad.
RNF05	Base de datos	La aplicación usará una base de datos SQLite.
RNF06	Versión del Sistema Operativo	La aplicación podrá ser usada en un dispositivo móvil con Android 4.2 (Jelly Bean).

Tabla 10. Requisitos no funcionales.

4.4. Casos de uso

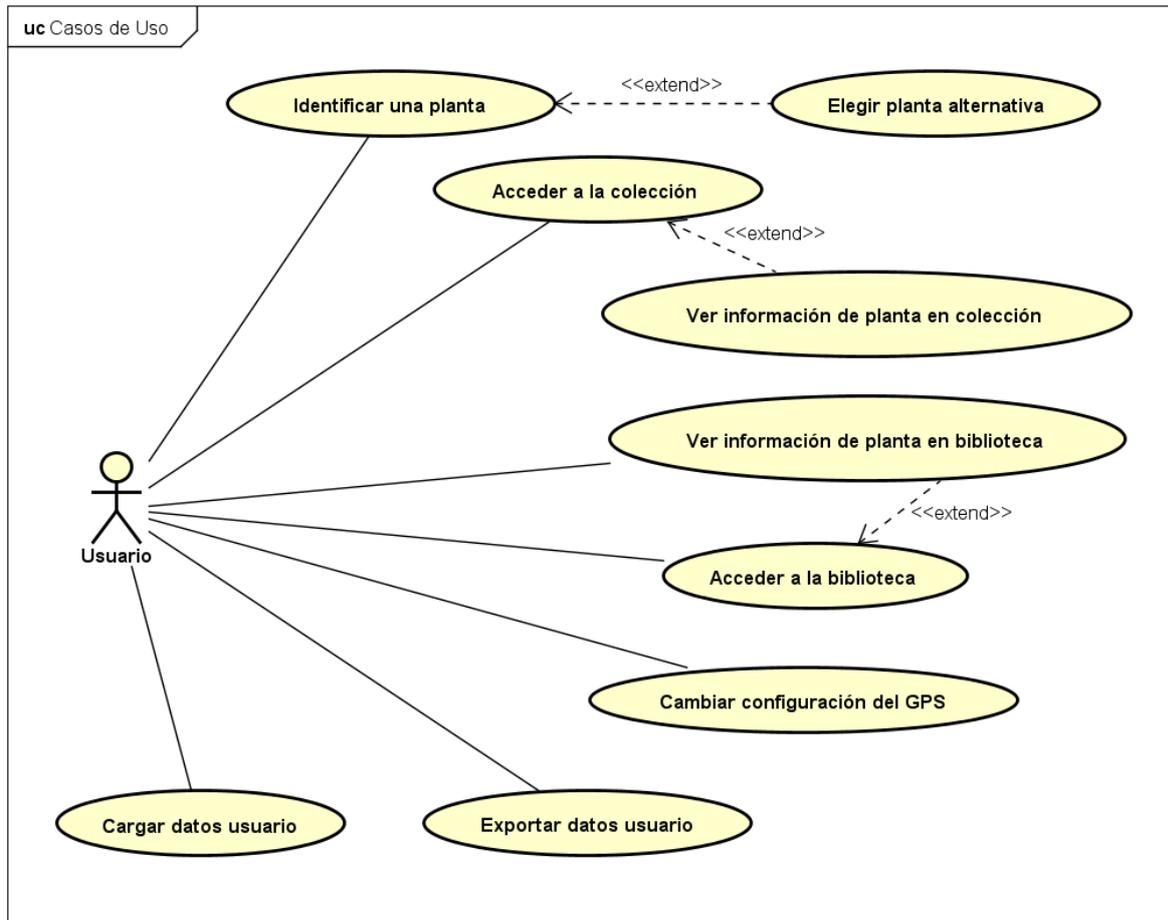


Figura 11. Diagrama de casos de uso.

A continuación, se describen los pasos de los casos de uso del diagrama anterior, con un diagrama de secuencia esquematizado de todos ellos.

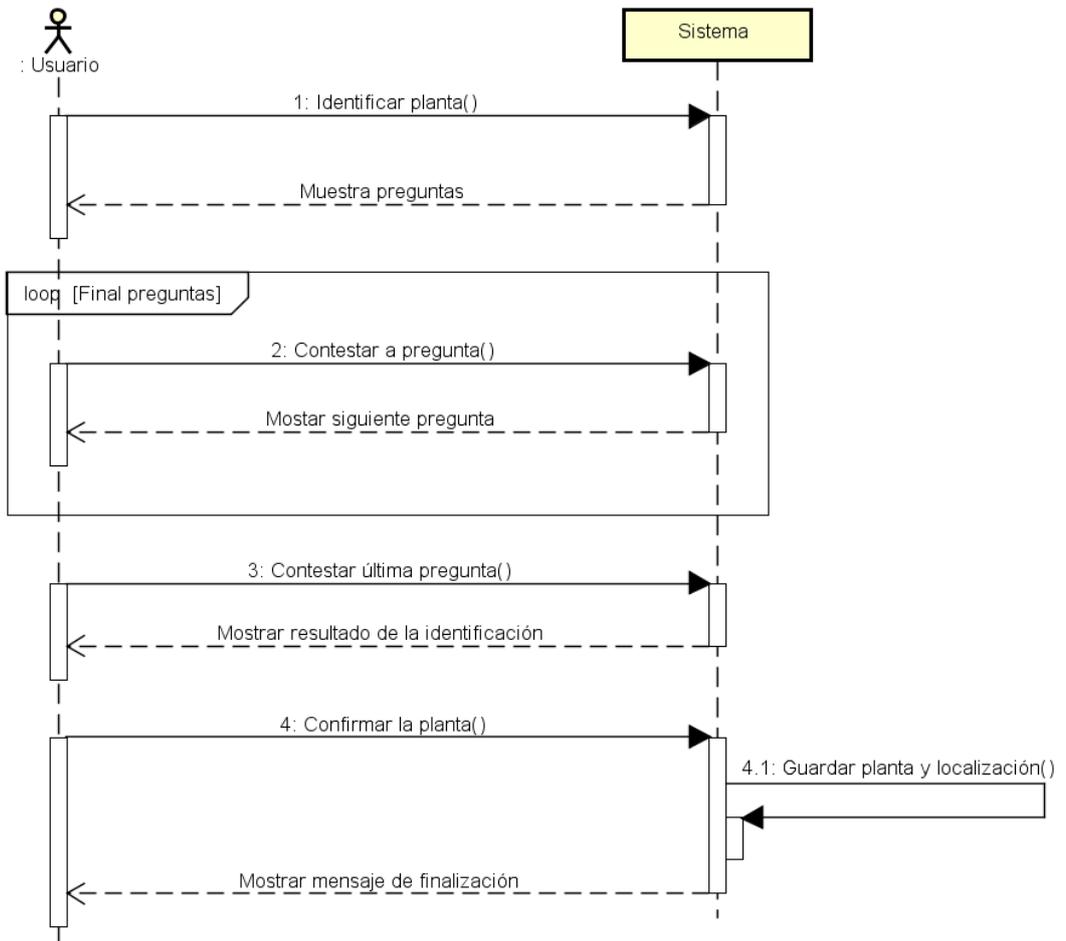


Figura 12. Diagrama de secuencia de CU01

CU01	Identificar una planta
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	<i>El sistema debe permitir al usuario identificar una planta a partir de unas preguntas sobre sus características.</i>
Actores	Usuario
Precondición	Ninguna
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Identificar una planta. 2. El sistema pregunta al actor características de la planta. 3. El actor contesta a las preguntas. 4. El sistema expone el resultado y pide confirmación de si se trata de esa planta. 5. El actor confirma al sistema que se trata de esta planta. 6. El sistema guarda en la colección del actor la planta con las coordenadas actuales del dispositivo móvil. 7. El actor pulsa aceptar y el caso de uso termina.
Postcondición	<i>Hay una planta nueva en la colección</i>
Flujo alternativo	<p>3a. El actor pulsa atrás y el caso de uso finaliza sin cambios.</p> <p>5a. El actor pulsa No, el sistema comienza CU09.</p> <p>6a. El usuario tiene el GPS en estado desactivado, por lo que el sistema no guarda las coordenadas actuales. El caso de uso continua sin efecto.</p>
Frecuencia esperada	Muy alta

Tabla 11. Caso de uso CU01 – Identificar una planta

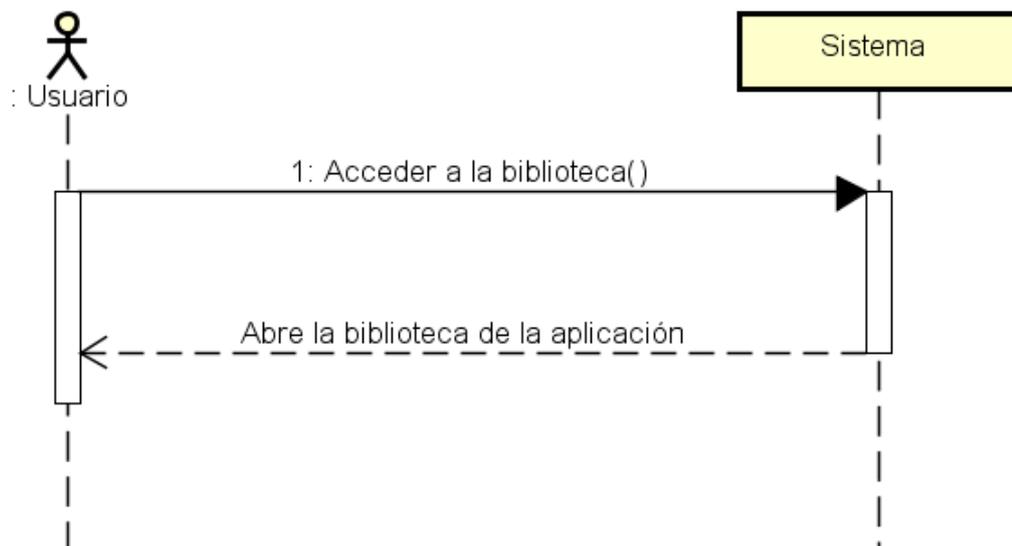


Figura 13. Diagrama de secuencia de CU02

CU02	Acceder a la biblioteca
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	El sistema debe permitir al usuario acceder a la Biblioteca completa de plantas.
Actores	Usuario
Precondición	Ninguna
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Acceder a Biblioteca. 2. El sistema abre la Biblioteca de la aplicación.
Postcondición	Ninguna
Flujo alternativo	
Frecuencia esperada	Alta

Tabla 12. Caso de uso CU02 – Acceder a la biblioteca

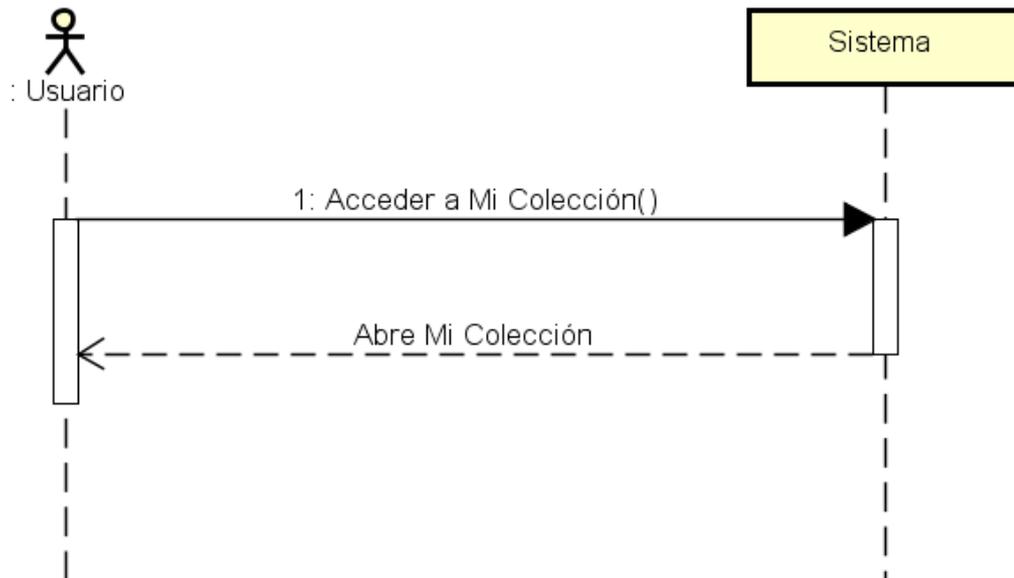


Figura 14. Diagrama de secuencia de CU03

CU03	Acceder a Mi Colección
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	El sistema debe permitir al usuario acceder a su colección de plantas identificadas.
Actores	Usuario
Precondición	Ninguna
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Acceder a mi Colección. 2. El sistema abre la Colección del usuario.
Postcondición	Ninguna
Flujo alternativo	
Frecuencia esperada	Alta

Tabla 13. Caso de uso CU03 – Acceder a Mi colección

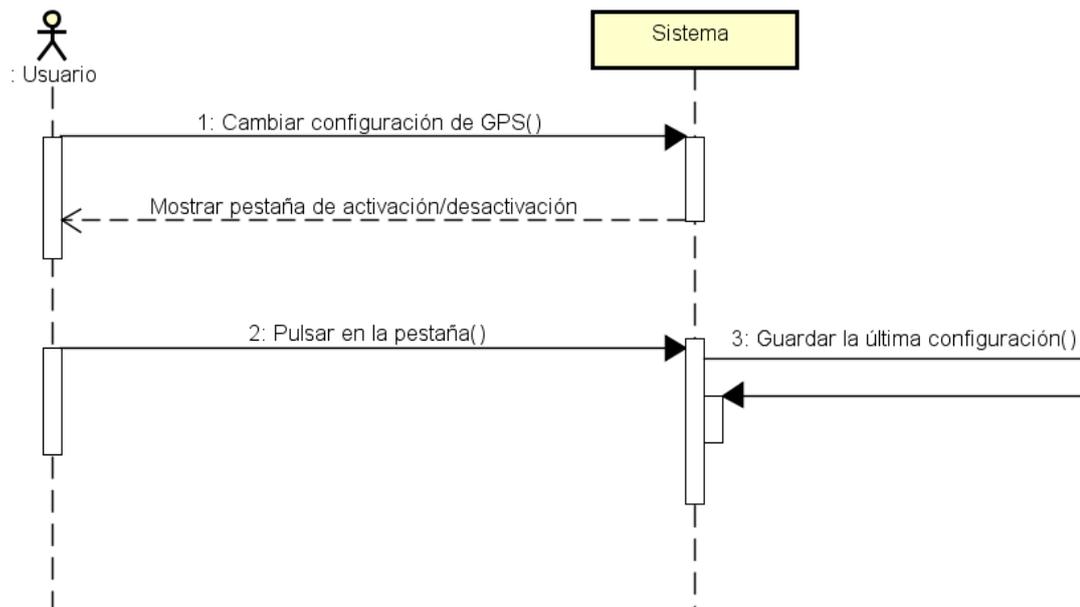


Figura 15. Diagrama de secuencia de CU04

CU04	Cambiar configuración GPS
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	El sistema debe permitir al usuario cambiar la configuración de GPS (a activado o desactivado).
Actores	Usuario
Precondición	Ninguna
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Cambiar configuración de GPS entrando en Configuración. 2. El sistema muestra la pestaña de cambio de configuración del GPS. 3. El actor pulsa la pestaña de desactivar o activar el GPS. 4. El sistema guarda el nuevo estado del GPS y aparece un mensaje del cambio.
Postcondición	La localización por GPS ha quedado activada o desactivada.
Flujo alternativo	2a. El actor usuario cancela la acción y el caso de uso termina sin efecto.
Frecuencia esperada	Baja

Tabla 14. Caso de uso CU04 – Cambiar configuración GPS

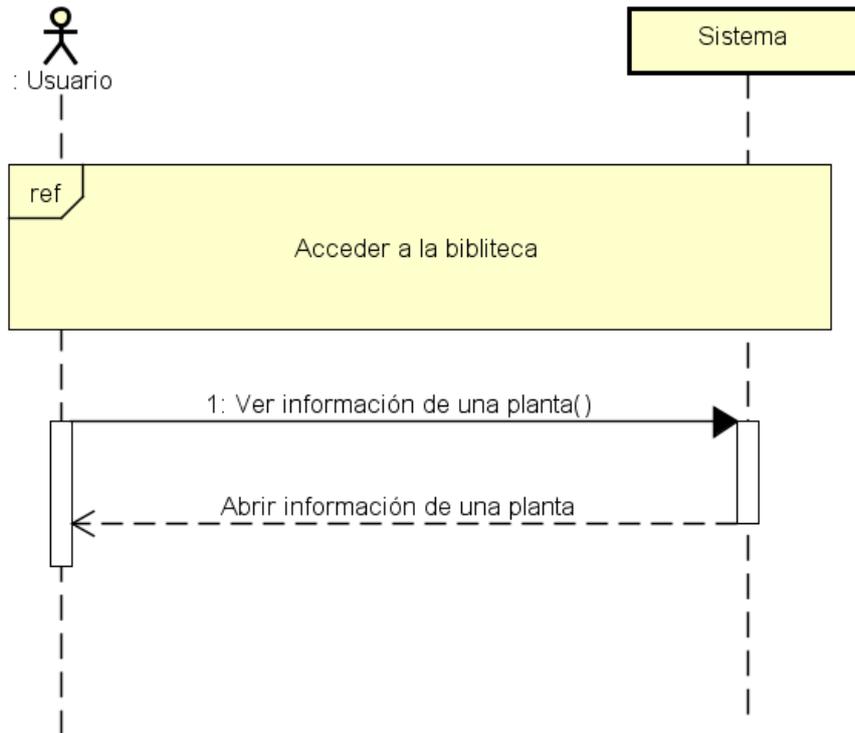


Figura 16. Diagrama de secuencia de CU05

CU05	Ver información de una planta en la biblioteca
Versión	1.0
Dependencias	CU02
Descripción	El sistema debe permitir al usuario acceder a la información completa de una planta en la biblioteca.
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe estar en la biblioteca o el usuario debe estar viendo la información de una planta en su colección.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Ver información de una planta al pulsar sobre una planta en la Biblioteca o el enlace que se encuentra en una planta en su Colección. 2. El sistema abre la información que contiene la base de datos sobre esa planta.
Postcondición	Ninguna
Flujo alternativo	
Frecuencia esperada	Alta

Tabla 15. Caso de uso CU05 – Ver información de una planta en la biblioteca

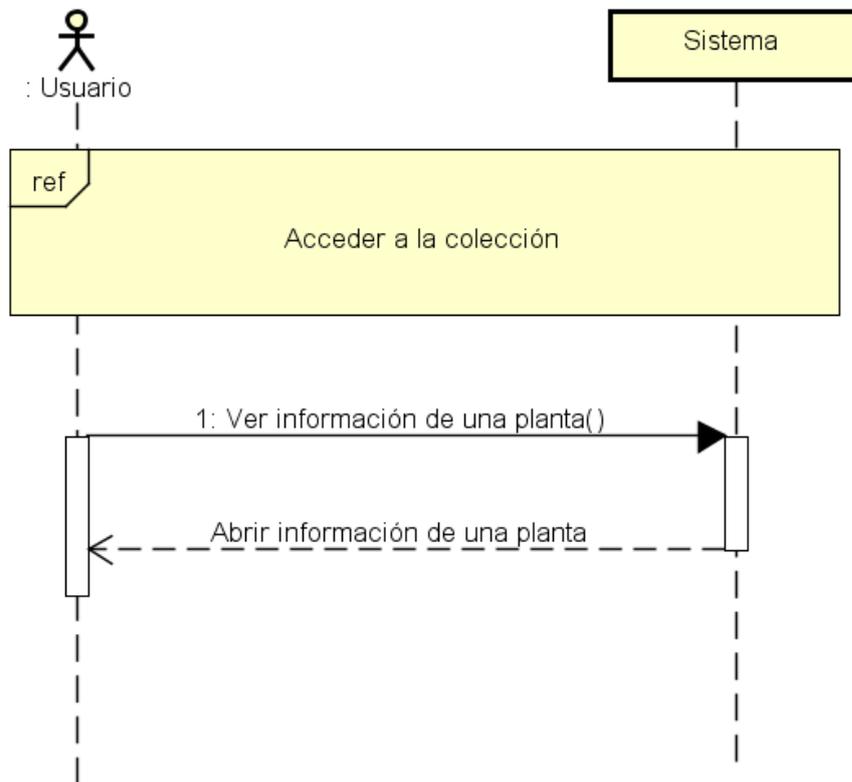


Figura 17. Diagrama de secuencia de CU06

CU06	Ver información de una planta en Mi colección
Versión	1.0
Dependencias	CU03
Descripción	El sistema debe permitir al usuario acceder a la información de una planta guardada en su colección.
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe estar en su colección.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Ver información de una planta de mi Colección pulsando en una planta de su colección. 2. El sistema abre la información que contiene la base de datos sobre esa planta. Esta información incluye la localización del lugar donde el actor usuario la encontró en caso de que tuviese el GPS activado durante la identificación.
Postcondición	Ninguna
Flujo alternativo	
Frecuencia esperada	Alta

Tabla 16. Caso de uso CU06 – Ver información de una planta en Mi Colección

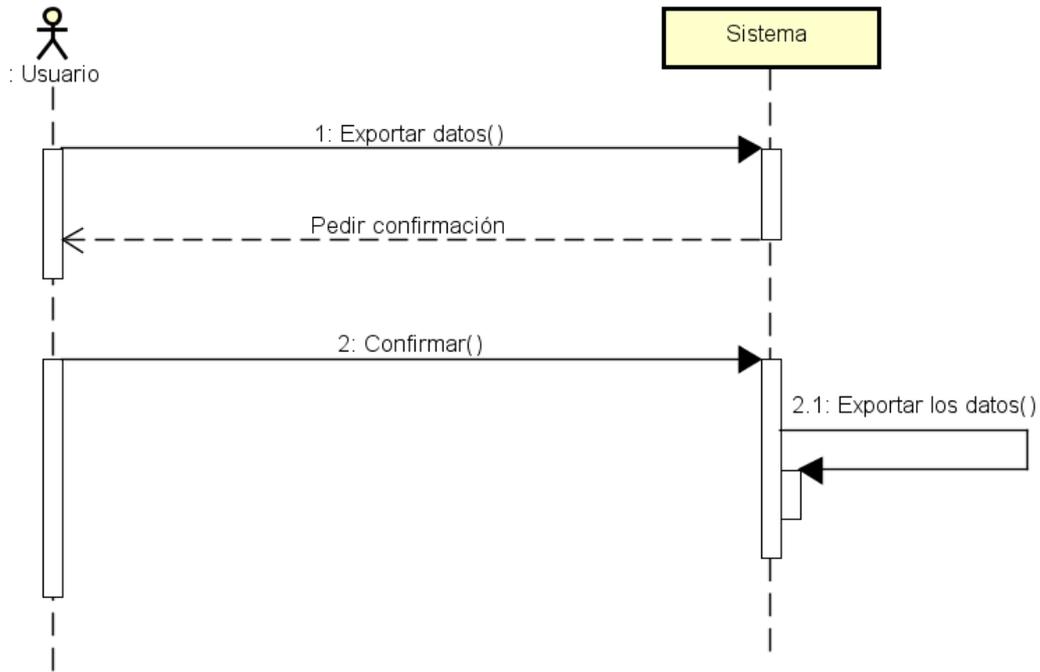


Figura 18. Diagrama de secuencia de CU07

CU07	Exportar datos del usuario
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	El sistema debe permitir al usuario exportar la información guardada a un archivo con formato determinado.
Actores	Usuario
Precondición	Ninguna
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor usuario inicia el caso de uso Exportar Datos Usuario. 2. El sistema pide confirmación al usuario para exportar los datos. 3. El actor confirma la exportación. 4. El sistema exporta los datos del usuario.
Postcondición	Se descarga un fichero con los datos del usuario con extensión .txt
Flujo alternativo	3a. El actor cancela la acción y el caso de uso termina sin efecto.
Frecuencia esperada	Baja

Tabla 17. Caso de uso CU07 – Exportar datos del usuario

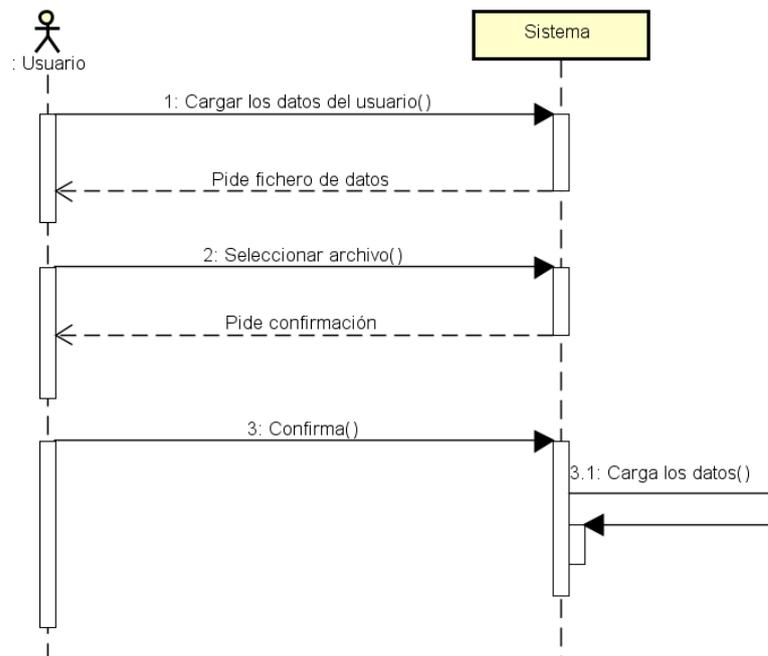


Figura 19. Diagrama de secuencia de CU08

CU08	Cargar datos del usuario
Versión	1.0
Dependencias	Ninguna
Descripción	El sistema debe permitir al usuario cargar los datos de un usuario en su aplicación.
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe contar con un archivo de formato adecuado para la carga.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor usuario inicia el caso de uso Cargar Datos Usuario. 2. El sistema pide al usuario el fichero con los datos. Debe tener extensión .txt. 3. El actor selecciona el archivo. 4. El sistema pide confirmación para cargar los datos. 5. El actor confirmó la carga. 6. El sistema carga los datos del usuario.
Postcondición	Los datos de usuario quedan cargados en el sistema.
Flujo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 3a. El usuario cancela la operación y el caso de uso termina sin efecto. 5a. El actor cancela la operación y el caso de uso vuelve al paso 2.
Frecuencia esperada	Muy baja

Tabla 18. Caso de uso CU08 – Cargar datos del usuario

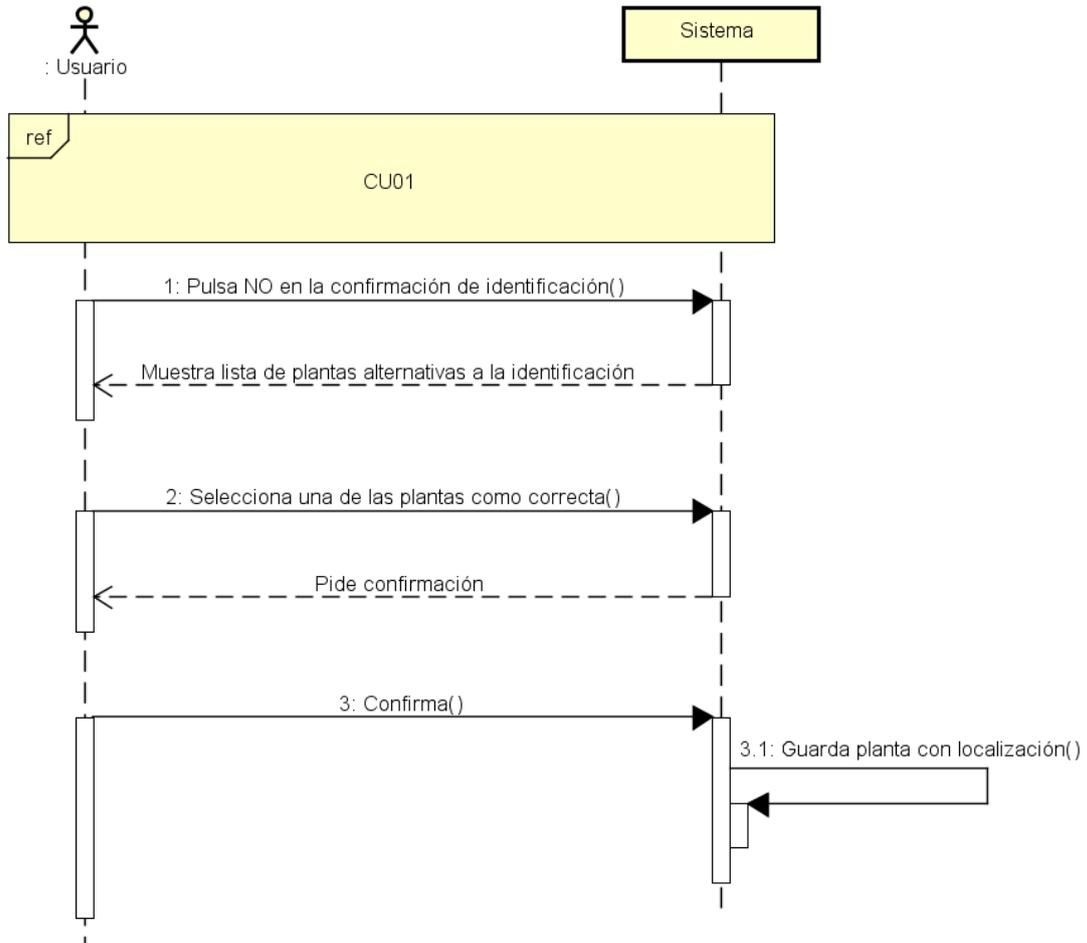


Figura 20. Diagrama de secuencia de CU09

CU09	Elegir Planta Alternativa
Versión	1.0
Dependencias	CU01
Descripción	<i>El sistema debe permitir al usuario elegir de una lista una planta alternativa a una identificación fallida.</i>
Actores	Usuario
Precondición	<i>El usuario debe haber terminado una identificación sin un resultado correcto.</i>
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor comienza el caso de uso Elegir Planta Alternativa. 2. El sistema muestra al actor una lista de plantas que podrían ser resultado de su identificación en orden de más a menos probable. 3. El actor selecciona una de las plantas como correcta. 4. El sistema pide confirmación de que se trata de esta planta. 5. El actor confirma. 6. El sistema guarda la planta con la localización del usuario en el caso de que tenga el GPS activado, y termina el caso de uso.
Postcondición	<i>Los datos de usuario quedan cargados en el sistema.</i>
Flujo alternativo	<p>3a. El actor cancela el caso de uso, que termina sin efecto.</p> <p>5a. El actor no confirma el paso, y el sistema vuelve al paso 2.</p>
Frecuencia esperada	Media

Tabla 19. Caso de uso CU09 – Elegir Planta Alternativa

4.5. Diagramas de actividad

4.5.1. Diagrama de actividad del CU01

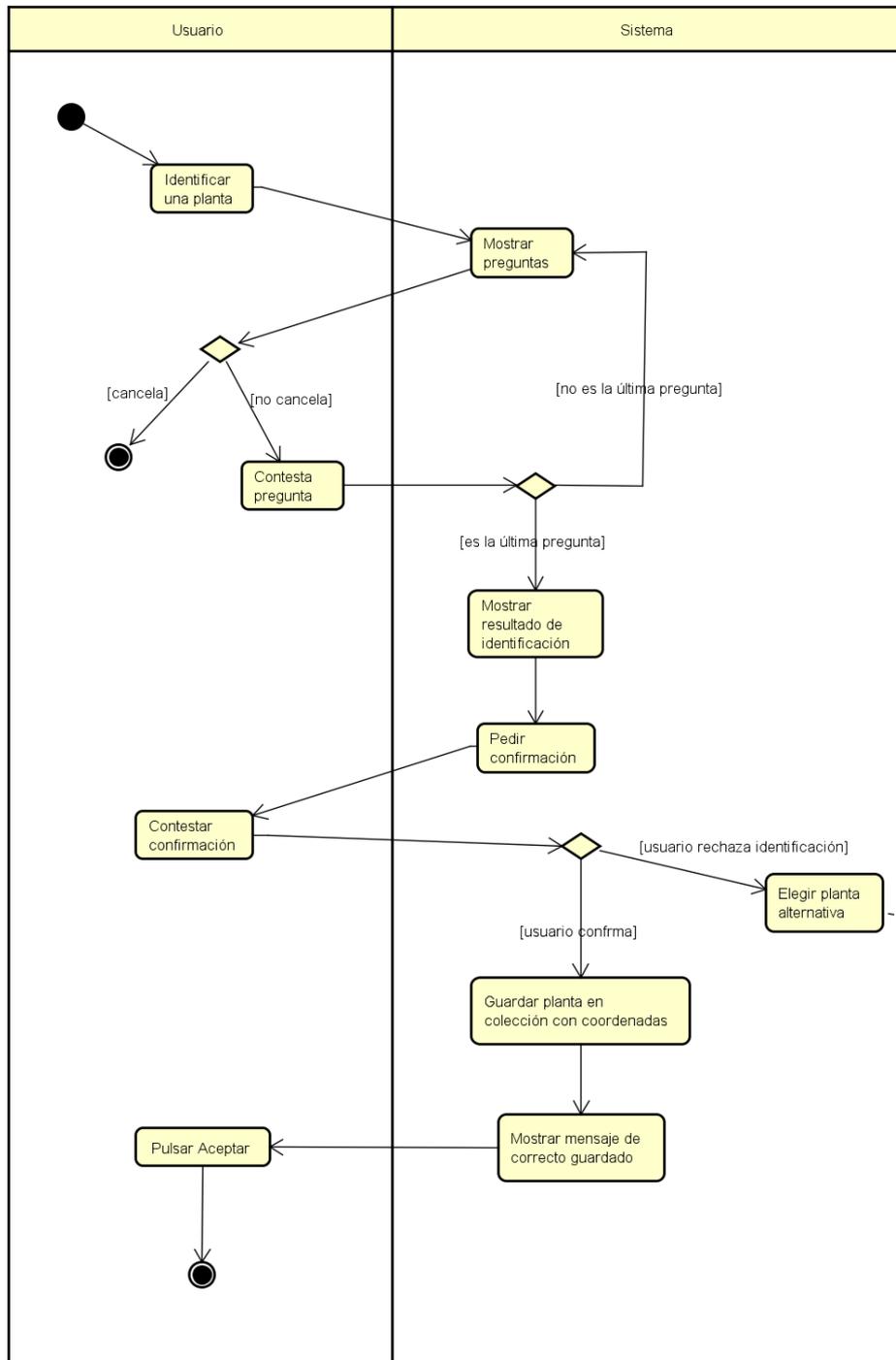


Figura 21. Diagrama de actividad de CU01

4.5.2. Diagrama de actividad del CU02

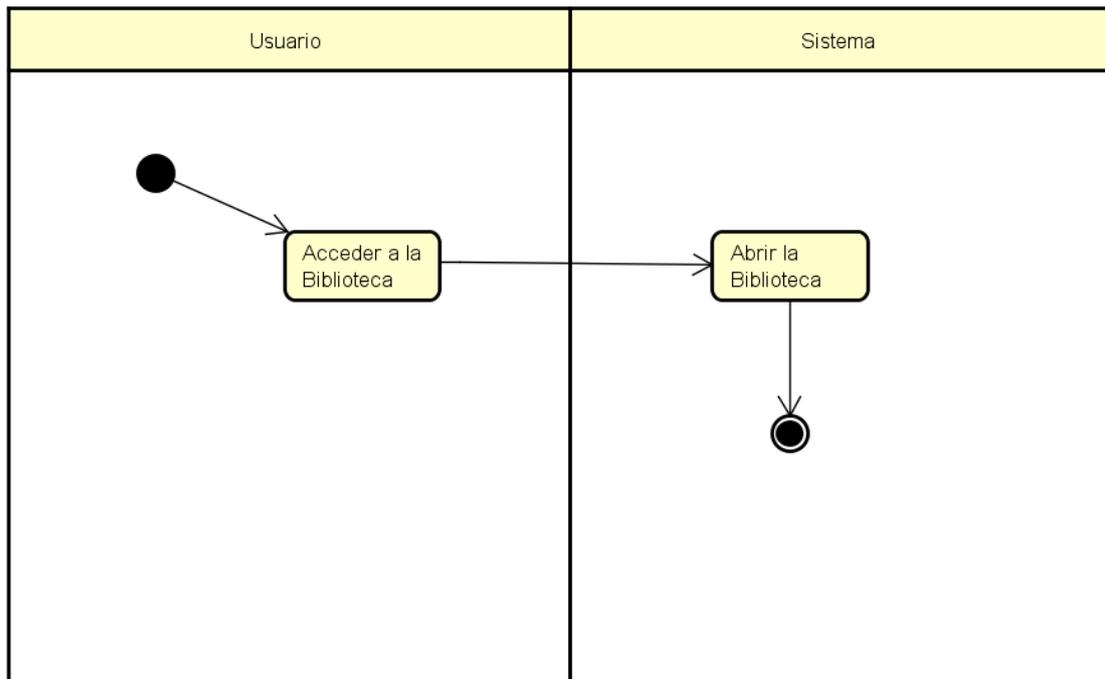


Figura 22. Diagrama de actividad de CU02

4.5.3. Diagrama de actividad del CU03

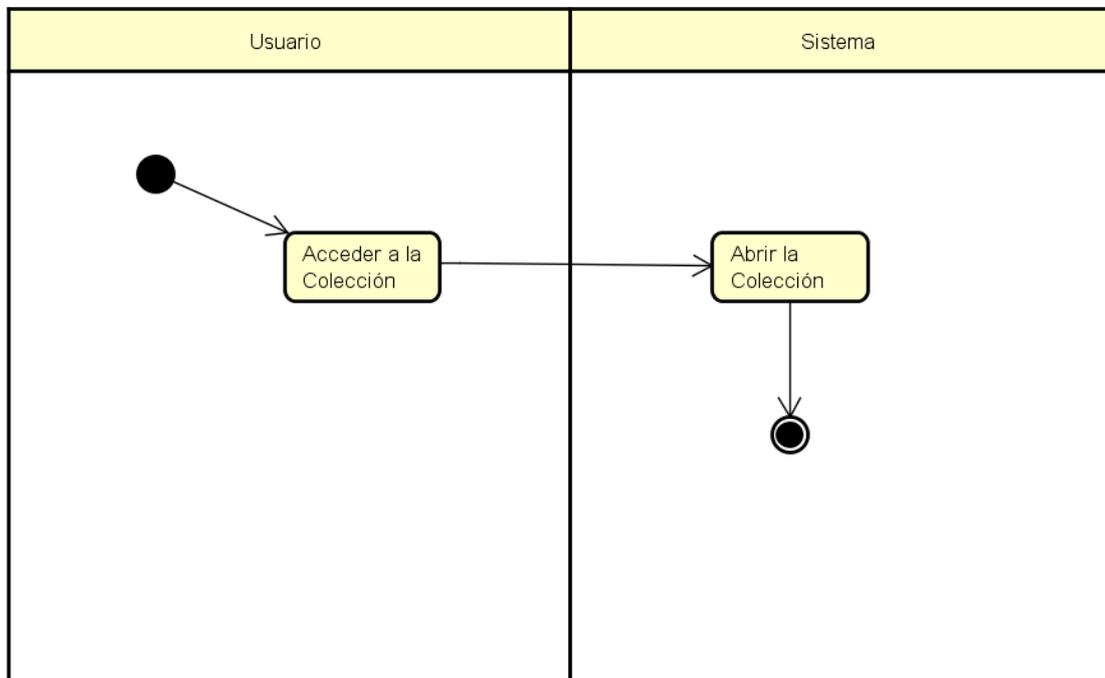


Figura 23. Diagrama de actividad de CU03

4.5.4. Diagrama de actividad del CU04

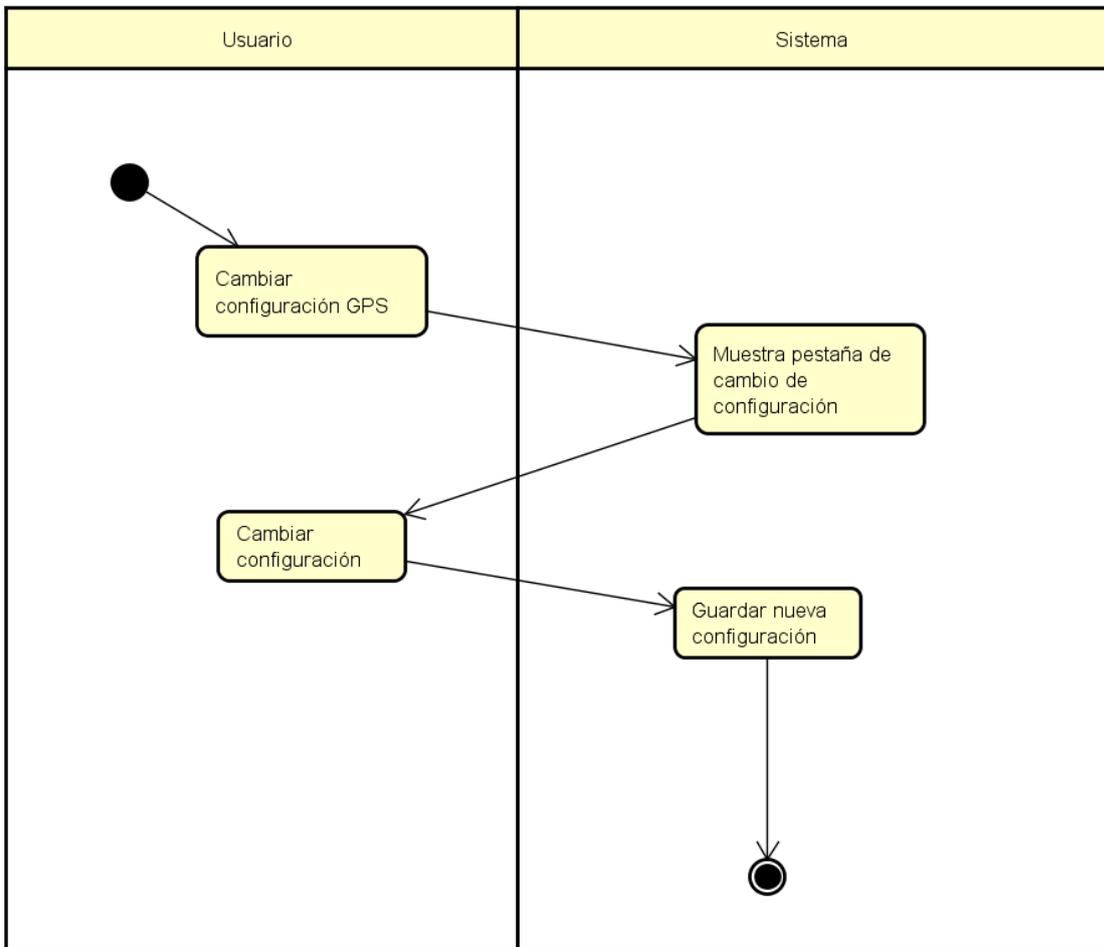


Figura 24. Diagrama de actividad de CU04

4.5.5. Diagrama de actividad del CU05

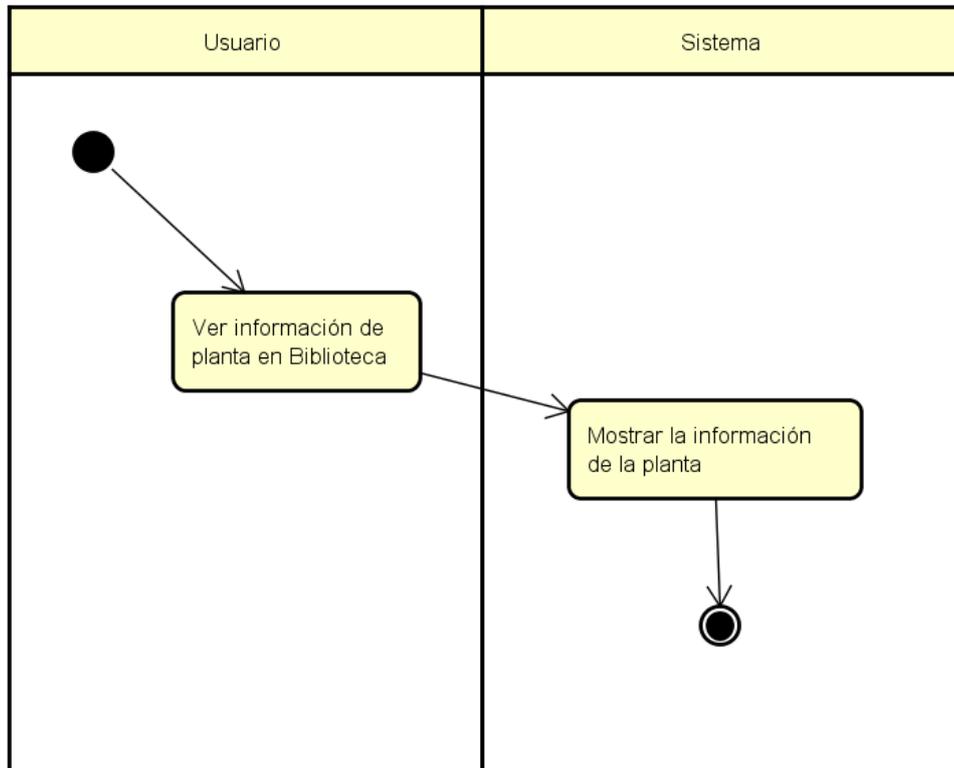


Figura 25. Diagrama de actividad de CU05

4.5.6. Diagrama de actividad del CU06

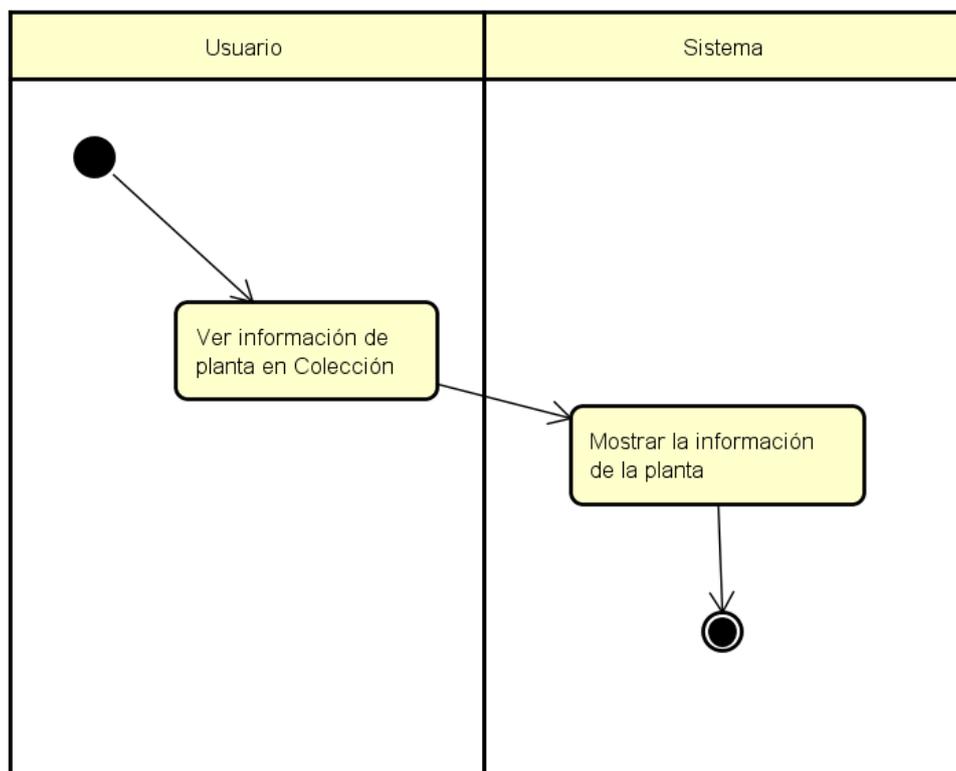


Figura 26. Diagrama de actividad de CU06

4.5.7. Diagrama de actividad del CU07

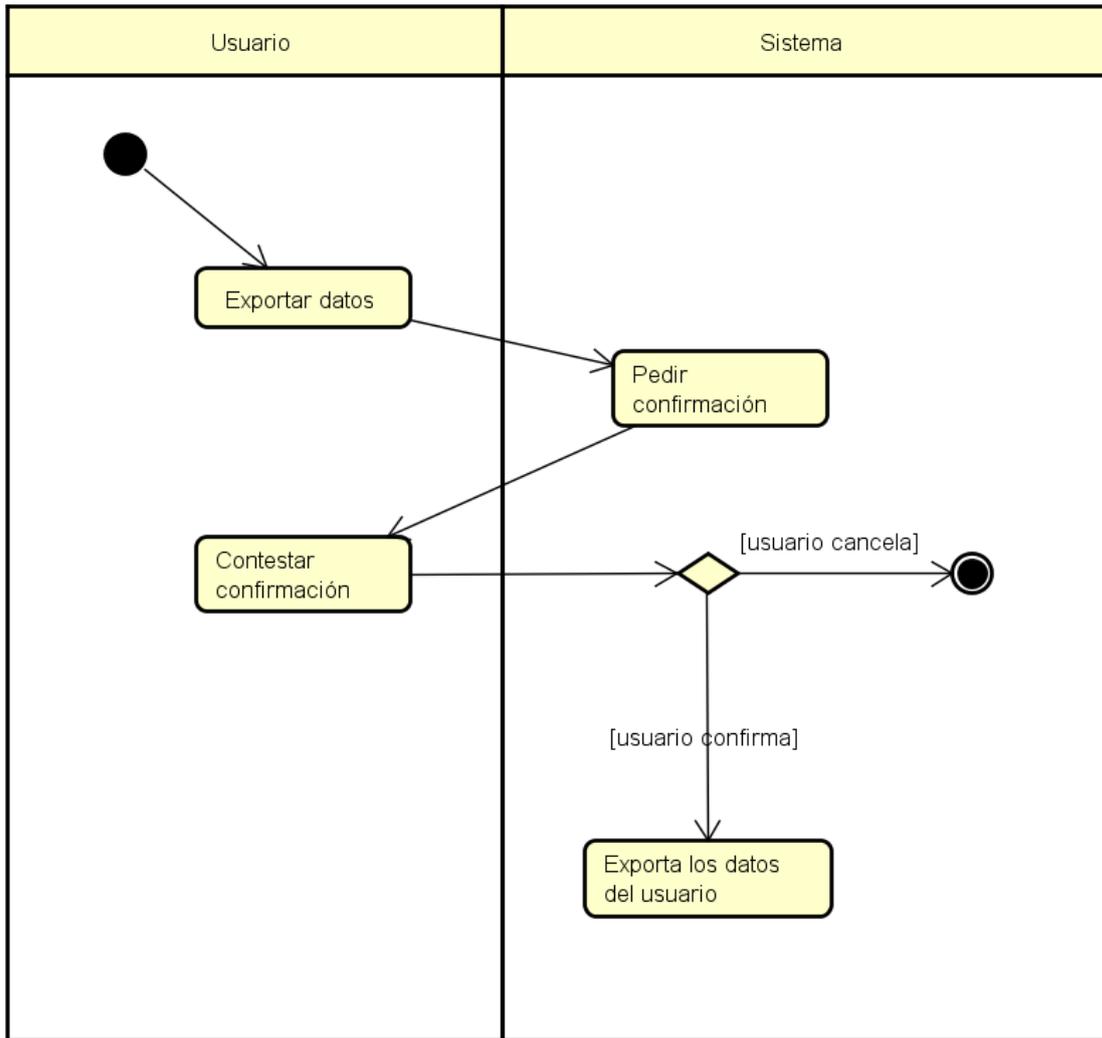


Figura 27. Diagrama de actividad de CU07

4.5.8. Diagrama de actividad del CU08

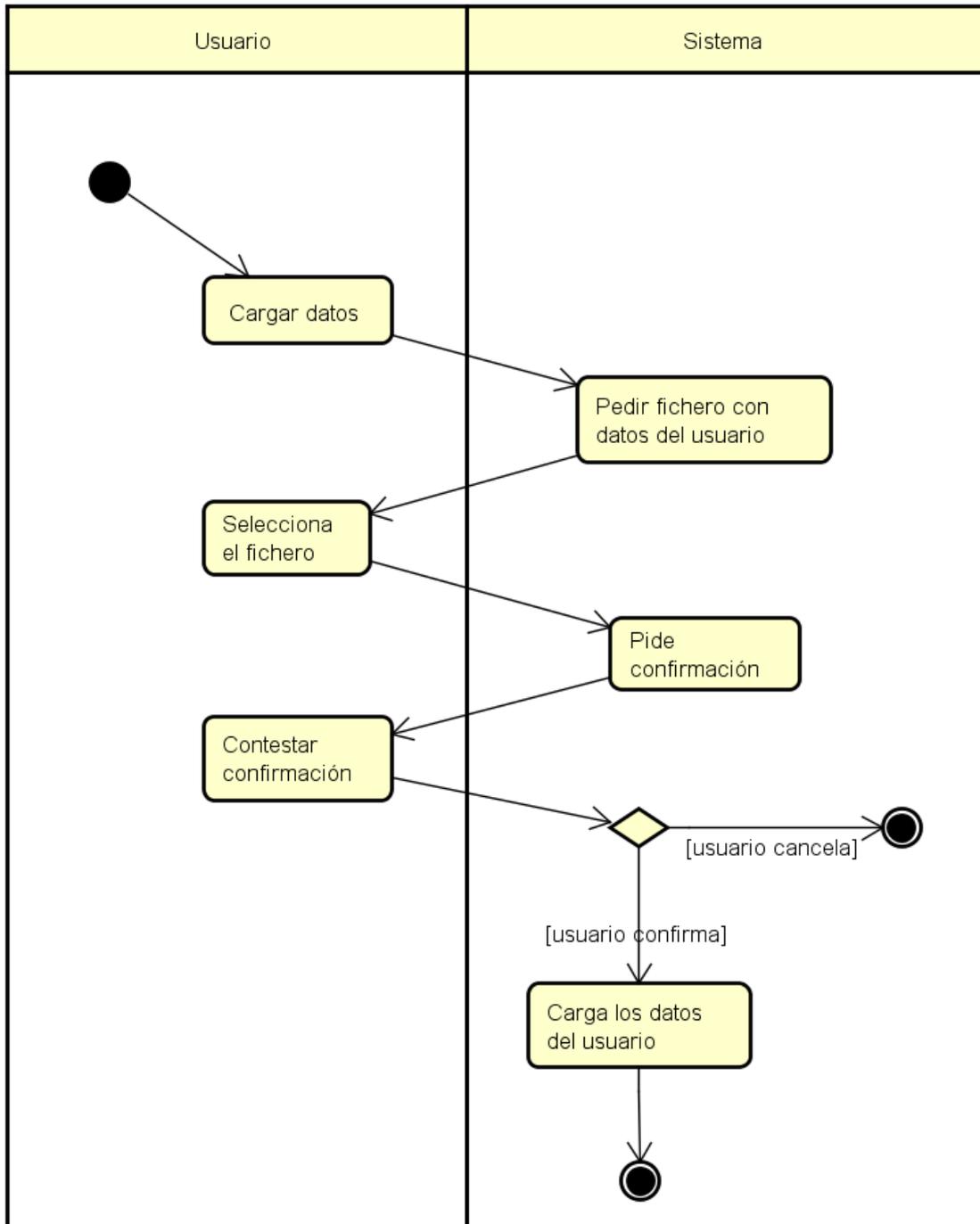


Figura 28. Diagrama de actividad de CU08

4.5.9. Diagrama de actividad del CU09

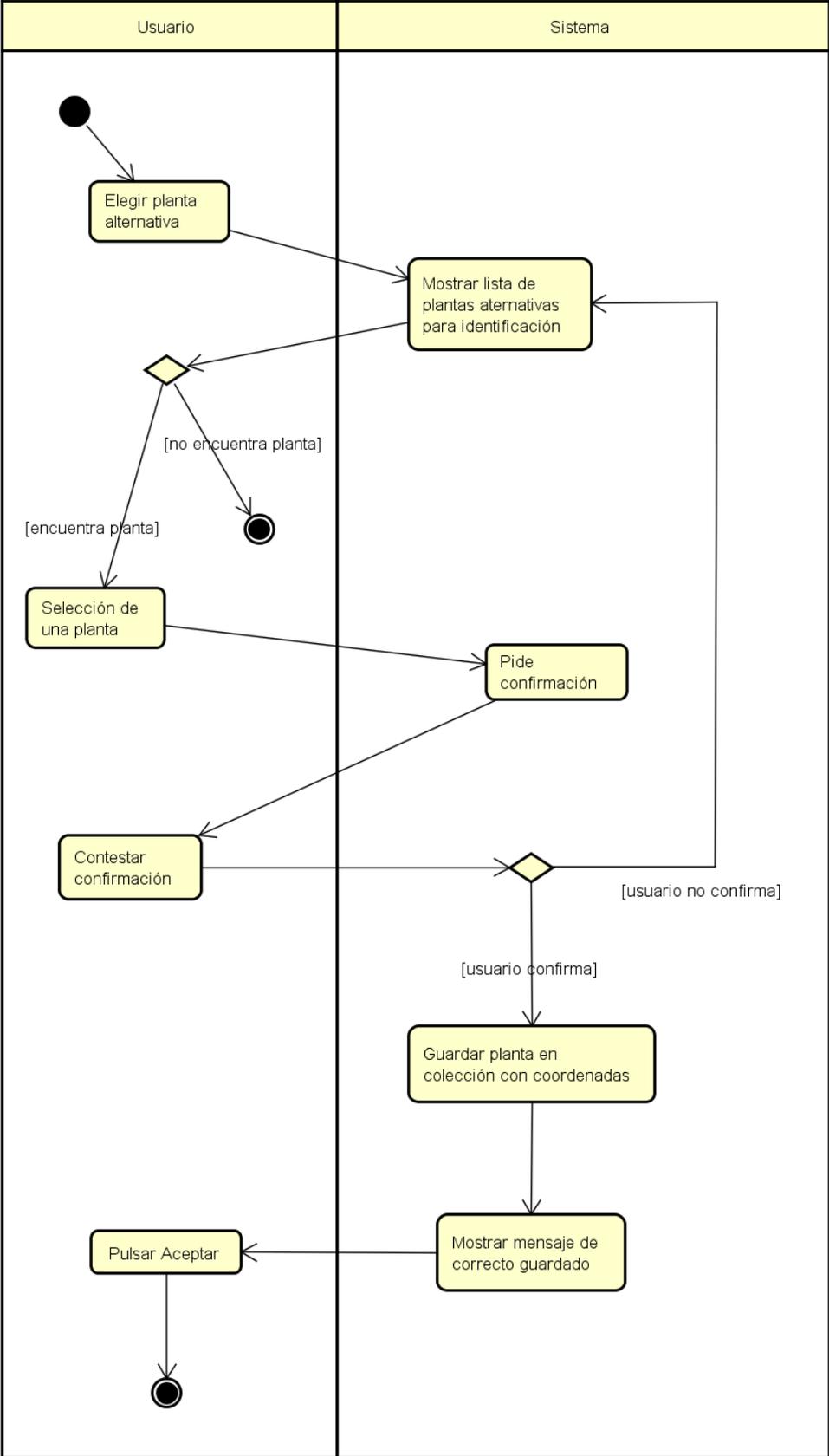


Figura 29. Diagrama de actividad de CU09

4.6. Modelo de dominio

A continuación, se muestra el Modelo de Dominio de la aplicación:

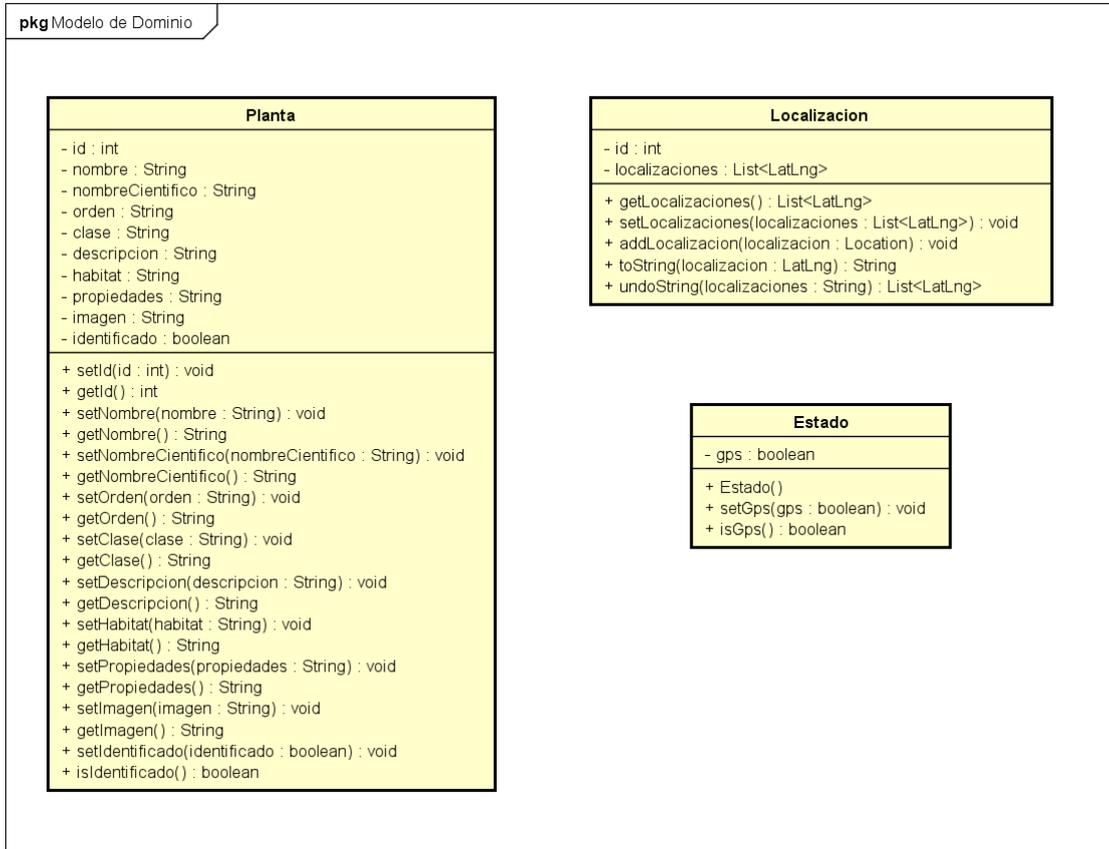


Figura 30. Modelo de Dominio

El dominio de la aplicación solo consta de tres clases, que detallaremos a continuación, describiendo sus atributos y métodos.

- **Planta:** clase que representa una Planta para la aplicación.
 - **Atributos destacados:**
 - *Id:* identificador único de la planta.
 - *Identificado:* boolean que representa si la planta ha sido identificada por el usuario o no.
- **Localización:** clase que almacena una lista de coordenadas en las que una planta determinada ha sido identificada.
 - **Atributos destacados:**
 - *Id:* identificador único de la lista de coordenadas, que coincidirá con el id de la planta a la que pertenecen.
 - *Localizaciones:* lista que almacena objetos de tipo *LatLng* correspondientes a las coordenadas en las que la planta ha sido identificada.
- **Estado:** clase que representa el estado del GPS para un usuario.
 - **Atributos destacados:**
 - *gps:* boolean que representa si el GPS esta activado o no.

Capítulo 5. Diseño

5.1. Arquitectura

En esta sección se explicará la arquitectura elegida para esta aplicación y los diferentes patrones de diseño que se aplicarán. Los patrones son guías de diseño, soluciones a problemas que se pueden aplicar en gran variedad de casos y que facilitan el diseño de las aplicaciones. [16]

5.1.1. Patrón MVP

El MVP (Modelo-Vista-Presentador) es un patrón arquitectónico derivado del MVC (Modelo-Vista-Controlador) y orientado a interfaces de usuario. Como el MVC, el patrón MVP se divide en tres elementos, el Modelo, que representa los datos de la aplicación y la Vista, que está formada por las interfaces de usuario. [17] [18]

Las diferencias entre los dos patrones empiezan aquí. En el caso del MVC original, el Controlador es el encargado de tratar las entradas de datos de la Vista, manipular el Modelo y actualizar ambos elementos. En la siguiente figura se muestra las conexiones que encontramos en este patrón.

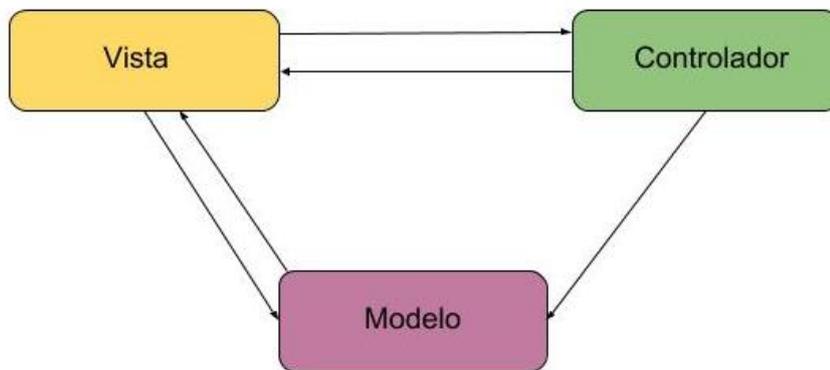


Figura 31. Dibujo esquematizado de MVC

En el caso del patrón MVP que utilizaremos en este proyecto, el Controlador queda sustituido por el elemento Presentador. Este es el encargado de completar las acciones enviadas desde la Vista, y es el único con acceso a el Modelo. En la siguiente figura se muestra las relaciones de este patrón.

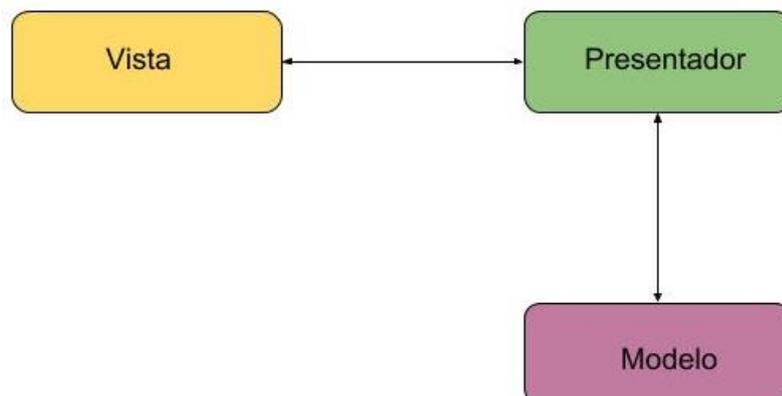


Figura 32. Dibujo esquematizado de MVP

- **Vista:** muestra las diferentes interfaces de usuario y maneja la entrada de los datos. Cada vez que se realice una acción sobre una interfaz, se llamará al elemento Presentador.
- **Modelo:** es el encargado de la lógica de negocio. Proveerá de datos al elemento Presentador y se actualizará con los datos enviados por este.
- **Presentador:** es el encargado de la comunicación entre los elementos Vista y Modelo. Recibe acciones de la Vista, y la actualiza con los datos que obtiene del Modelo. También modifica este último con la nueva información que venga de la Vista.

5.1.2. Otros patrones

5.1.2.1. Patrón Undo o Memento

El patrón Undo se utiliza para la recuperación del estado de un objeto a un estado anterior. Es importante que cuando un usuario cancele una operación o desee volver atrás después de una acción, el sistema sea capaz de recuperar el estado anterior a la acción. [19]

Este patrón consta de tres clases actores:

- **Memento:** es la clase que representa el estado a recuperar.
- **Originator:** se encarga de crear y guardar los estados en objetos Memento.
- **Caretaker:** responsable de recuperar objetos estado de tipo Memento.

5.2. Diagramas de Secuencia

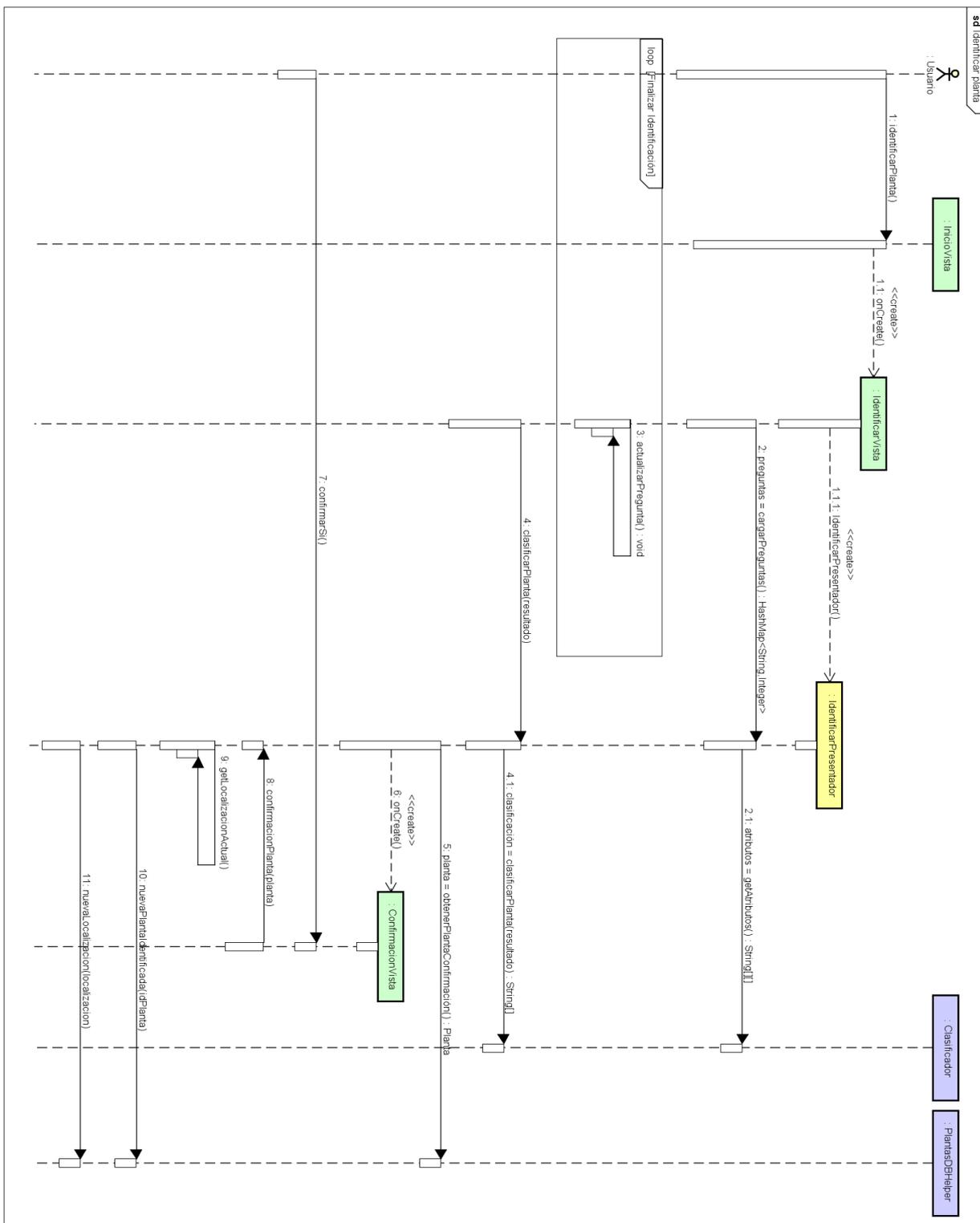


Figura 33. Diagrama de secuencia CU01 Identificar una planta

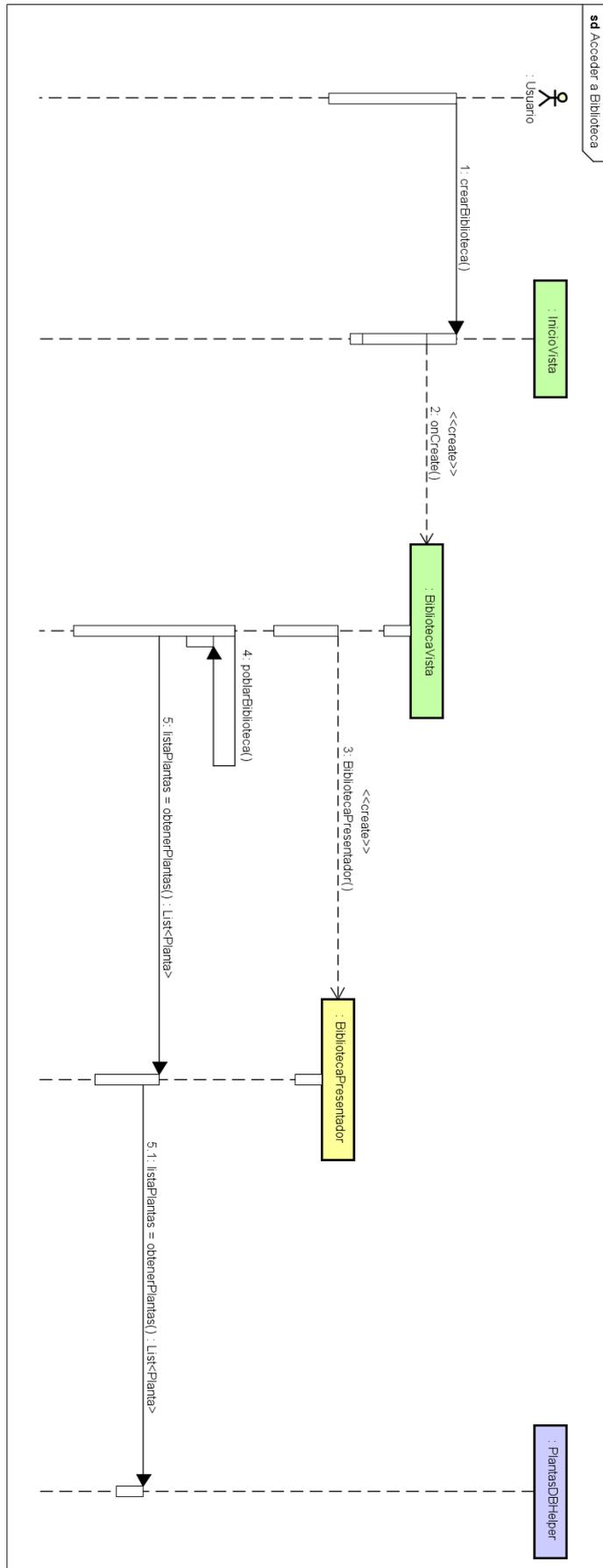


Figura 34. Diagrama de secuencia CU02 Acceso a Biblioteca

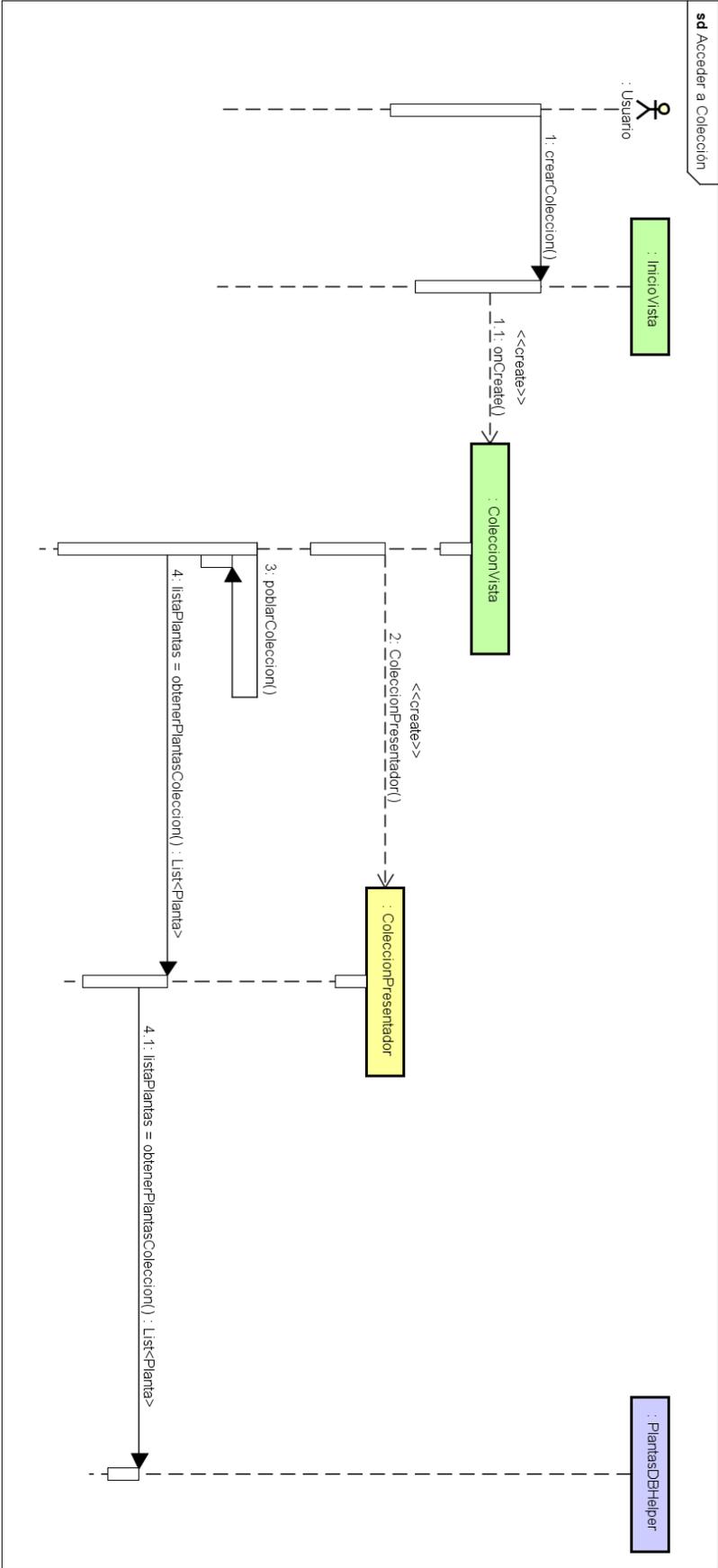


Figura 35. Diagrama de secuencia CU03 Acceso a Mi Colección

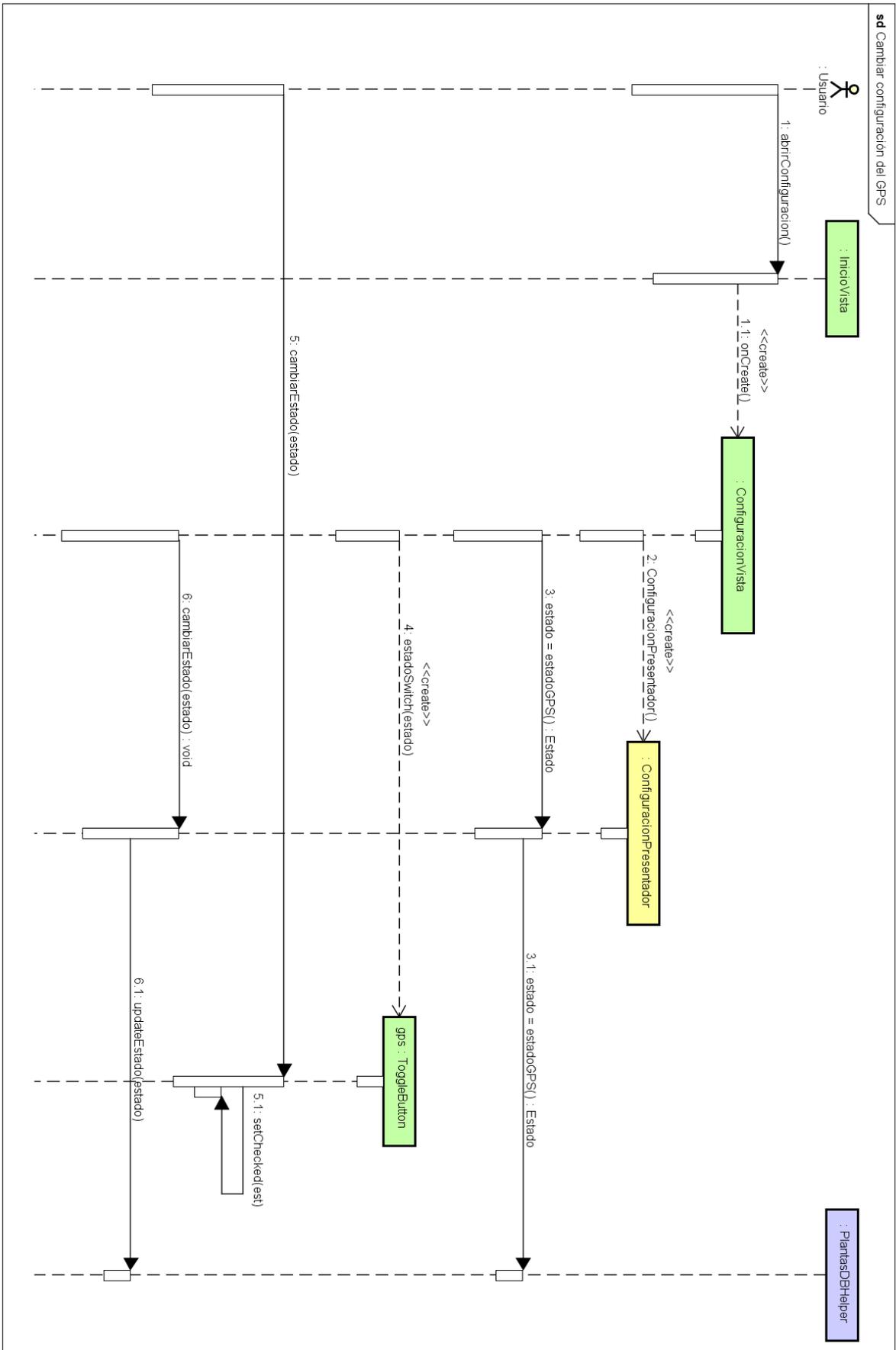


Figura 36. Diagrama de secuencia CU04 Cambiar configuración de GPS

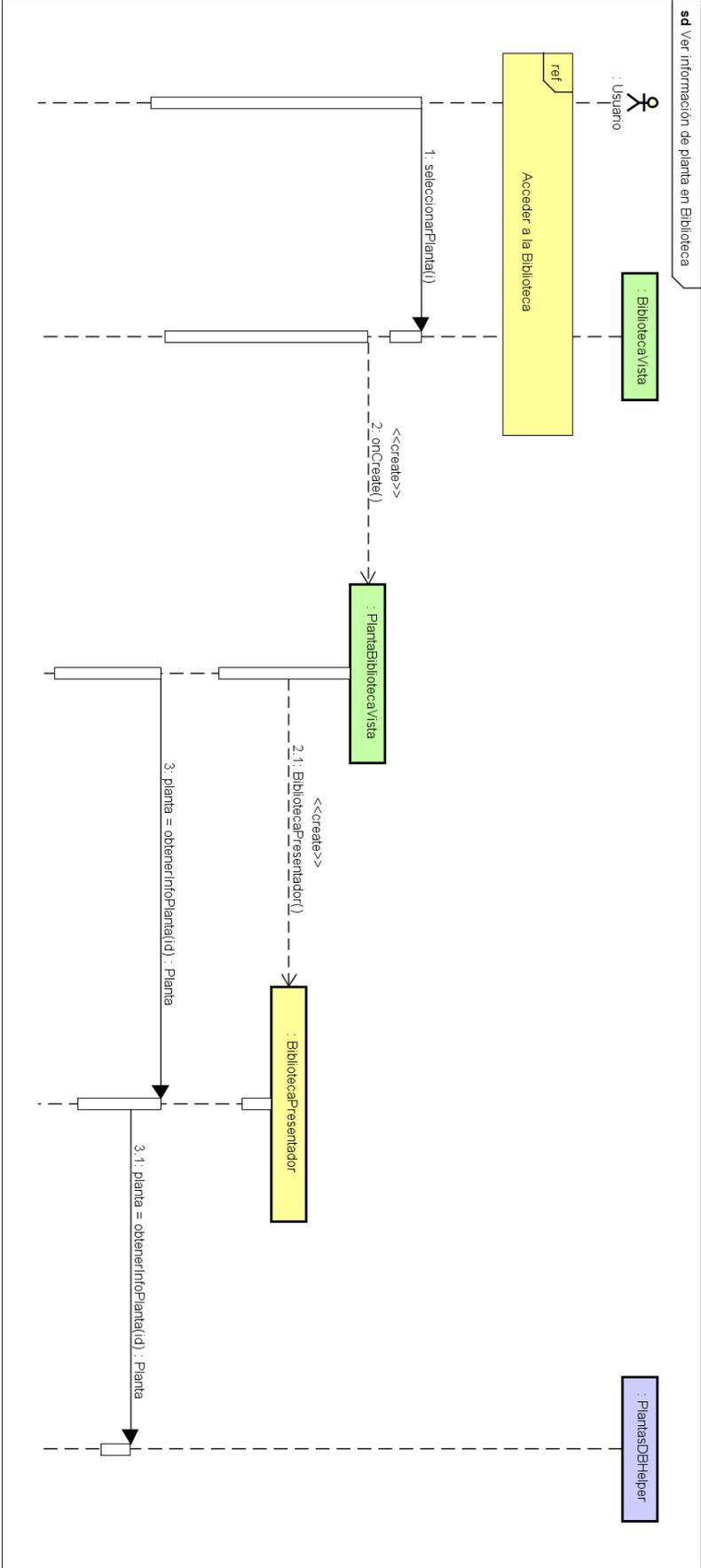


Figura 37. Diagrama de secuencia CU05 Ver información de una planta en la Biblioteca

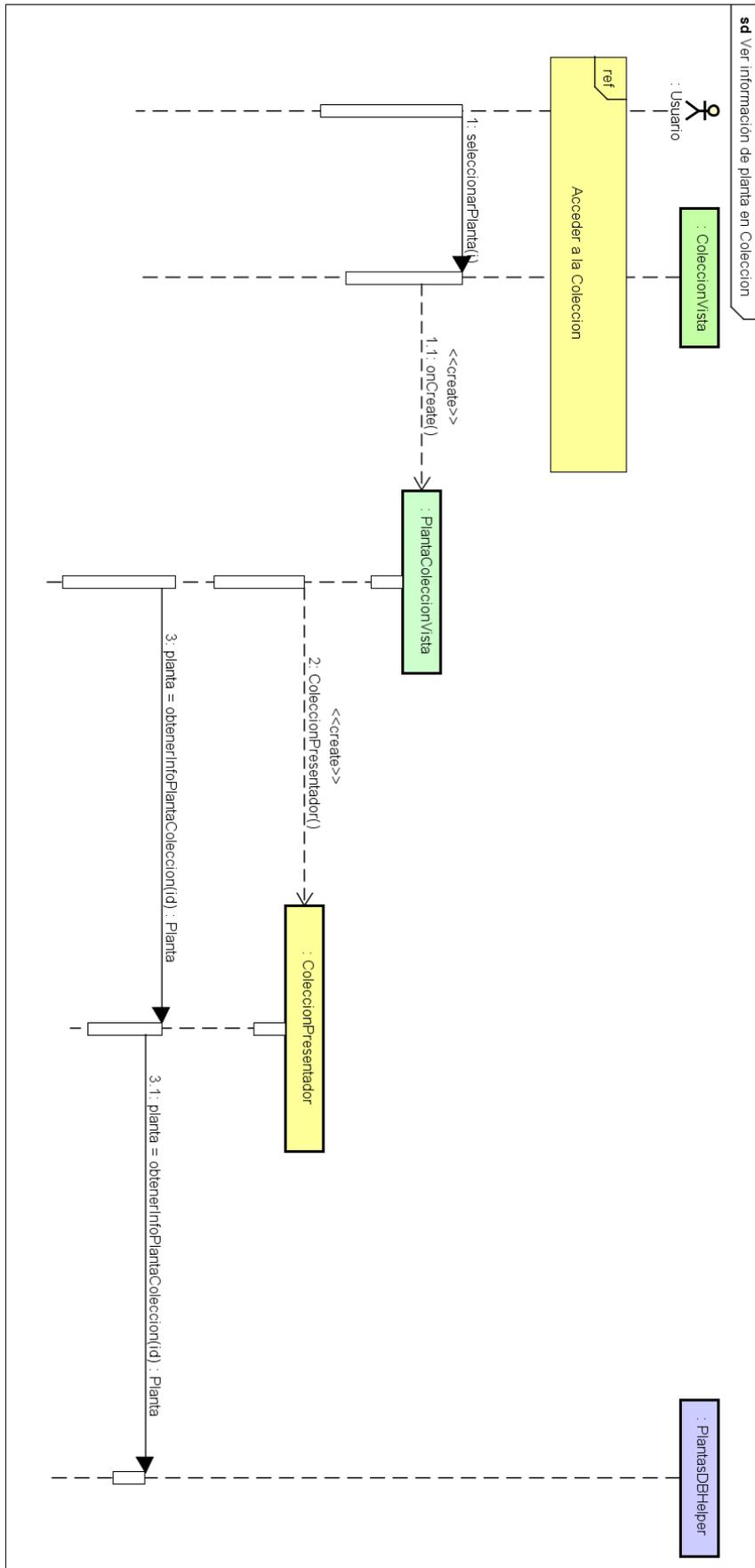


Figura 38. Diagrama de secuencia CU06 Ver información de una planta en Mi Colección

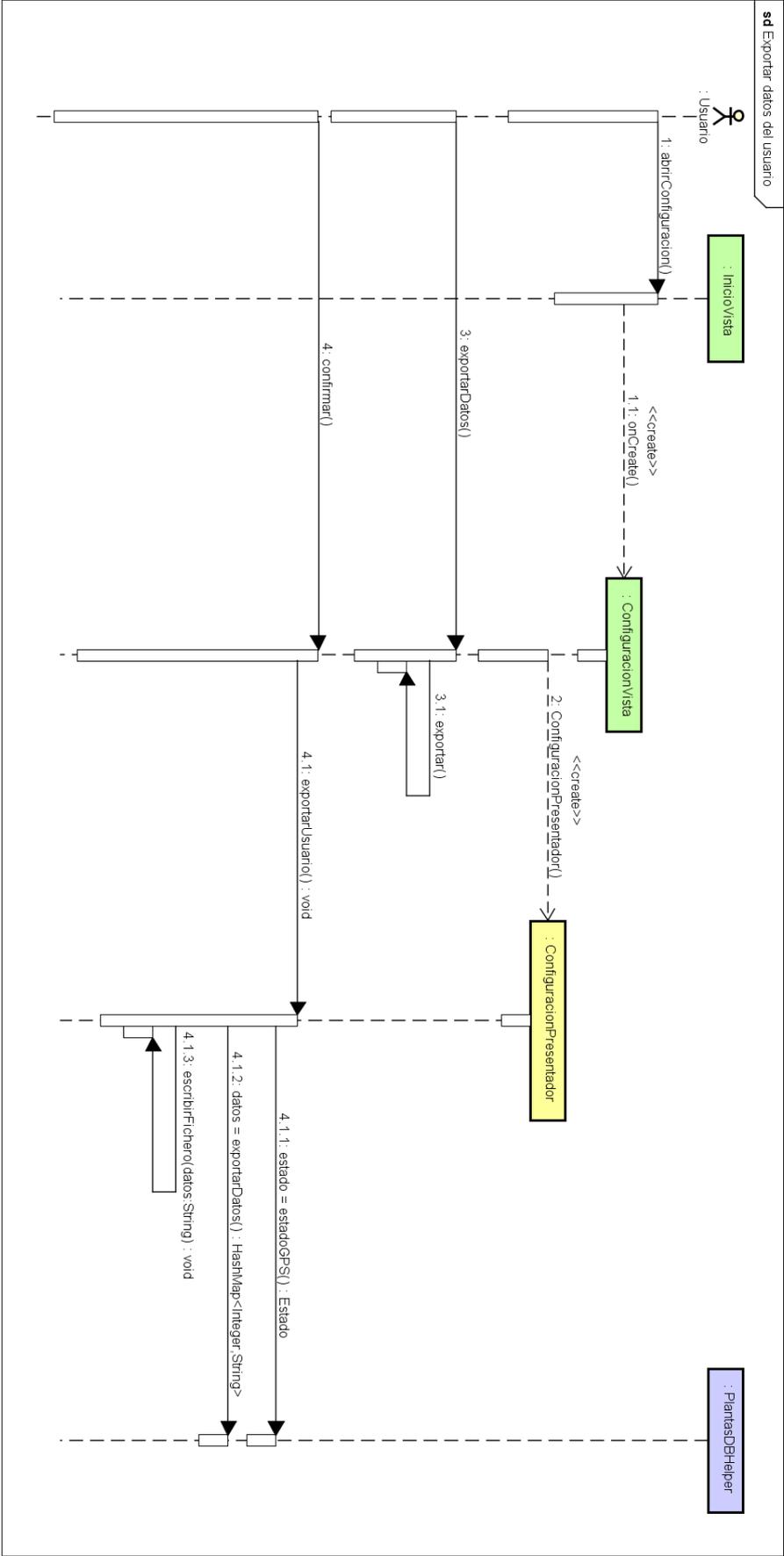


Figura 39. Diagrama de secuencia CU07 Exportar datos del usuario

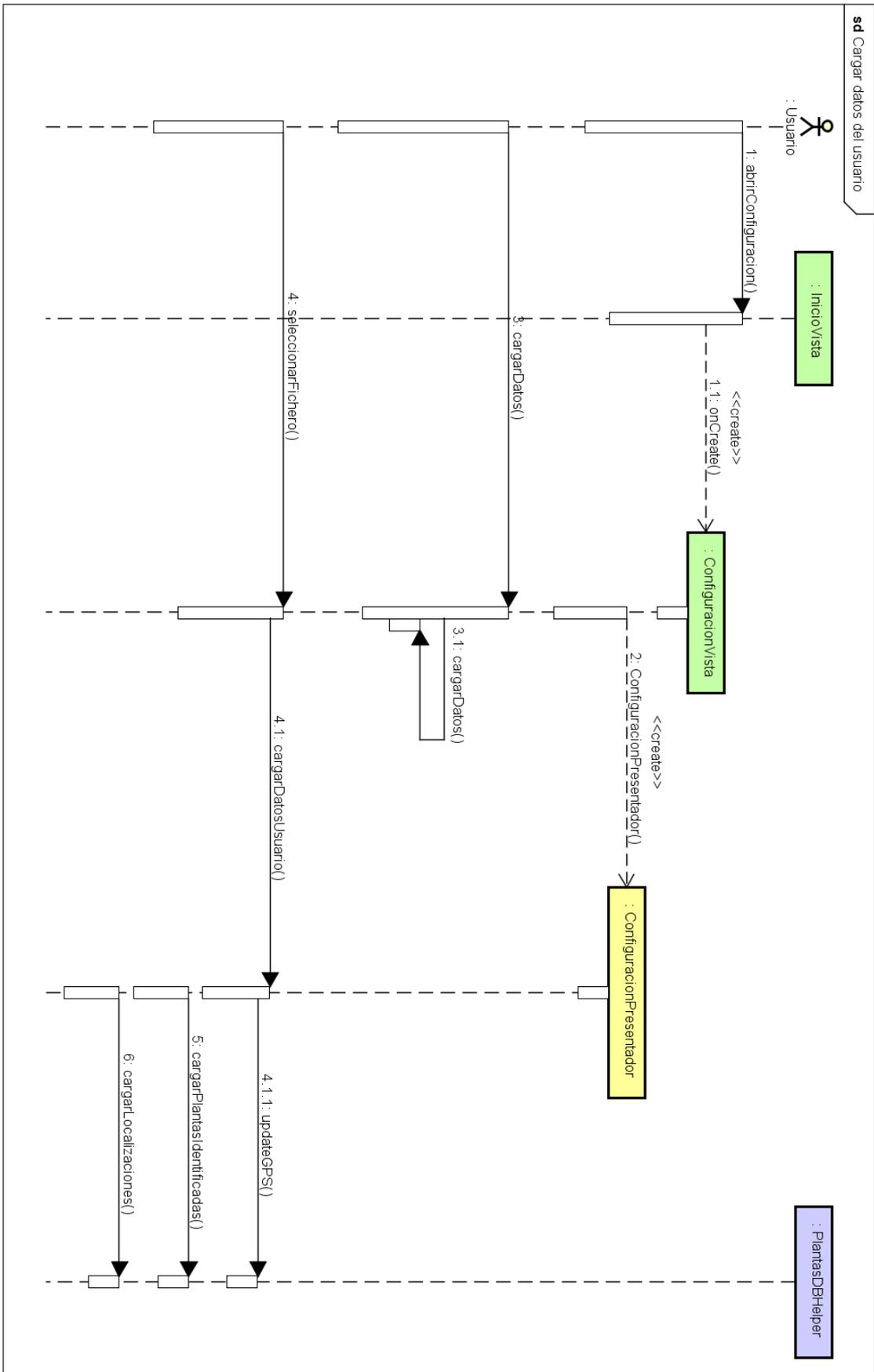


Figura 40. Diagrama de secuencia CU08 Cargar datos del usuario

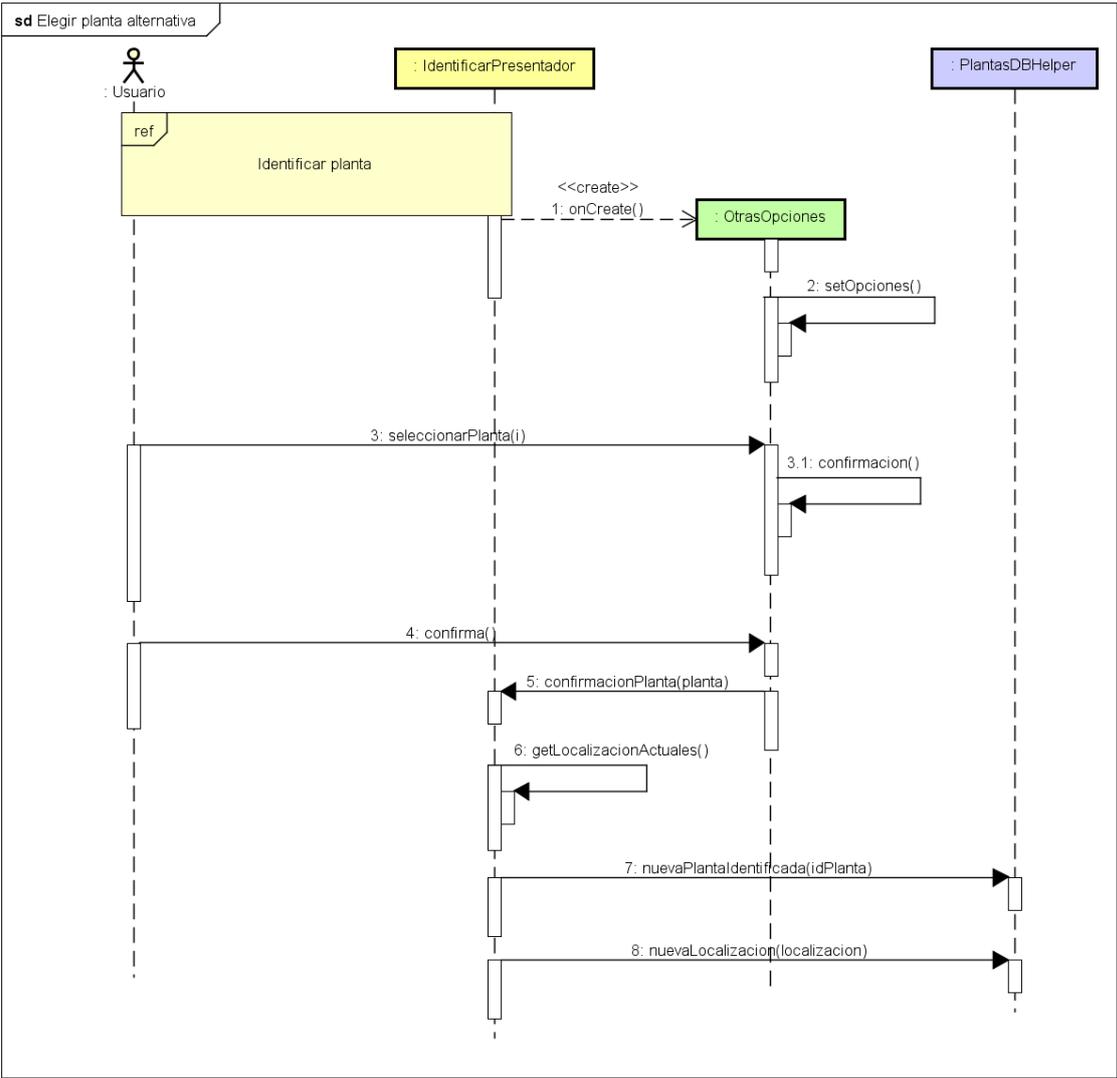


Figura 41. Diagrama de secuencia CU09 Elegir Planta Alternativa

5.3. Diagrama de diseño

En este apartado se describirán las comunicaciones entre los paquetes que forman parte de la aplicación, así como las clases y los métodos que contienen cada uno. Los paquetes están ordenados por funcionalidad, de manera que en el proyecto se encontrarán los siguientes:

- **Identificación:** reúne las vistas de Identificación (IdentificarVista, OtrasOpcionesVista, OtrasOpcionesVista) y el presentador IdentificarPresentador.
- **Configuración:** reúne la vista de configuración ConfiguracionVista y su presentador ConfiguracionPresentador.
- **Biblioteca:** reúne las vistas BibliotecaVista y PlantaBibliotecaVista, y el presentador de ambas BibliotecaPresentador.
- **Colección:** reúne las vistas ColeccionVista y PlantaColeccionVista, y el presentador de ambas ColeccionPresentador.
- **Utilidades:** este paquete reúne clases con diferentes funcionalidades necesarias para la aplicación y ajenas a la arquitectura elegida.

Vistas

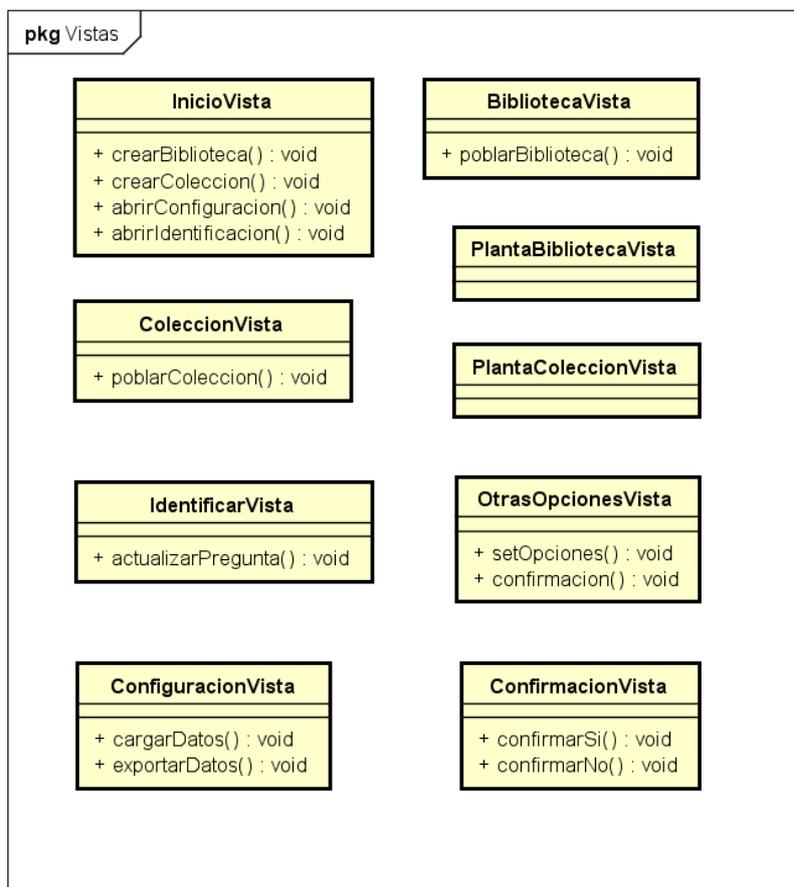


Figura 42. Vistas de la aplicación

InicioVista: clase inicio de la aplicación encargada de abrir las diferentes funcionalidades.

BibliotecaVista: clase encargada de cargar la vista de la Biblioteca. Solo tiene un método, que crea una entrada por cada planta de la base de datos.

PlantaBibliotecaVista: clase encargada de cargar la información completa de una planta.

ColeccionVista: clase encargada de cargar la vista de la Colección. Solo tiene un método, que crea una entrada por cada planta que haya sido identificada por el usuario.

PlantaColeccionVista: clase encargada de cargar la información de una planta identificada por el usuario. Entre los datos a cargar, está el mapa con las localizaciones de donde se ha identificado.

IdentificarVista: clase encargada de mostrar las preguntas para identificar una planta.

OtrasOpcionesVista: clase encargada de mostrar la lista de alternativas a una clasificación. Solo se llama a esta vista en caso de que el usuario no esté de acuerdo con la clasificación.

ConfirmacionVista: clase encargada de mostrar el resultado de la clasificación.

ConfiguracionVista: clase que muestra las diferentes opciones de configuración de la aplicación. Permite cambiar el estado del GPS, y exportar y cargar los datos del usuario.

Presentadores

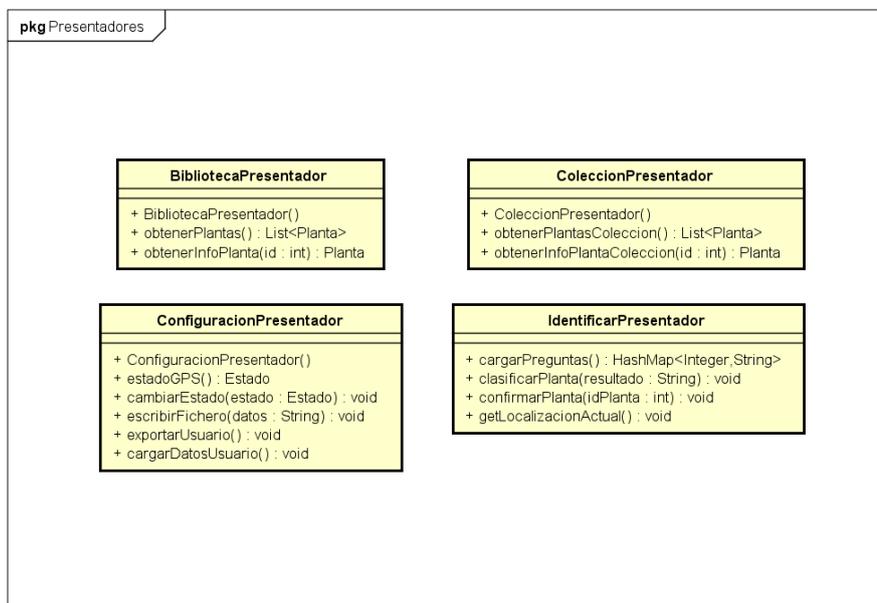


Figura 43. Presentadores de la aplicación.

BibliotecaPresentador: clase encargada de obtener los datos necesarios para que se carguen las vistas de BibliotecaVista y PlantaBibliotecaVista.

ColeccionPresentador: clase encargada de obtener los datos que necesitan las clases de ColeccionVista y PlantaColeccionVista.

ConfiguracionPresentador: clase encargada cambiar la configuración del GPS en base de datos, exportar los datos del usuario en un fichero y cargar los datos del usuario en la aplicación.

IdentificarPresentador: clase encargada de obtener las preguntas para la identificación, obtener la clasificación de dicha identificación, obtener los datos de la planta identificada y la localización en el momento de la identificación.

Modelo

En el paquete Modelo encontramos las clases del modelo de dominio de la aplicación, y que se encargan de representar la parte lógica de la aplicación.

- **Planta:** clase encargada de modelar una planta para la aplicación.
- **Localización:** clase encargada de representar las localizaciones almacenadas para una planta identificada.
- **Estado:** clase encargada de representar el estado del GPS para la aplicación y un usuario.

Base de Datos

La base de datos está formada por las siguientes tablas:

- **Plantas:** esta tabla almacena las plantas de la aplicación. Sus campos son los siguientes.
 - **id:** campo *INTEGER* único y no nulo que identifica a cada planta. Es la clave primaria de la tabla.
 - **nombre:** campo *TEXT* del nombre de la planta.
 - **nombreCientífico:** campo *TEXT* del nombre científico de la planta.
 - **clase:** campo *TEXT* de la clase de la planta.
 - **orden:** campo *TEXT* del orden de la planta.
 - **descripcion:** campo *TEXT* que almacena la descripción de la planta.
 - **habitat:** campo *TEXT* que almacena el hábitat de la planta.
 - **curiosidad:** campo *TEXT* que almacena propiedades y curiosidades de la planta.
 - **imagen:** campo *TEXT* que almacena el nombre de la imagen de la planta
 - **identificado:** campo *INTEGER* que describe con 0 ó 1 si la planta ha sido identificada por el usuario.
- **Estado:** esta tabla solo tiene un campo, *gps*, que se encarga de almacenar el estado del GPS en la aplicación, de tal manera que sepa cuando el usuario desea guardar las localizaciones de una identificación. Este campo solo puede tener dos estados: 1, valor por defecto que indica que está activo, ó 0.
- **Localizaciones:** esta tabla almacena las localizaciones en las que se produjo la identificación de una planta. Tiene dos campos:
 - **id:** campo *INTEGER* único y no nulo que identifica las localizaciones asociándolas con una planta a través del *id*. Es la clave primaria de la tabla, y está asociada a la clave primaria de la tabla Plantas.
 - **localizaciones:** campo *TEXT* que almacena las localizaciones relacionadas con la planta en un formato determinado por la aplicación.

5.4. Prototipos de las vistas

En esta sección se explicarán las vistas de la aplicación con los diseños que se realizaron a mano.

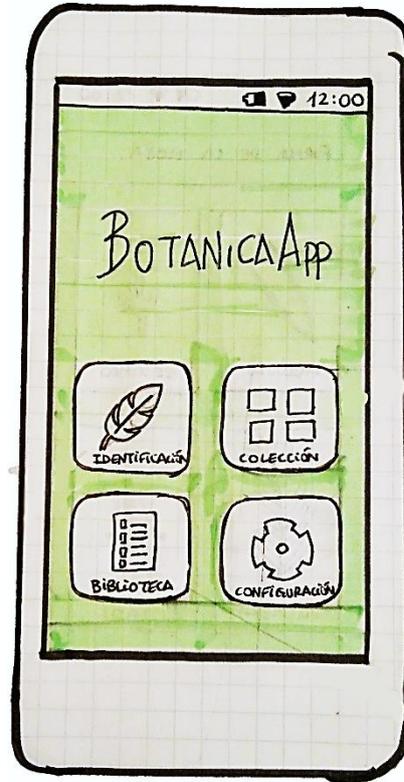


Figura 44. Prototipo de pantalla inicial de la aplicación.

La pantalla de Inicio consta de cuatro botones. El primero es el de Identificación, que abrirá las preguntas para realizar una identificación de una planta. Los botones de Colección y Biblioteca mostrarán la lista de plantas que ha identificado el usuario y la lista de plantas completa respectivamente. El cuarto botón mostrará la pantalla de Configuración.

Tanto las imágenes que aparecen en los botones como el texto facilita el uso de la aplicación, sin necesidad de aprendizaje previo. El diseño minimalista, y la visualización de todas las posibles acciones contribuye también al fácil uso de la aplicación.



Figura 45. Prototipo de vistas de la Biblioteca.

Al pulsar sobre Biblioteca, obtendremos una lista de todas las plantas que se encuentran almacenadas en el sistema con su respectivo nombre, fotografía y un pequeño resumen de la descripción. El color elegido para el fondo de esta vista es el blanco, debido a que el usuario va a leer la información de la planta y debe ser accesible.

La vista de la información de una planta constará de la foto de la planta junto con la información básica de dicha planta (nombre, clasificación, orden, etc.). De esta manera esta información se hace más accesible al usuario a primera vista. El resto de la información, como es la descripción de la planta, el hábitat o curiosidades, se encuentran más abajo, ocupando el ancho de la pantalla para mayor facilidad de lectura.

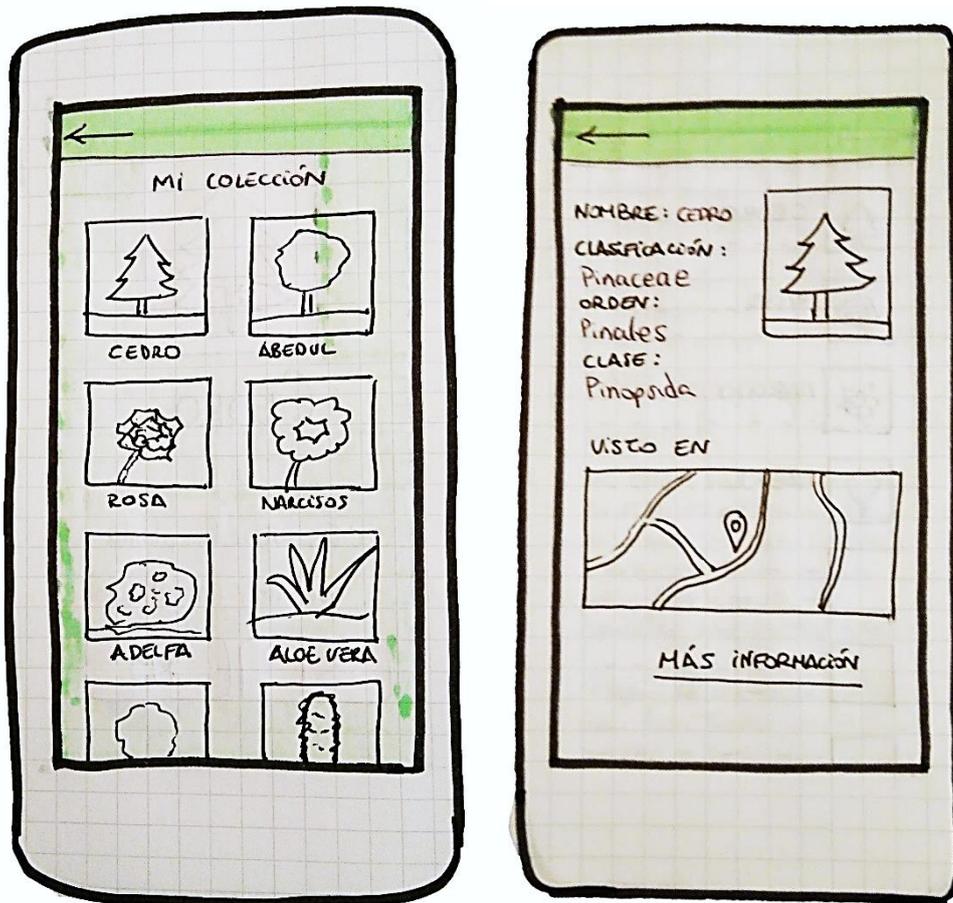


Figura 46. Prototipo de vistas de la Mi Colección

En el caso de la colección de plantas del usuario, se ha dado más importancia a las imágenes al presentar todas las plantas que el usuario ha identificado. De esta manera se hace más visual la interacción del usuario con la pantalla, y se simplifica y minimiza la información ofrecida a la necesaria para esta pantalla.

Dentro de una planta de la colección, la cabecera será igual que en la biblioteca, con la información básica de la planta y la fotografía, manteniendo así la estructura establecida anteriormente en la vista de la información de una planta de la Biblioteca. Más abajo, encontraremos el mapa con la localización de donde se identificó dicha planta, ocupando el lugar que anteriormente tenía la descripción de la planta.

En el caso de querer más información, habrá un enlace que abrirá la vista de información completa de la planta.

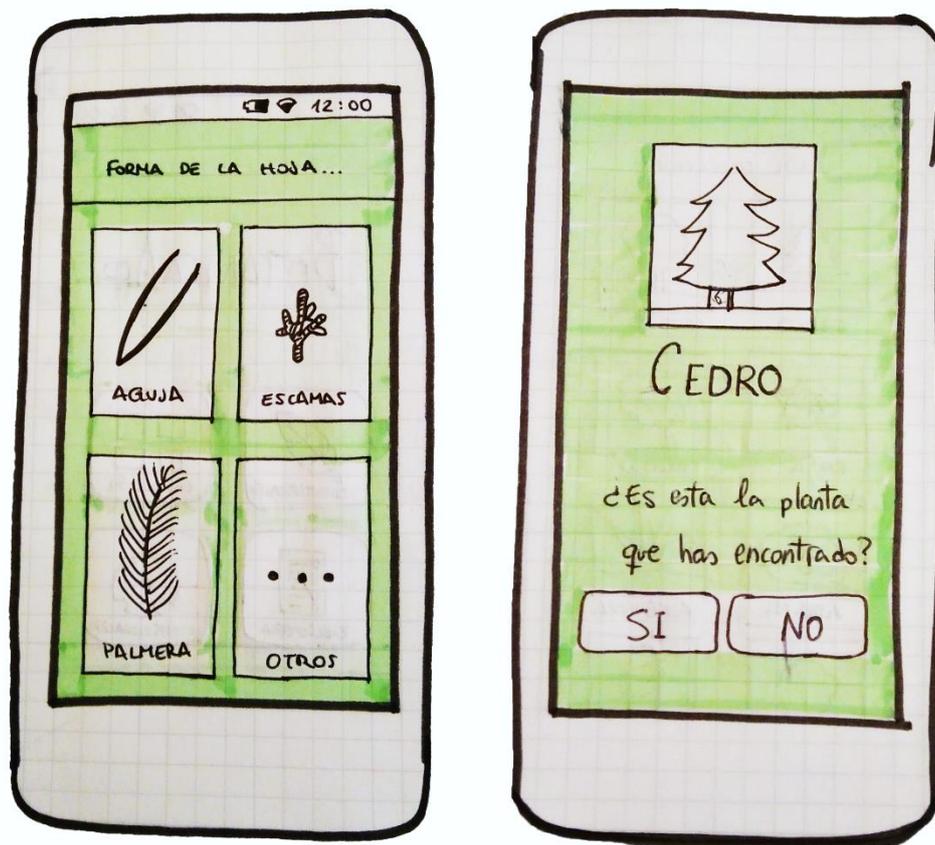


Figura 47. Prototipo de vistas de la Mi Colección

Las vistas de Identificación siguen la pauta marcada por la vista de Inicio, haciendo así que la aplicación sea más intuitiva y fácil de aprender a usar. Consta de cuatro botones, que ocupan la mayor parte de la pantalla. Cada uno tiene un dibujo correspondiente a la característica de la planta a elegir, explicando así de forma visual los atributos que el usuario puede elegir. En la parte superior se encontrará la pregunta a la que se debe responder.

Al terminar de contestar a las preguntas, aparecerá el resultado de la clasificación y dos botones para confirmar si es correcto o no. En la vista de confirmación aparecerá de nuevo la fotografía de la planta, para facilitar al usuario la respuesta.

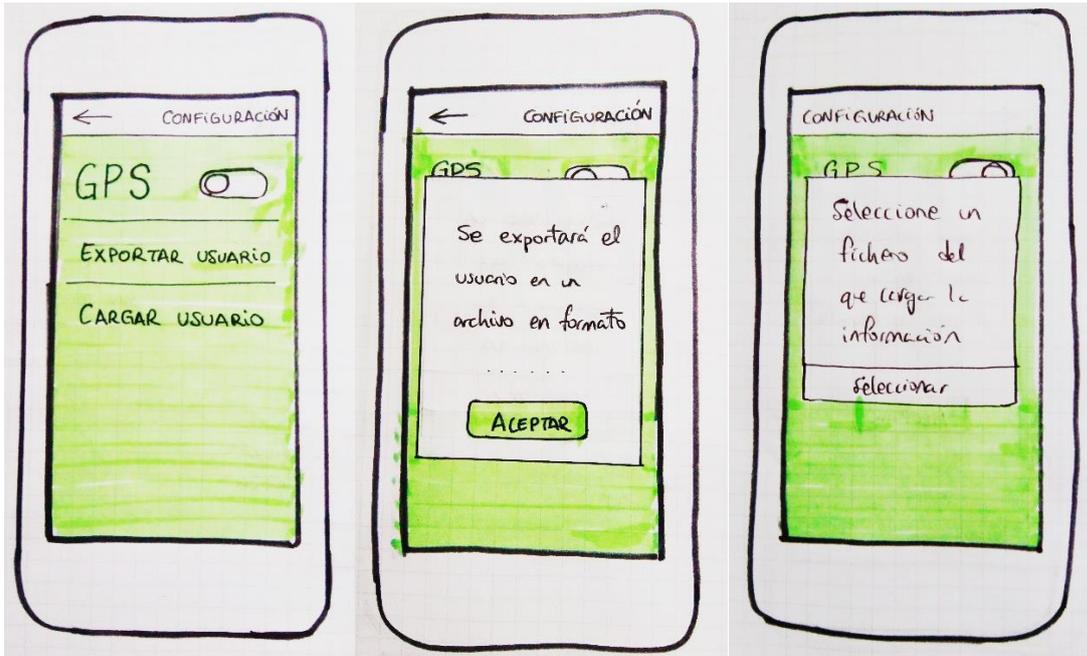


Figura 48. Prototipo de vistas de Configuración.

Las vistas de configuración están diseñadas para ser reconocibles, permitiendo que se puedan realizar todas las acciones dentro de esta pantalla de la forma más intuitiva posible. Para activar y desactivar el GPS, por ejemplo, solo se necesitaría un gesto, recibiendo una notificación en pantalla del resultado.

Tanto exportar como cargar datos del usuario abrirían una ventana de dialogo, haciendo la interacción con el usuario más simple y rápida.

5.4.1. Evaluación

Se ha realizado una evaluación de la aplicación y su usabilidad con un grupo de personas pertenecientes a los usuarios definidos como usuarios noveles. Estas personas tienen pocos conocimientos de botánica y conocimientos sobre aplicaciones móviles que varían de básicos a medios.

Gracias a su evaluación y críticas, se realizaron cambios como aumentar el tamaño de las imágenes, el tamaño de la letra y la fuente usada. Se cambió además el nombre del cuarto botón fijo en la identificación de "Otros" a "No lo sé", y se añadieron secciones que separasen la funcionalidad en la pantalla de Configuración.

Capítulo 6. Implementación

6.1. Introducción

Fase 1

En la primera fase de la implementación se llevó a cabo la construcción de una base de datos con 15 plantas ejemplo y el desarrollo de la Biblioteca, Colección, la visualización de la información de una planta dentro de ambos y el cambio de estado del GPS.

Para la base de datos, se decide buscar información sobre un grupo de plantas (cinco flores, cinco arbustos y cinco árboles) y construir a partir de dicha información una base de datos a medida para la aplicación.

A continuación, se empezó con el desarrollo de los casos de uso de la primera fase. Después de crear las vistas necesarias para esta parte del desarrollo, se implementaron los métodos necesarios para obtener todas las plantas de la base de datos, y todas las plantas que el usuario haya identificado.

Al mostrar toda la información, se pudo proceder al desarrollo de la visualización de la información de la planta. Habiendo construido las vistas, se procedió a la creación de métodos que extrajesen la información de base de datos y la mostrase en la vista.

Para el caso de la visualización de la información dentro de la colección, se planteó usar la clase *Location* para almacenar las coordenadas de las posiciones en las que se identificaron las plantas. Al leer la documentación de la API de Google para mapas, se decidió usar la clase *LatLng* para guardar dichas localizaciones y poder mostrarlas en el mapa.

Por último, se llevó a cabo el desarrollo del cambio de estado del GPS, pudiendo visualizarse el cambio con un *Switch* y apareciendo un mensaje confirmando la realización de la acción.

Fase 2

La fase dos comprende el desarrollo de los casos de uso de identificar planta, obtener otras opciones a la clasificación de la planta, y la exportación e importación de los datos del usuario.

Se partió sin conocimiento previo de como clasificar una planta a partir de una serie de atributos, por lo que se llevó a cabo una investigación de las formas en las que se podía implementar un clasificador en Java. Esta investigación culminó al encontrar la librería WEKA.

Pese a la sencillez con la que se integraba dicha librería en Android Studio, el desarrollo de la identificación de las plantas produjo una serie de problemas, la mayoría relacionados con la falta de conocimientos sobre clasificadores. Antes de poder comenzar a implementar la clase Clasificador, había que crear un fichero, en formato ARFF, que reuniese todos los atributos por los que se iban a clasificar las plantas y los datos base de los que partía la clasificación. Esto último generó varios problemas debido a la lectura de ficheros por Android Studio.

Una vez superados estos problemas, el desarrollo pudo avanzar. La vista de la identificación generaba la serie de preguntas recopilando los atributos de dicho fichero. Estas preguntas se actualizaban cuando se respondía pulsando uno de los botones, y se modificaron para cada tipo de planta, mostrando así las preguntas relativas al tronco y la copa solo cuando se tratase de un árbol.

Con las preguntas desarrolladas, se procedió a elegir el mejor clasificador. Después de investigar y probar los diferentes clasificadores que ofrecía la librería WEKA, se optó por el clasificador *NaiveBayes*, debido a su exactitud y eficiencia clasificando las plantas con los datos introducidos en el fichero ARFF.

Con la clase Clasificación terminada, se procedió a desarrollar el guardado de la planta en la base de datos como identificada y el guardado de la localización. Este desarrollo avanzó sin problemas, y culminó cuando la información se guardaba correctamente para los siguientes casos planteados:

- El usuario había identificado una planta que no se encontraba en Colección y tenía el GPS activado.
- El usuario había identificado una planta que no se encontraba en Colección y tenía el GPS desactivado.
- El usuario había identificado una planta que se encontraba en Colección y tenía el GPS activado.
- El usuario había identificado una planta que se encontraba en Colección y tenía el GPS desactivado.

Una vez se terminó este desarrollo, se procedió a implementar la muestra de todas las plantas alternativas a la clasificación que había realizado la clase. Este desarrollo fue sencillo debido a que *NaiveBayes* obtenía, cada vez que clasificaba, la probabilidad de cada planta que tenía entre los datos. Esta lista de todas las plantas se ordenó de mayor a menor probabilidad y se mostró en una vista.

Una vez terminados los casos de uso relativos a identificación de una planta, se procedió al desarrollo de la exportación de los datos del usuario. La aplicación crea un fichero en formato TXT y lo guarda en la carpeta de descargas del dispositivo.

Para cargar la información del usuario, se selecciona dicho fichero y se leen los datos introducidos en él, actualizando la base de datos a partir de ellos.

Por último, se adaptó la aplicación para funcionar en dispositivos de API igual o superior a 23. Esta adaptación requirió de la petición de permisos al usuario para acceder a su ubicación y para leer y escribir en la memoria externa.

Capítulo 7. Tecnología utilizada

7.1. Introducción

En este apartado se explicará la tecnología utilizada para la implementación del proyecto, como son el lenguaje de programación, IDE, librerías, etc.

7.2. Java



Figura 49. Logotipo de Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, y creado con el propósito de tener el menor número de dependencias posibles. Es uno de los lenguajes de programación más populares actualmente, y el lenguaje oficial para desarrollar aplicaciones en Android. [20] [21]

Java no se compila de forma nativa, utilizando en cambio una “máquina virtual” para este proceso. Esta máquina virtual entiende el formato intermedio, llamado Java bytecode, permitiendo que Java pueda ser utilizado por cualquier plataforma con implementación de máquina virtual (VM).

El lenguaje Java orientado a Android contiene muchas de las librerías estándar de Java además de librerías especiales para el desarrollo de las aplicaciones de Android.

7.2. Android Studio



Figura 50. Logotipo de Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo oficial para el desarrollo de aplicaciones Android. Este entorno contiene las herramientas necesarias para la implementación completa de la aplicación, desde un editor de código, un editor de vistas para la aplicación y un emulador para realizar las pruebas. [22]

Ser el entorno de desarrollo oficial hace que la integración con otras APIs y la implementación sean mucho más sencillo. Android Studio construye el proyecto desde el inicio con los elementos necesarios para el correcto funcionamiento, y permite la integración de nuevos elementos de manera sencilla.

7.3. Google Maps API



Figura 51. Logotipo de Google Maps API

La API de mapas de Google es una herramienta potente y fácilmente integrable con la aplicación gracias a Android Studio. Esta API permite la creación de mapas personalizables, pudiendo elegir desde el estilo de mapa hasta las acciones que se realizarán sobre él. Permite la creación de marcadores sobre el mapa, filtros, rutas, etc. [23] [24]

Google Maps API consta además de una amplia documentación y tutoriales para el desarrollo, y la posibilidad de integrarla con otras APIs como Google Places o Google Geocoding.

7.4. Librería WEKA



Figura 52. Logotipo de WEKA

WEKA es una librería open source de machine learning desarrollada para Java por la Universidad de Waikato, en Nueva Zelanda. Esta librería reúne una serie de algoritmos y herramientas para elaborar modelos de machine learning que funcionan de manera eficiente en proyectos desarrollados en lenguaje Java. [25] [26]

Dentro de estas herramientas y algoritmos se encuentran los clasificadores y árboles de decisión utilizados en este proyecto. La librería de Weka contiene además las clases necesarias para la implementación de los clasificadores y una serie de métodos para la obtención de información a partir de los ficheros de datos de entrada.

Capítulo 8. Pruebas

8.1. Introducción

En este apartado se describirán las pruebas que se han realizado sobre la aplicación para comprobar su correcto funcionamiento durante el desarrollo, y que se han repetido al finalizarlo. Para este proyecto se han realizado dos tipos de pruebas, las pruebas de caja blanca y las pruebas de caja negra.

8.2. Pruebas de caja blanca

Estas pruebas están relacionadas con el correcto funcionamiento de las funciones internas de un módulo. Se han realizado durante la fase de construcción del proyecto, de la mejor manera posible para conseguir un correcto funcionamiento. [27]

Con el avance de la implementación, se realizaban nuevas pruebas en busca de posibles errores o para asegurar que los módulos funcionaban de la manera más correcta y eficiente.

8.3. Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra aseguran el correcto funcionamiento de la aplicación basándonos en las interacciones del usuario. Comprobando las respuestas que recibe dependiendo de la acción, nos aseguramos de que la aplicación funciona correctamente y del cumplimiento de los requisitos.

Las siguientes pruebas han sido diseñadas a partir de los casos de uso definidos anteriormente. Se han tenido en cuenta todas las variaciones que se pueden dar de un mismo caso de uso y se han comprobado que se obtienen los resultados deseados.

CP01	Ver plantas en biblioteca
Versión	<i>1.0</i>
Descripción	1. Pulsar el botón de Biblioteca de la pantalla inicio.
Resultado esperado	<i>La aplicación muestra todas las plantas de la base de datos.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 20. Caso de Prueba 01 -- Ver plantas en Biblioteca

CP02	Ver información de planta en biblioteca
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceder a Biblioteca. 2. Pulsar sobre una planta.
Resultado esperado	<i>Muestre la información sobre la planta que esté almacenada en base de datos.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 21. Caso de Prueba 02 -- Ver información de planta en Biblioteca

CP03	Ver plantas en Colección
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar el botón de Colección en la pantalla de inicio.
Resultado esperado	<i>La aplicación muestra todas las plantas que el usuario ha identificado.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 22. Caso de Prueba 03 -- Ver plantas en Colección

CP04	Ver información de planta en Colección
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceder a Colección. 2. Pulsar sobre una planta.
Resultado esperado	<i>La aplicación abre la información correcta de la planta identificada.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 23. Caso de Prueba 04 -- Ver información de planta en Colección

CP05	Ver mapa de planta identificada
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceder a Colección. 2. Pulsar sobre una planta.
Resultado esperado	<i>El mapa muestra la localización o localizaciones correctas de donde se identificó dicha planta.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 24. Caso de Prueba 05 -- Ver mapa de planta identificada

CP06	Acceder a información completa de planta desde Colección
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceder a Colección. 2. Pulsar sobre una planta. 3. Pulsar sobre el enlace "más información".
Resultado esperado	<i>La aplicación abre la información completa de la planta.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 25. Caso de Prueba 06 -- Acceder a información completa de planta desde Colección

CP07	Cambiar la configuración de GPS
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Configuración en la pantalla de Inicio. 2. Pulsar sobre Switch de GPS.
Resultado esperado	<i>Debe aparecer un mensaje de que ha cambiado el estado del GPS. Además, al volver a entrar el Switch debe aparecer en el estado en el que se ha dejado.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 26. Caso de Prueba 07 -- Cambiar la configuración del GPS

CP08	Inicio de Identificar
Versión	1.0
Descripción	1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de Inicio.
Resultado esperado	Debe aparecer la primera pregunta y cuatro botones para seleccionar la respuesta.
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 27. Caso de Prueba 08 -- Inicio de identificar

CP09	Primeras preguntas identificación de Árbol
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de Inicio. 2. Responder a la primera pregunta pulsando la opción de Árbol.
Resultado esperado	Las siguientes preguntas deben estar referidas al tronco y la copa árbol.
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 28. Caso de Prueba 09 -- Primeras preguntas identificación de Árbol

CP10	Primeras preguntas identificación de Flor o Arbusto
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de Inicio. 2. Responder a la primera pregunta pulsando la opción de Flor o Arbusto.
Resultado esperado	Las siguientes preguntas deben estar referidas a la hoja del Arbusto o Flor.
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 29. Caso de Prueba 10 -- Primeras preguntas identificación de Flor o Arbusto

CP11	Clasificación de una planta
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación.
Resultado esperado	<i>Al terminar de responder a las preguntas, debe aparecer una pantalla de confirmación, con el nombre y una fotografía de la planta identificada y dos botones para confirmar la identificación o buscar otras opciones.</i>
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 30. Caso de Prueba 11 -- Clasificación de una planta

CP12	Confirmar clasificación de una planta
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar Sí en la pantalla de confirmación.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección.</i>
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 31. Caso de Prueba 12 -- Confirmar clasificación de una planta

CP13	Otras opciones a la clasificación
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación.
Resultado esperado	<i>Aparece una lista de plantas ordenadas por la clasificación más posible a la menos posible según las respuestas a las preguntas de identificación.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 32. Caso de Prueba 13 -- Otras opciones a la clasificación

CP14	Seleccionar una planta de otras opciones
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista.
Resultado esperado	<i>Aparece una ventana de diálogo para confirmar la planta elegida de la lista.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 33. Caso de Prueba 14 -- Seleccionar una planta de otras opciones

CP15	Confirmar selección de otra opción a la clasificación
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista. 5. Pulsar Sí en el cuadro de diálogo.
Resultado esperado	<i>La aplicación vuelve a la pantalla de inicio y muestra un mensaje de que la planta ha sido añadida a la colección.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 34. Caso de Prueba 15 -- Confirmar selección de otra opción a la clasificación

CP16	Cancelar la selección de otra opción a la clasificación
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista. 5. Pulsar No en el cuadro de diálogo.
Resultado esperado	<i>La pantalla vuelve a la lista de plantas de otras opciones a la clasificación.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 35. Caso de Prueba 16 -- Cancelar la selección de otra opción a la clasificación

CP17	Identificar una planta sin guardar la localización
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar Sí en la pantalla de confirmación.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección. Al entrar en la planta en la Colección, el mapa no muestra ninguna marca.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 36. Caso de Prueba 17 -- Identificar una planta sin guardar la localización

CP18	Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización.
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista. 5. Pulsar Sí en el cuadro de diálogo.
Resultado esperado	<i>La aplicación vuelve a la pantalla de inicio y muestra un mensaje de que la planta ha sido añadida a la Colección. Si abrimos dicha planta en colección, el mapa no debe mostrar ninguna marca.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 37. Caso de Prueba 18 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización.

CP19	Identificar una planta que ya se encuentra en Colección
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación describiendo una planta que se encuentre en Colección. 3. Pulsar Sí en la pantalla de confirmación.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección. Al entrar en la planta en la Colección, el mapa debe mostrar una o varias marcas, dependiendo de las veces que haya sido Identificada.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 38. Caso de Prueba 19 -- Identificar una planta que ya se encuentra en Colección

CP20	Identificar una planta que ya se encuentra en Colección sin guardar la localización
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación describiendo una planta que ya se encuentre en Colección. 3. Pulsar Sí en la pantalla de confirmación.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección. Al entrar en la planta en la Colección, el mapa debe mostrar ninguna o varias marcas, dependiendo de si las anteriores veces que se haya identificado estuviese activado el GPS o no.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 39. Caso de Prueba 20 -- Identificar una planta que ya se encuentra en Colección sin guardar la localización

CP21	Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización cuando ha sido identificada anteriormente
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación describiendo una planta que ya se encuentre en Colección. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista. 5. Pulsar Sí en el cuadro de diálogo.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección. Al entrar en la planta en la Colección, el mapa debe mostrar ninguna o varias marcas, dependiendo de si las anteriores veces que se haya identificado estuviere activado el GPS o no.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 40. Caso de Prueba 21 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones y sin guardar la localización

CP22	Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones cuando ha sido identificada anteriormente
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Identificar en la pantalla de inicio. 2. Responder a las preguntas de la identificación describiendo una planta que ya se encuentre en Colección. 3. Pulsar No en la pantalla de confirmación. 4. Elegir una planta de la lista. 5. Pulsar Sí en el cuadro de diálogo.
Resultado esperado	<i>Aparece la pantalla de inicio y el mensaje de que la planta ha sido añadida a colección. Al entrar en la planta en la Colección, el mapa debe mostrar una o varias marcas, dependiendo de las veces que la planta haya sido identificada.</i>
Aplicación	<i>Versión final</i>
Resultado	<i>Correcto</i>

Tabla 41. Caso de Prueba 22 -- Añadir una planta a Colección desde Otras Opciones

CP23	Exportar los datos del usuario
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Configuración en la pantalla de inicio. 2. Pulsar botón de Exportar Datos del Usuario.
Resultado esperado	<i>En la carpeta de Descargas del dispositivo debe encontrarse un fichero en formato TXT llamado "datosUsuario_botaniApp.txt"</i>
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 42. Caso de Prueba 23 -- Exportar los datos del usuario

CP24	Cargar los datos del usuario
Versión	1.0
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar botón Configuración en la pantalla de inicio. 2. Pulsar botón de Cargar Datos del Usuario.
Resultado esperado	<i>Aparecerá un mensaje de carga de datos correcta. En Colección deben encontrarse las plantas que había cuando se hizo la exportación, y el estado del GPS debe ser el mismo que cuando se exportó.</i>
Aplicación	Versión final
Resultado	Correcto

Tabla 43. Caso de Prueba 24 -- Cargar los datos del usuario

Capítulo 9. Manual de Usuario y de Instalación

9.1 Manual de Usuario

Pantalla de Inicio

Al abrir por primera vez la aplicación, esta pedirá los permisos de acceso a la ubicación del dispositivo y acceso multimedia. La ubicación del dispositivo debe estar activada para el correcto funcionamiento. A continuación, mostrará la pantalla de inicio, con los accesos a las diferentes funcionalidades de la aplicación.



Figura 53. Captura de la pantalla de inicio de la aplicación

Esta pantalla da la opción de acceder a la identificación de una planta, a la colección de las plantas identificadas, a la biblioteca con todas las plantas de la aplicación y a la configuración.

Identificación de una planta

Cuando se accede a la identificación de una planta, la primera pantalla nos dará la opción de tres botones para seleccionar el tipo de planta que vamos a identificar. Dependiendo de la pregunta, se darán dos o más opciones, estando la opción de contestar “No lo sé” siempre disponible. En el caso de tener más opciones, se mostrará una opción de “Otros” para mostrar el resto de las opciones.

Las respuestas a las preguntas se mostrarán por pantalla según se avance con la identificación.

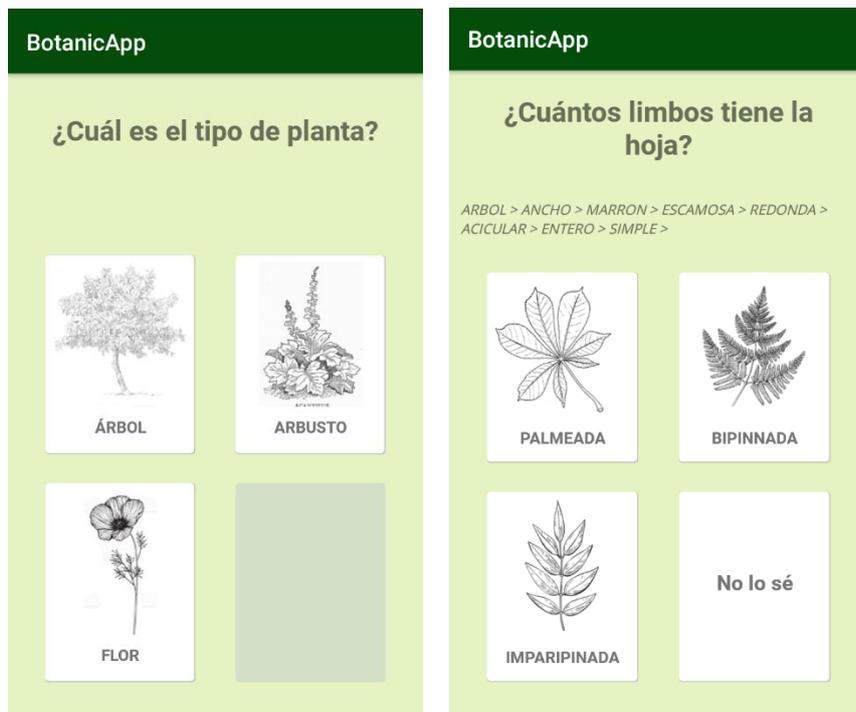


Figura 54. Capturas de la pantalla de identificación de una planta

Cuando se han contestado a todas las preguntas, aparecerá la pantalla de confirmación de la identificación. En ella se muestra una foto y el nombre de la planta, con dos botones para confirmar o elegir otra planta.



Figura 55. Capturas de la pantalla de confirmación de planta identificada

Si pulsamos “Si” en la pantalla de confirmación, la aplicación nos mostrará un mensaje de que la planta ha sido añadida a la colección. En el caso de que pulsemos el botón de “No”, la aplicación nos mostrará la lista de plantas alternativas a la identificación ordenadas de mayor a menor probabilidad.

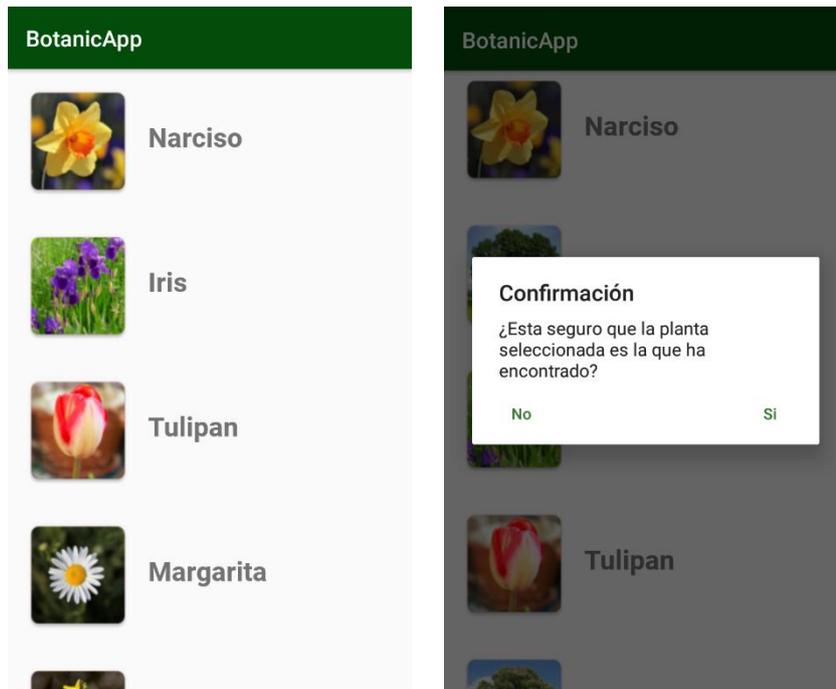


Figura 56. Capturas de la pantalla de lista de otras opciones a la identificación

Al seleccionar una de las opciones de la lista, la aplicación pide de nuevo confirmación de si se trata de esa planta o no. En el caso de querer seleccionar otra, pulsaremos “No” y tendremos la opción de seleccionar una nueva de la lista. Si confirmamos la selección, la planta será añadida a la Colección y aparecerá el mensaje de confirmación de la acción por pantalla.

Biblioteca

Al pulsar el botón de Biblioteca en la pantalla de inicio, la aplicación mostrará una lista con todas las plantas. De ellas mostrará una foto, su nombre y un fragmento de la descripción. Pulsando sobre cualquiera de las plantas, se cargará la pantalla de información sobre ella.

Esta nueva pantalla se divide por secciones de información. En la cabecera se encontrará el nombre de la planta, su nombre científico, y la clase y orden a la que pertenece. A la derecha de la cabecera se encontrará la foto de la planta.

Debajo de la cabecera encontraremos la información relativa a la descripción de la planta, su hábitat y curiosidades sobre ella.

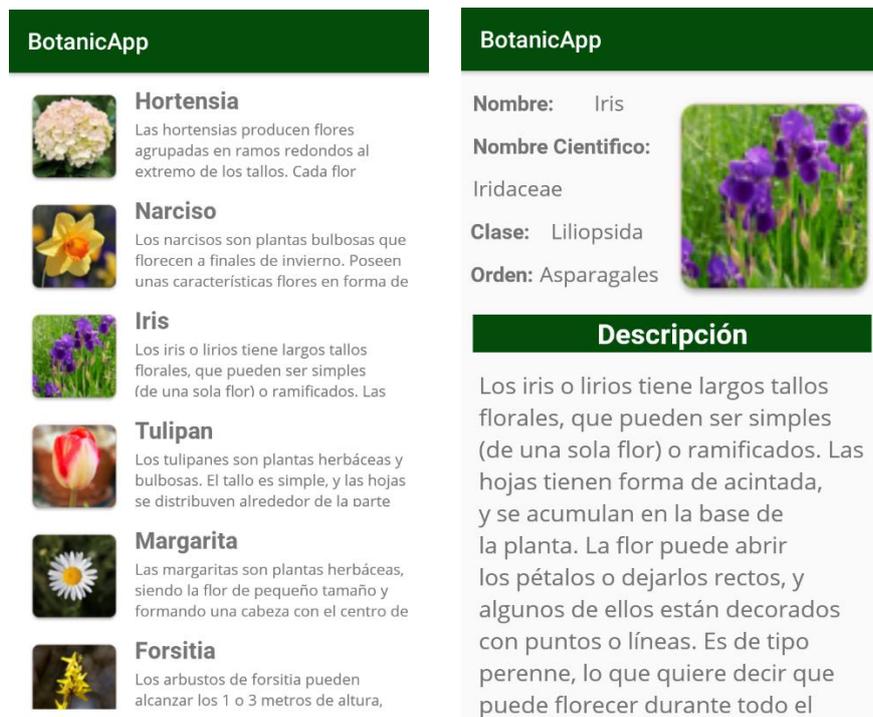


Figura 57. Capturas de la pantalla de la Biblioteca

Colección

Pulsando el botón de Colección, accedemos a las plantas identificadas anteriormente. En esta pantalla se mostrarán con iconos y el nombre dichas plantas, y al pulsar sobre ellas accederemos a la información.

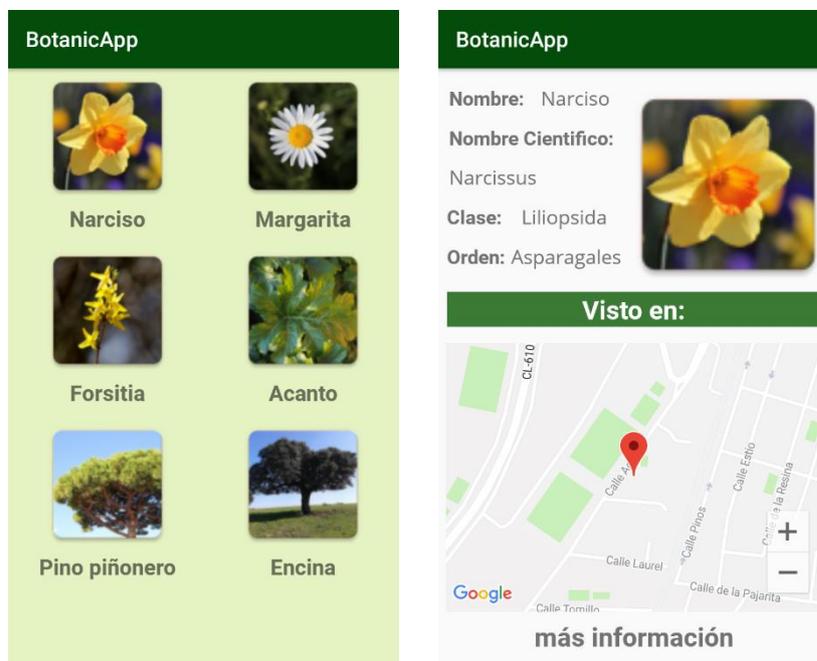


Figura 58. Capturas de la pantalla de la Colección

Esta información consta de una cabecera y un cuerpo de la información. En esta primera podemos encontrar la foto de la planta, junto con el nombre, nombre científico, su clase y su orden. El cuerpo de la

información contiene un mapa, con la localización o localizaciones en las que se identificó la planta, y un enlace a la pantalla de información completa de la planta.

Configuración

El cuarto botón de la pantalla de Inicio lleva a las funcionalidades de Configuración. En esta pantalla podemos cambiar el estado del GPS, exportar los datos de la aplicación o cargarlos.



Figura 59. Captura de la pantalla de Configuración

Para cambiar el estado de GPS, de manera que la aplicación no guarde las localizaciones al identificar una planta, solo hay que pulsar sobre el botón Switch de la pantalla. Al hacerlo, aparecerá un mensaje de que el cambio ha sido realizado.

Cuando se pulsa sobre Exportar usuario, se muestra una ventana de confirmación antes de que los datos sean guardados en el dispositivo. Si pulsamos "Aceptar", un fichero de formato .txt y con el nombre *datosUsuario_botaniApp.txt* se guardará en la memoria externa del dispositivo.

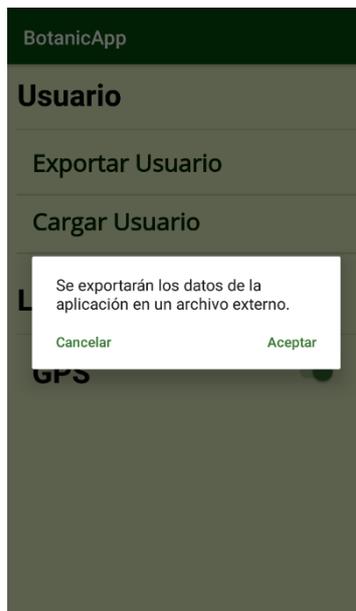


Figura 60. Captura de la pantalla la ventana de confirmación de la exportación

Si pulsamos Cargar Usuario, se mostrará una nueva ventana para seleccionar un fichero. Al pulsar, abrirá el navegador de archivos, del que seleccionaremos el archivo con el nombre *datosUsuario_botaniApp.txt*. Con el archivo cargado, se mostrará un mensaje por pantalla de que la carga se ha realizada correctamente.

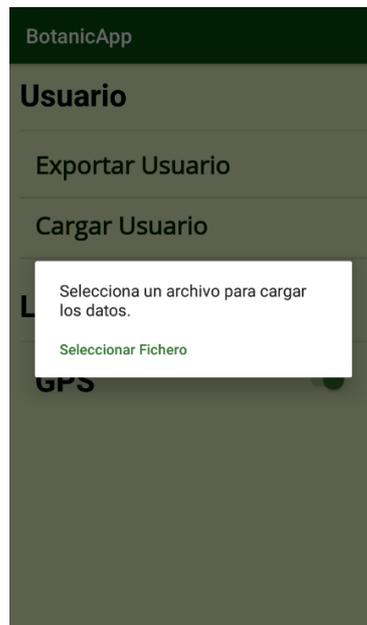


Figura 61. Captura de la ventana de selección de un fichero

9.2. Manual de Instalación

En esta sección se describen los pasos a seguir para instalar la aplicación. Para poder instalar el archivo de extensión *.apk*, se debe tener activado en el dispositivo el permiso de instalación de aplicaciones de origen desconocido.

Para ello, se debe acceder a *Ajustes -> Seguridad*. Dentro de esta pantalla, buscaremos la sección dedicada a la *Administración del Dispositivo*, donde se encontrará la opción que buscamos.

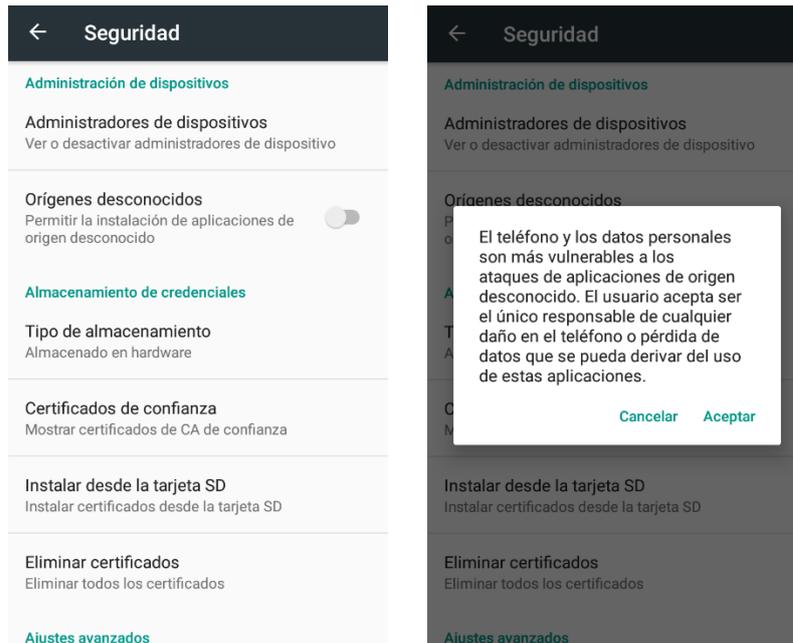


Figura 62. Capturas de pantalla ajustes de seguridad de un dispositivo Android

Entonces pulsaremos sobre el botón Switch de *Orígenes Desconocidos*, y posteriormente “Aceptar” en la ventana de confirmación.

Una vez realizados estos pasos, cuando abramos el archivo *.apk*, el sistema habrá recibido el permiso necesario para instalarlo.

Capítulo 10. Conclusiones

Introducción

Con la finalización de este proyecto, se puede concluir que se han alcanzado todos los objetivos establecidos en el inicio.

Se ha creado una aplicación móvil fácil de usar y con un lenguaje sencillo, orientada a niños y adultos sin conocimientos previos de botánica. Se consigue enseñar de una manera interactiva características de las plantas, información sobre ellas y curiosidades.

Se ha implementado un clasificador que funciona de manera eficiente y rápida, clasificando de manera correcta las plantas de las que consta su base de datos. Tomando como entrada unos datos, es capaz de encontrar la planta a la que el usuario se refiere, ofreciendo una lista de alternativas.

Con la realización de este trabajo no solo he reforzado mis conocimientos de desarrollo de aplicaciones móviles, sino que también he aprendido a planificar desde el inicio un proyecto, realizando el análisis, el diseño y la implementación de este. He aprendido, además, a diseñar una aplicación orientándola a unos usuarios específicos y unas necesidades concretas.

He ganado experiencia de trabajo y personal, aprendiendo a organizar mi tiempo y las horas de trabajo, además de obtener nuevos conocimientos técnicos y de resolución de problemas.

Futuras mejoras

Con el proyecto ya finalizado y los requisitos cumplidos, es importante plantear mejoras que se puedan desarrollar en el futuro de la aplicación. En el ámbito del software, y sobre todo de las aplicaciones móviles, el progreso y la evolución son vitales. Por ello, se han plantado posibles mejoras para la aplicación.

- Añadir más tipos de plantas a la aplicación, como pueden ser plantas medicinales u hortalizas.
- Modificar el clasificador para que pueda aprender con cada identificación, tanto si el resultado de esta ha sido correcto como si no. De esta manera las futuras identificaciones serían más exactas.
- Permitir al usuario subir imágenes de las plantas que ha identificado.
- Añadir filtros a la Biblioteca y la Colección para que muestre solo los árboles, flores o arbustos.
- Añadir más preguntas para realizar identificaciones más exactas.

Capítulo 11. Bibliografía y Webgrafía

- [1] R. Portela, «Ciencia y Biología, ¿Qué es la Botánica?,» [En línea]. Enlace: <https://cienciaybiologia.com/ramas-de-la-biologia-botanica/>. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [2] Wikipedia, «Botánica,» 15 Junio 2018. [En línea]. Enlace: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%A1nica>. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [3] «La Brujula Verde» [En línea]. Enlace: <https://www.labrujulaverde.com/2017/05/en-2016-se-descubrieron-1-730-nuevas-especies-de-plantas> . [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [4] Botanical Society of America, «What is Botany?» [En línea]. Enlace: https://www.botany.org/bsa/careers/what_is_botany.php. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [5] University of Fort Hare, «Why study Botany?,» [En línea]. Enlace: http://www.ufh.ac.za/AI-tsc-fs03/botany/why_study_botany.htm. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [6] M. W. Berger, «Penn Today, Using video games as tools for learning and education» 23 Marzo 2017. [En línea]. Enlace: <https://penntoday.upenn.edu/news/using-video-games-as-tools-for-learning-and-education>. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [7] R. F. Mackay, «Stanford News, Playing to learn» 1 Marzo 2013. [En línea]. Enlace: <https://news.stanford.edu/2013/03/01/games-education-tool-030113/>. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [8] J. Willis, «Edutopia, A Neurologist Makes the Case for the Video Game Model as a Learning Tool» 14 Abril 2011. [En línea]. Enlace: <https://www.edutopia.org/blog/neurologist-makes-case-video-game-model-learning-tool>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [9] D. García, «toyoutome, ¿Por qué las apps educativas?» 2 octubre 2013. [En línea]. Enlace: <http://toyoutome.es/blog/%C2%BFpor-que-las-apps-educativas/23687>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [10] «Anthos, Sistema de información sobre las plantas de España» 2 marzo 2013. [En línea]. Enlace: <http://www.anthos.es/>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [11] «ARBOLAPP» 1 marzo 2018. [En línea]. Enlace: <http://www.arbolapp.es/>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [12] «PlantNet, Identificación Planta» [En línea]. Enlace: <https://identify.plantnet-project.org/>. [Último acceso: 15 Junio 2018].
- [13] «Proceso Unificado, Wikipedia» 29 mayo 2018. [En línea]. Enlace: https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_unificado. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [14] P. d. I. F. Redondo, «Apuntes PGP, Tema 3 - Proceso Unificado (Curso 2017-2018)» [En línea]. Enlace: https://aulas.inf.uva.es/pluginfile.php/26286/mod_resource/content/7/PGP_RUP_1718.pdf. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [15] P. d. I. F. Redondo, «Apuntes PGP, Tema 2 (Curso 2017-2018)» [En línea]. Enlace: https://aulas.inf.uva.es/pluginfile.php/26242/mod_resource/content/5/PGP_riesgos_1718.pdf. [Último acceso: 15 junio 2018].

- [16] «Protelo, Why design patterns are important in software engineering» [En línea]. Enlace: <https://www.proteloinc.com/blog/design-patterns-important-software-engineering/>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [17] V. Kumar, «Medium, Android Architecture Patterns : MV(C | P | VM)» 9 diciembre 2017. [En línea]. Enlace: <https://medium.com/@vicky7230/android-architecture-patterns-mv-c-p-vm-4594574eeaa1>. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [18] M. Fowler, Patterns of Enterprise Application Architecture, Addison-Wesley Professional, 2002.
- [19] «TutorialsOnPoint, Design Patterns - Memento Pattern» [En línea]. Enlace: https://www.tutorialspoint.com/design_pattern/memento_pattern.htm. [Último acceso: 15 junio 2018].
- [20] «Java (Lenguaje de Programación), Wikipedia» 13 junio 2018. [En línea]. Enlace: [https://es.wikipedia.org/wiki/Java_\(lenguaje_de_programaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Java_(lenguaje_de_programaci%C3%B3n)). [Último acceso: 17 junio 2018].
- [21] «I want to develop Android App - what languages should I learn?, Zipcode Wilmington» 11 mayo 2016. [En línea]. Enlace: <http://www.zipcodewilmington.com/blog/i-want-to-develop-android-apps-what-languages-should-i-learn>. [Último acceso: 17 junio 2018].
- [22] «Conoce Android Studio, Developers» 25 abril 2018. [En línea]. Enlace: <https://developer.android.com/studio/intro/>. [Último acceso: 17 junio 2018].
- [23] H. Lam, «Why, when, and how to use the Google Map API, Medium» 21 enero 2015. [En línea]. Enlace: <https://medium.com/@helenflam/why-when-and-how-to-use-the-google-map-api-f5dfa35986dc>. [Último acceso: 17 junio 2018].
- [24] «Google Maps API - Documentación, Developers» [En línea]. Enlace: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/>. [Último acceso: 17 junio 2018].
- [25] «Weka (Machine Learning), Wikipedia» 14 junio 2018. [En línea]. Enlace: [https://en.wikipedia.org/wiki/Weka_\(machine_learning\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Weka_(machine_learning)). [Último acceso: 17 junio 2018].
- [26] G. Sironi, «An Introduction to WEKA - Machine Learning in Java, DZone» 20 agosto 2012. [En línea]. Enlace: <https://dzone.com/articles/introduction-weka>. [Último acceso: 17 junio 2018].
- [27] «Caja Blanca, Wikipedia» 29 septiembre 2015. [En línea]. Enlace: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_blanca_\(sistemas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_blanca_(sistemas)). [Último acceso: 16 junio 2018].