



GreenSteps

Pedro Rico Lirio

Grado en Ingeniería Informática

Desarrollo aplicaciones para dispositivos móviles (Android)

Consultores:

David Escuer Latorre

Jordi Almirall López

Profesor responsable de la asignatura:

Carles Garrigues Olivella

Junio 2024



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>GreenSteps</i>
Nombre del autor:	<i>Pedro Rico Lirio</i>
Nombre del consultor/a:	<i>David Escuer Latorre Jordi Almirall López</i>
Nombre del PRA:	<i>Carles Garrigues Olivella</i>
Fecha de entrega (mm/aaaa):	06/2024
Titulación:	<i>Grado en Ingeniería Informática</i>
Área del Trabajo Final:	<i>Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles (Android)</i>
Idioma del trabajo:	<i>Castellano</i>
Palabras clave	<i>Android, Movilidad, Medioambiente</i>
Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras): <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados i conclusiones del trabajo.</i>	
<p>Este proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación móvil nativa para Android con el objetivo general de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la titulación.</p> <p>Mediante la aplicación, se busca fomentar el desplazamiento a pie y concienciar sobre la movilidad sostenible. Para ello, los usuarios pueden registrar caminatas utilizando la localización vía GPS y obtener datos acerca de la distancia recorrida y el tiempo empleado, así como también un cálculo del combustible ahorrado y el impacto ambiental evitado al realizar ese trayecto a pie. Además, la aplicación integra elementos de gamificación para fomentar su uso.</p> <p>El desarrollo del proyecto sigue la metodología en cascada, mediante una secuencia lineal de fases, que comienza con una fase de Investigación y Planificación del proyecto, en la que se establecen los objetivos y la planificación para llevarlos a cabo. A continuación, sigue la fase de Diseño y Arquitectura,</p>	

donde se emplea el Diseño Centrado en el Usuario para obtener los requisitos necesarios para realizar un primer prototipo con el que perfilar el Diseño Técnico de la aplicación.

Posteriormente, se desarrolla la implementación de la aplicación, la cual se ha conseguido utilizando Android Studio como entorno de desarrollo y Kotlin como lenguaje de programación, además de utilizar la API Google Maps para los servicios de localización y mapeado y la plataforma Firebase para la administración de los usuarios y la base de datos. El proyecto concluye con una fase de pruebas con la que se depura el producto desarrollado.

Abstract (in English, 250 words or less):

This project involves the development of a native mobile application for Android with the general objective of putting into practice the knowledge acquired throughout the entire degree.

Through the application, it seeks to promote walking and raise awareness about sustainable mobility. For this, users can register walks using GPS location and obtain data about the distance traveled and the time used, as well as a calculation of the fuel saved and the environmental impact avoided by making that journey on foot. In addition, the application integrates elements of gamification to encourage its use.

The development of the project follows the waterfall methodology, through a linear sequence of phases, which begins with a Research and Planning phase of the project, in which the objectives and planning to carry them out are established. Next, follows the Design and Architecture phase, where User-Centered Design is used to obtain the necessary requirements to make a first prototype with which to outline the Technical Design of the application.

Subsequently, the implementation of the application is developed, which has been achieved using Android Studio as a development environment and Kotlin as a programming language, in addition to using the Google Maps API for location and mapping services and the Firebase platform for user management and the database. The project concludes with a testing phase with which the developed product is debugged.

Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Contexto y justificación del Trabajo	1
1.2. Objetivos del Trabajo.....	4
1.2.1. Objetivos funcionales.....	4
1.2.2. Objetivos no funcionales.....	5
1.3. Enfoque y método seguido.....	6
1.4. Planificación del Trabajo	7
1.5. Breve resumen de productos obtenidos	8
1.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria.....	8
2. Diseño y arquitectura	10
2.1. Diseño Centrado en el Usuario	10
2.1.1. Usuarios.....	10
2.1.1.1. Entrevistas	10
2.1.1.1.1. Preparación de las entrevistas	10
2.1.1.1.2. Bloque de entrevistas	11
2.1.1.1.3. Conclusiones extraídas	11
2.1.1.2. Benchmarking.....	12
2.1.1.2.1. Análisis app Wikiloc.....	12
2.1.1.2.2. Análisis app Strava.....	14
2.1.1.3. Perfiles de usuario	16
2.1.2. Diseño conceptual	17
2.1.2.1. Personas.....	18
2.1.2.2. Escenarios de uso	19
2.1.2.3. Problem Statements	22
2.1.2.4. Flujos de interacción	23
2.1.3. Prototipado.....	24
2.1.3.1. Sketches	25
2.1.3.2. Prototipo horizontal de alta fidelidad	30
2.1.4. Evaluación	34
2.1.4.1. Preparación de las pruebas de usabilidad	34
2.1.4.2. Feedback obtenido con las pruebas	36
2.1.4.3. Conclusiones y puntos de mejora detectados	40
2.2. Diseño Técnico.....	41
2.2.1. Definición de los casos de uso.....	41
2.2.2. Diseño de la arquitectura	48
2.2.2.1. Diseño de entidades y clases	50
2.2.2.2. Diseño de la base de datos	50
3. Implementación	51
3.1. Herramientas empleadas	52
3.1.1. Entorno de desarrollo.....	52
3.1.2. Herramientas y APIs utilizadas	52
3.2. Desarrollo de la aplicación	53
3.2.1. Configuración inicial.....	53
3.2.2. Estructura del proyecto	54

3.3. Análisis del estado del proyecto en relación a la planificación propuesta	56
4. Pruebas	58
4.1. Pruebas manuales.....	58
4.2. Pruebas automatizadas.....	63
5. Últimos ajustes	65
6. Conclusiones.....	66
6.1. Reflexión crítica sobre el logro de los objetivos planteados inicialmente	66
6.2. Análisis crítico del seguimiento de la planificación y metodología.....	66
6.3. Líneas de trabajo futuro.....	67
7. Glosario	68
8. Bibliografía	69
9. Anexos	71
9.1. Anexo 1. Entrevistas para el DCU.....	71
9.2. Anexo 2. Política de Privacidad aplicación GreenSteps	74

Lista de figuras

Figura 1 Emisiones del transporte en la UE	1
Figura 2 Captura de pantalla actividad en Strava.....	3
Figura 3 Información Wikiloc en Google Play.....	3
Figura 4 CicloGreen	4
Figura 5 Fases del plan.....	7
Figura 6 Diagrama Gantt con la planificación.....	8
Figura 7 Guion entrevistas	11
Figura 8 Wikiloc registro actividad.....	13
Figura 9 Wikiloc guardar ruta	13
Figura 10 Strava historial actividades.....	14
Figura 11 Strava panel estadísticas	15
Figura 12 Strava rankings	15
Figura 13 Perfil usuario deportista.....	16
Figura 14 Perfil usuario conciencia ambiental moderada	17
Figura 15 Perfil usuario casual	17
Figura 16 Ficha persona 1 Ana	18
Figura 17 Ficha persona 2 Laura	19
Figura 18 Ficha persona 3 Antonio	19
Figura 19 Flujo Interacción App GreenSteps	24
Figura 20 Pantalla bienvenida	25
Figura 21 Pantalla inicio sesión.....	25
Figura 22 Pantalla nuevo usuario.....	26
Figura 23 Pantalla panel principal	26
Figura 24 Pantalla "Mi cuenta"	27
Figura 25 Pantalla acerca de.....	27
Figura 26 Pantalla Perfil	27
Figura 27 Pantalla Progreso.....	28
Figura 28 Pantalla Historial	29
Figura 29 Pantalla comunidad.....	29
Figura 30 Pantallas registro actividad	30
Figura 31 Pantallas pausa y guardar actividad.....	30

Figura 32 Logotipo y lema de <i>GreenSteps</i>	31
Figura 33 Pantallas prototipo horizontal 1	32
Figura 34 Pantallas prototipo horizontal 2	33
Figura 35 Pantallas prototipo horizontal 3	34
Figura 36 Guion pruebas.....	35
Figura 37 Cambios realizados en el prototipo	41
Figura 38 Diagrama de casos de uso.....	42
Figura 39 Diagrama arquitectura general del sistema.....	49
Figura 40 Diagrama UML clases.....	50
Figura 41 Colección usuarios.....	51
Figura 42 Colección actividades.....	51
Figura 43 nivel API Android Studio.....	54
Figura 44 Dependencias Firebase y Google Maps	54
Figura 45 Estructura app.....	55
Figura 46 Estructura directorio /java.....	56
Figura 47 Cambios en Firestore (Usuarios)	57
Figura 48 Cambios en Firestore (Actividades)	58
Figura 49 Prueba manual 1	60
Figura 50 Prueba manual 2.....	60
Figura 51 Prueba manual 3.....	61
Figura 52 Prueba manual 4.....	61
Figura 53 Prueba manual 5.....	62
Figura 54 Prueba manual 6.....	62
Figura 55 Prueba manual 7	63

1. Introducción

1.1. Contexto y justificación del Trabajo

Actualmente, el uso desmedido de vehículos motorizados se ha convertido en uno de los principales desafíos ambientales y de salud a nivel global. El uso en automóviles ligeros se posiciona como el principal responsable de las emisiones nocivas de CO₂ en el transporte por carretera (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2022).

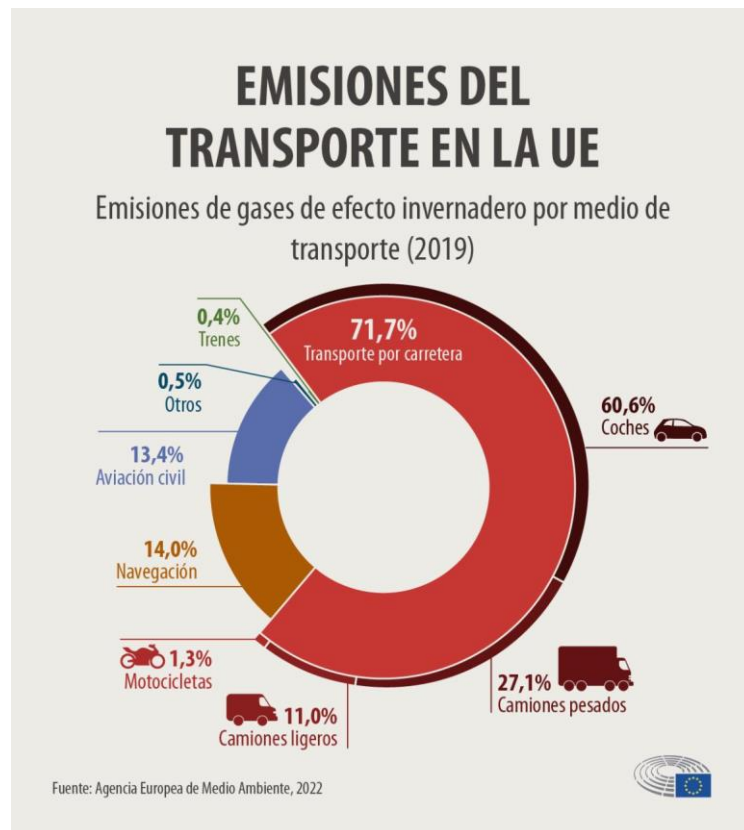


Figura 1 Emisiones del transporte en la UE

Ciudades como Madrid, Barcelona o Valencia son ejemplos notorios de cómo la congestión del tráfico y la contaminación atmosférica pueden afectar la salud y el bienestar de miles de personas. Los altos niveles de emisiones de gases de escape de los vehículos no solo aumentan la contaminación del aire, sino que también están asociados con problemas respiratorios, enfermedades cardiovasculares y una disminución de la calidad del aire en áreas urbanas.

Sin embargo, no solo grandes urbes como las citadas se enfrentan a esta problemática. Como habitante de una pequeña localidad, he sido testigo de cómo la dependencia del automóvil persiste incluso en contextos donde los desplazamientos a pie son viables y beneficiosos.

Para hacer frente a este reto, por la parte gubernamental, los distintos ayuntamientos, así como el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), han implementado una serie de medidas, entre las cuales se incluye:

- Establecer **Zonas de Bajas Emisiones (ZBE)**, donde se restringe la circulación de vehículos altamente contaminantes. Estas zonas suelen coincidir con el centro urbano y se aplican restricciones de acceso a los vehículos que no cumplen con ciertos estándares de emisiones.
- Impulsar y ampliar las alternativas de **transporte público**, mediante la mejora de infraestructuras, y expansión en las redes de autobuses, trenes y metros.
- Ciudades como Barcelona o Valencia planean poner en marcha un sistema de **peajes urbanos**, aplicando cobros para acceder con el coche a zonas del centro urbano en determinadas horas del día. Este sistema ha resultado exitoso en otras ciudades como Londres o Milán.
- **Peatonalización** de espacios urbanos, de forma que se recupera parte del terreno público destinado a los vehículos, el cual se ha visto favorecido por años de políticas urbanas y de transporte que han adaptado el plano de las ciudades al uso del automóvil.
- Fomentar la **movilidad limpia y sostenible**, mediante campañas educativas para concienciar sobre los beneficios de los desplazamientos a pie o en bicicleta y las consecuencias negativas de los modos de transporte más contaminantes.

Es en este contexto de desafíos medioambientales y cambios en la movilidad urbana donde surge la idea de desarrollar una aplicación que sirva como herramienta para fomentar el desplazamiento a pie y sensibilizar a los usuarios sobre los beneficios de caminar. A partir de esta premisa comienza el desarrollo de **GreenSteps**.

Ya existen en la actualidad diversas aplicaciones que registran actividades físicas y ofrecen diversos datos relacionados con las mismas, algunas de las cuales son:

Strava

Aplicación dedicada al registro de actividades deportivas, que permite a los usuarios registrar diferentes tipos de actividades, entre las que destacan el ciclismo, el atletismo y las caminatas. Esta app proporciona los detalles y un análisis estadístico con cada actividad realizada centrado en la salud y en lo deportivo. Un punto a destacar de esta app es la inclusión de recompensas como medallas virtuales por completar objetivos y rankings.



Figura 2 Captura de pantalla actividad en Strava

Wikiloc

Referente en el ámbito de la navegación outdoor, Wikiloc ofrece un servicio basado en una comunidad dónde los usuarios pueden registrar y compartir las rutas al aire libre. La app permite a los usuarios tanto registrar rutas como buscar otras rutas realizadas por el resto de usuarios y seguirlas desde la aplicación o descargarlas para su uso con diferentes herramientas gps.



Figura 3 Información Wikiloc en Google Play

Ciclogreen

Aplicación móvil corporativa que impulsa mediante bonificaciones los desplazamientos sostenibles en empresas y universidades. Con Ciclogreen los usuarios pueden registrar sus desplazamientos y las organizaciones pueden premiarlos en función de los desplazamientos realizados.



Figura 4 Ciclogreen

Entre toda la cantidad de aplicaciones existentes para Android con funcionalidades similares, las que más abundan son aquellas que, como las citadas Wikiloc y Strava, se centran en el carácter deportivo de las actividades realizadas. En cuanto a Ciclogreen, se acerca más al enfoque ambiental que se pretende abarcar en el desarrollo de este trabajo, sin embargo, lo que se quiere conseguir con GreenSteps es una aplicación más individualizada y centrada en el usuario en lugar de en corporaciones, que destaque el impacto ambiental positivo de cada paso.

1.2. Objetivos del Trabajo

El objetivo principal de este trabajo consiste en el diseño y desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos Android, enfocada en fomentar el desplazamiento a pie y concienciar sobre la movilidad sostenible.

Para conseguir este propósito hay que destacar una serie de objetivos funcionales y no funcionales que se pretenden con la realización del trabajo.

1.2.1. Objetivos funcionales

OF1 – Registro de usuarios:

- Implementar un sistema de registro que permita a los usuarios crear cuentas personalizadas y que garantice una identificación única a cada uno.

OF2 – Registro de rutas:

- Permitir a los usuarios registrar sus rutas a pie mediante servicios de geolocalización.
- Capturar datos relevantes, como distancia recorrida, tiempo empleado y ubicación.

OF3 – Estadísticas detalladas:

- Calcular y presentar estadísticas específicas sobre el ahorro de gasolina e impacto de la huella de carbono asociados con cada ruta.

OF4 – Historial de rutas:

- Mantener un historial de las rutas realizadas.
- Mostrar estadísticas semanales de las rutas realizadas (distancia recorrida, gasolina total ahorrado, impacto ambiental).

OF5- Gamificación:

- Implementar un sistema de gamificación que recompense a los usuarios por sus logros, con medallas virtuales y premios.
- Introducir rankings y desafíos para fomentar la participación continua.

1.2.2. Objetivos no funcionales

ONF1- Usabilidad y experiencia del usuario

- Garantizar una interfaz de usuario fácil de usar e intuitiva.
- Presentar la información de manera clara y comprensible, utilizando un lenguaje familiar para que cualquier usuario tenga facilidad de comprensión y uso.
- Utilizar un diseño atractivo y coherente en toda la aplicación.

ONF2 – Rendimiento

- Optimizar la aplicación para un rendimiento rápido y eficiente.
- Realizar pruebas exhaustivas para asegurar que el funcionamiento de la aplicación sea estable y no se ocasionen errores que terminen en el cierre de la aplicación.
- Minimizar los tiempos de carga y respuesta para conseguir una experiencia de usuario ágil.

ONF3- Mantenibilidad y escalabilidad

- Desarrollar un código limpio y bien documentado que facilite el mantenimiento y futuras actualizaciones.
- Diseñar la aplicación de manera que pueda escalar eficientemente para manejar un crecimiento en la cantidad de datos procesados.

ONF4- Compatibilidad y adaptabilidad

- Desarrollar la aplicación para dispositivos Android, asegurando la compatibilidad de la aplicación con diferentes versiones del sistema operativo.
- Permitir que la aplicación sea adaptable a diferentes tamaños y resoluciones de pantalla para contar con una experiencia coherente entre varios dispositivos.

1.3. Enfoque y método seguido

El enfoque seleccionado para el desarrollo de la aplicación GreenSteps se fundamenta en la **metodología en cascada** combinada con los principios del **Diseño Centrado en el Usuario** (DCU). De esta manera, se busca aprovechar una secuencia lineal de fases hasta alcanzar la entrega final a la vez que se integra la participación de los usuarios desde las primeras etapas del trabajo, creando así un marco estructurado y centrado en la experiencia del usuario.

La elección de la metodología en cascada se basa en la **clara definición de los objetivos desde el inicio**, lo que minimiza la necesidad de cambios significativos durante el desarrollo. Asimismo, GreenSteps se concibe como un proyecto nuevo, partiendo de cero en el desarrollo, por lo que este enfoque facilita la gestión de las actividades y la evaluación de avances conforme se completan las diferentes fases del proyecto.

Por otro lado, la integración del DCU implica la **participación activa de los usuarios** para comprender y validar tanto sus expectativas como su experiencia durante el desarrollo. Se llevarán a cabo pruebas de usabilidad para garantizar que el diseño de la aplicación sea intuitivo y satisfactorio para los usuarios finales.

En cuanto al entorno de desarrollo, se ha elegido **Android Studio**, la herramienta estándar para el desarrollo de aplicaciones Android, y **Kotlin** como lenguaje de programación. Aunque no se cuenta con experiencia previa en Kotlin, la familiaridad con el lenguaje Java proporciona una base sólida para la transición y el aprendizaje de este nuevo lenguaje. La decisión de optar por

este lenguaje se basa en su creciente popularidad para desarrollar aplicaciones móviles y también por tratarse de una oportunidad de adquirir nuevas habilidades relevantes en el ámbito actual de la programación para dispositivos móviles.

Para conseguir una familiarización con el entorno, el proceso incluirá una fase inicial de aprendizaje, utilizando recursos en línea, tutoriales y la documentación oficial para adquirir las habilidades necesarias que garanticen el desarrollo de la aplicación.

1.4. Planificación del Trabajo

Para definir un plan de trabajo, es necesario dividir el proyecto en fases, y hacer una estimación del tiempo necesario para llevar a cabo la carga de trabajo de cada una de ellas.

Dado que este trabajo supone un total de 12 créditos ECTS equivalentes a 300 horas lectivas (25 horas por crédito), se decide emplear un total de 20 horas semanales, repartidas de la siguiente forma:

- De lunes a jueves 2 horas cada día.
- De viernes a domingo 4 horas cada día.

La planificación temporal se ha estructurado en cuatro bloques correspondientes a las Pruebas de Evaluación Continua, con sus correspondientes subtareas:



Figura 5 Fases del plan

Siguiendo la estimación prevista, el desarrollo de las fases queda distribuido de la siguiente manera:

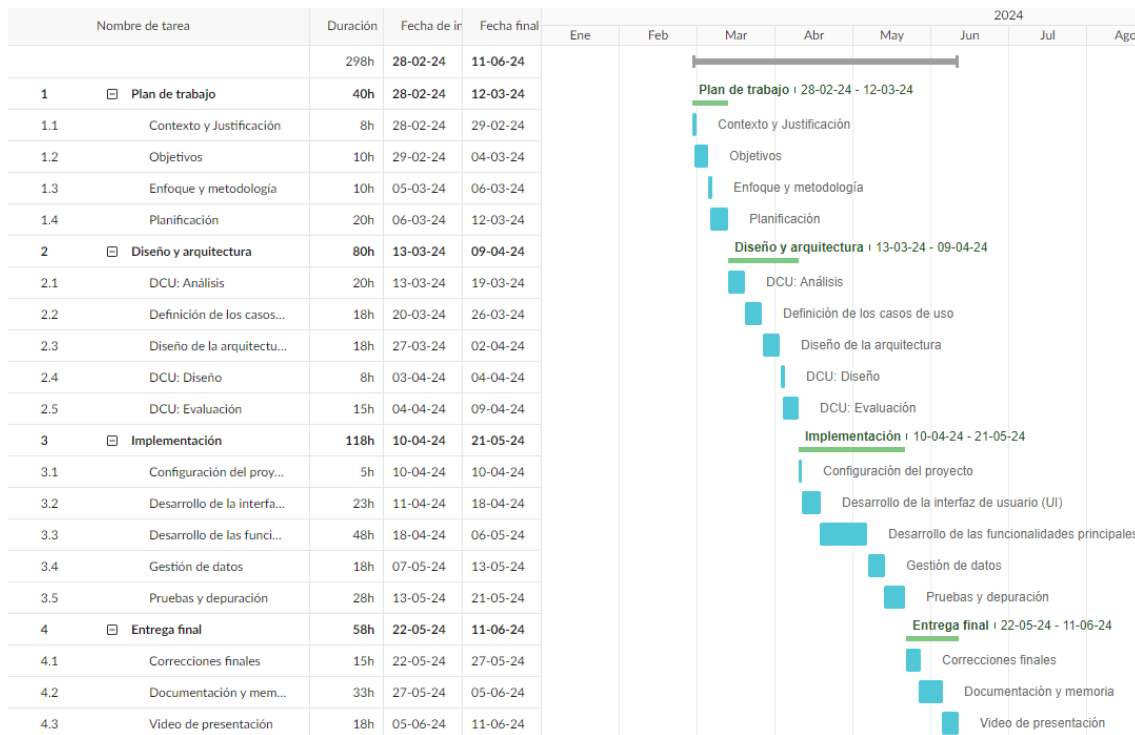


Figura 6 Diagrama Gantt con la planificación

1.5. Breve resumen de productos obtenidos

Como consecuencia de la finalización del proyecto, los productos obtenidos serán los siguientes:

- La memoria, documento que describe todo el trabajo realizado durante todas las fases del proyecto.
- La aplicación para móviles Android desarrollada. Este entregable está compuesto por:
 - Archivo instalable de la aplicación con extensión .apk.
 - Proyecto completo con el código fuente.
- Video de presentación del proyecto que sintetiza el trabajo desarrollado.
- Informe de autoevaluación.

1.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria

Los siguientes capítulos de los que consta la memoria son:

- **Capítulo 2. Diseño y arquitectura:** Aquí es donde se perfila el proceso de diseño de la aplicación, tanto la parte de Diseño Técnico, mediante la definición de los casos de uso y de la arquitectura de la aplicación, como la parte del DCU que aborda el análisis de las necesidades y preferencias de los usuarios para definir los requisitos, el desarrollo de un diseño conceptual y la creación y evaluación de un prototipo inicial.
- **Capítulo 3. Implementación:** En este capítulo se describe el apartado de implementación de la aplicación GreenSteps. Se detallan las decisiones de implementación tomadas y se presentan los detalles técnicos de cómo se lleva a cabo el desarrollo de la aplicación, incluyendo la configuración del proyecto, el desarrollo de la interfaz de usuario, la implementación de funcionalidades principales y la gestión de datos. También se exponen los desafíos encontrados durante todo el proceso.
- **Capítulo 4. Pruebas:** Este capítulo incluye el plan de pruebas realizado para garantizar la calidad y el rendimiento de la aplicación. En él, se describen los pruebas realizadas y se presentan los resultados obtenidos y las medidas tomadas para corregir los errores.
- **Capítulo 5. Conclusiones:** Este apartado incluye las conclusiones obtenidas a partir del desarrollo del trabajo. En él se realiza una reflexión crítica sobre los logros alcanzados, los desafíos enfrentados y todas las lecciones aprendidas durante todo el proceso. Además, se destacan las posibles áreas de mejora y posibles direcciones futuras de investigación.
- **Capítulo 6. Glosario:** En este apartado se describen todos los términos técnicos y conceptos utilizados a lo largo de la memoria para ofrecer a modo de referencia.
- **Capítulo 7. Bibliografía:** Lista de las fuentes consultadas durante la elaboración del proyecto.
- **Capítulo 8. Anexos:** Materiales complementarios que amplían y respaldan el contenido principal de la memoria.

2. Diseño y arquitectura

2.1. Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario es una metodología para el desarrollo de software que coloca a los usuarios en el centro del proceso de diseño. Este capítulo se compone de cuatro partes que siguen las fases del DCU: análisis de usuarios, diseño conceptual, prototipado y evaluación. A través de cada fase se pretende comprender las necesidades de los usuarios, desarrollar soluciones basadas en esas necesidades, crear prototipos para probar esas soluciones y evaluar su efectividad antes de la implementación.

2.1.1. Usuarios

Esta fase inicial del proceso de Diseño Centrado en el Usuario se enfocará en comprender a fondo quiénes son los usuarios potenciales de la aplicación GreenSteps, sus necesidades, deseos y comportamientos. Esto se logrará a través de dos metodologías principales:

- Obtener información de una muestra representativa de posibles usuarios mediante **entrevistas en profundidad**. Con esto, se pretende conseguir información sobre sus hábitos de desplazamiento, actitudes hacia la sostenibilidad, motivaciones para caminar, preocupación por el medioambiente, etc.
- Realizar un análisis de **Benchmarking** con aplicaciones similares que ya existan en el mercado para comprender cómo abordan las necesidades de los usuarios, que características son exitosas y aquellos aspectos en los que GreenSteps pueda diferenciarse del resto de aplicaciones.

La combinación de estos dos enfoques brindará una comprensión más detallada de los usuarios potenciales y del contexto en que se ejecutará la aplicación. Gracias a las entrevistas, se realiza una exploración directa de las necesidades y el comportamiento de los usuarios, mientras que el *Benchmarking* ofrece una visión comparativa de otras aplicaciones similares, permitiendo identificar tanto buenas prácticas a seguir como oportunidades para la innovación.

2.1.1.1. Entrevistas

2.1.1.1.1. Preparación de las entrevistas

Las entrevistas han sido llevadas a cabo con un grupo de cuatro participantes, cada uno de los cuales ha sido seleccionado de manera representativa para asegurar una diversidad de perspectivas.

Para realizarlas se ha preparado un guion, que inicia con una breve introducción para explicar el propósito de la misma, y continúa con los siguientes bloques de preguntas:

INFORMACIÓN BÁSICA

- Edad
- Ocupación
- Ubicación (Rural, ciudad pequeña, ciudad grande, mixta)

COMPORTAMIENTO Y HÁBITOS DE DESPLAZAMIENTO

- ¿Con qué frecuencia caminas como medio de transporte?
- ¿Cuáles son las principales razones por las que caminas?
- ¿Qué beneficios encuentras al desplazarte a pie?

EXPERIENCIA CON APLICACIONES MÓVILES

- ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en el día a día?
- ¿Utilizas alguna aplicación para registrar tus actividades de desplazamiento?
- En caso afirmativo, ¿qué características de estas aplicaciones encuentras más útiles?
- ¿Qué aspectos crees que podrías mejorar o añadir a estas aplicaciones?

INTERESES Y PREOCUPACIONES

- En una escala del 0 al 5, donde 0 significa 'nunca' y 5 significa 'constantemente', ¿con qué frecuencia llevas a cabo acciones para reducir tu impacto en el medioambiente?
- ¿Qué te motiva a ser más sostenible en tu forma de desplazarte?
- ¿Qué incentivos te motivarían a utilizar una aplicación como GreenSteps?

Figura 7 Guion entrevistas

2.1.1.1.2. Bloque de entrevistas

La transcripción de las entrevistas puede encontrarse en el Anexo 1.

2.1.1.1.3. Conclusiones extraídas

De las entrevistas realizadas, se pueden extraer varias conclusiones sobre las actitudes y comportamientos de los participantes:

- **Motivaciones para caminar:** Los participantes que caminan lo hacen por diferentes motivos, incluyendo el ejercicio físico, la salud, el ahorro de dinero y el deseo de evitar el estrés asociado con el tráfico.
- **Frecuencia de uso de aplicaciones móviles:** En mayor o en menor medida, pero todos los participantes utilizan aplicaciones móviles, lo que indica una predisposición hacia la tecnología móvil y la posibilidad de adoptar una nueva aplicación.

- **Interés en aplicaciones de seguimiento de actividad:** Los participantes encuentran útiles características como métricas precisas, funciones sociales y las recompensas por objetivos (medallas, logros...).
- **Incentivos deseados:** Los participantes expresan interés en incentivos como el seguimiento del progreso, la visualización de datos sobre su impacto ambiental, la gamificación (como con la competencia en segmentos).
- **Niveles de conciencia ambiental y hábitos sostenibles:** Hay una variación en los niveles de conciencia ambiental y la frecuencia con la que llevan a cabo acciones para reducir su impacto en el medio ambiente, algunos participantes están más comprometidos que otros. Sin embargo, la mayoría parece estar dispuesta a considerar cambios en sus hábitos de desplazamiento si se les proporcionan los incentivos adecuados.
- **Usabilidad y simplicidad:** Como los usuarios potenciales representan una amplia diversidad en términos de edad, ocupación, ubicación y hábitos de desplazamiento, la aplicación debe ser intuitiva y fácil de navegar para atraer a una audiencia más amplia. Además, algunos participantes mencionan que la facilidad de uso y la simplicidad serían factores importantes para su adopción de *GreenSteps*.

2.1.1.2. Benchmarking

Para comprender mejor las características y funcionalidades que los usuarios valoran en las aplicaciones de seguimiento de actividades y rutas, se realiza una prueba en la aplicación *Strava* y en la aplicación *Wikiloc* para compararlas con las necesidades y preferencias de los usuarios que se han identificado en las entrevistas.

Este análisis no es en profundidad de toda la aplicación, solamente de los puntos que se han identificado como potenciales incorporaciones a la app *GreenSteps*.

2.1.1.2.1. Análisis app Wikiloc

Wikiloc tiene una interfaz muy intuitiva y fácil de navegar. La función de iniciar una actividad es directa y sencilla, lo que permite a los usuarios registrar sus actividades fácilmente.

Desde su página inicial, basta con pulsar un botón situado en la parte inferior para acceder al registro de actividad. Una vez se accede a la función de grabación de la ruta, la pantalla que se muestra sitúa en grande el mapa, con un icono indicando nuestra posición y dirección, y un botón en la parte inferior para empezar a grabar la ruta. Cuando se inicia la grabación, la aplicación permite alternar la vista entre el mapa o una pantalla con datos sobre la actividad.



Figura 8 Wikiloc registro actividad

Para finalizar la actividad, se muestra en todo momento un botón que tras presionarlo se pausa la actividad. Con la actividad pausada se puede reanudarla o finalizarla y si se finaliza se accede a una pantalla para guardar la ruta, en la que se puede añadir nombre y descripción a la actividad.

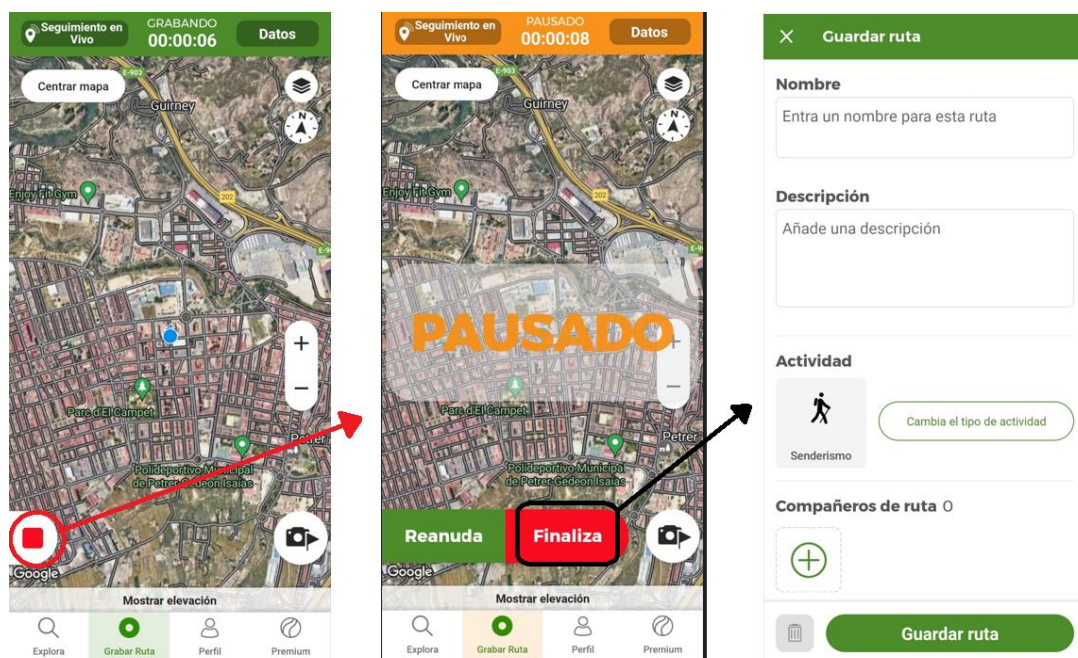


Figura 9 Wikiloc guardar ruta

De este análisis se extraen las siguientes características clave:

- **Facilidad de uso:** Wikiloc ofrece una interfaz simple y directa, que permite a los usuarios registrar actividades directamente desde el inicio y de una forma intuitiva, con unos botones que especifican de forma visual y/o textual su función.

- **Visualización de datos:** Se proporciona información básica sobre las actividades. Los usuarios pueden alternar entre ver la ruta en un mapa interactivo u observar los datos de la ruta que se está realizando.

2.1.1.2.2. Análisis app Strava

Strava ofrece un historial completo de todas las actividades registradas por el usuario. Al pulsar sobre cualquiera de estas actividades, se accede a una pantalla donde se muestran todos los detalles de la actividad, con datos sobre la misma y el mapa con el trayecto realizado.

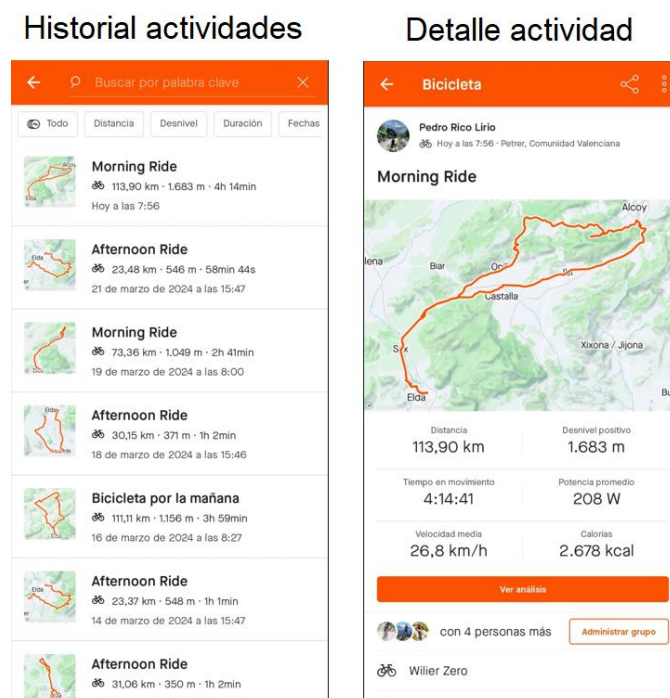


Figura 10 Strava historial actividades

A parte de un historial con las actividades realizadas, también se incluye un registro de las estadísticas obtenidas a lo largo del tiempo.

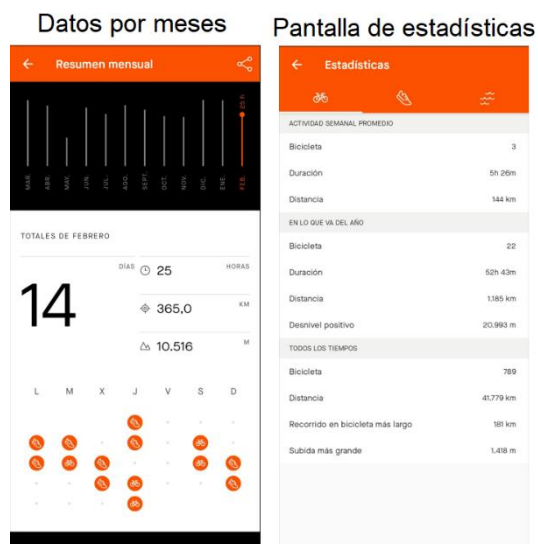


Figura 11 Strava panel estadísticas

Otro de los puntos clave por el que destaca la aplicación para incentivar a los usuarios a usarla es la parte competitiva. *Strava* se vale de diferentes métodos para ello, desde una función de competición en segmentos (puntos de la ruta donde los usuarios pueden comparar su rendimiento entre ellos y formar parte de un ranking) o la obtención de logros y recompensas por alcanzar objetivos (mejores tiempos en segmentos, mejores tiempos en una distancia, mayor distancia...).

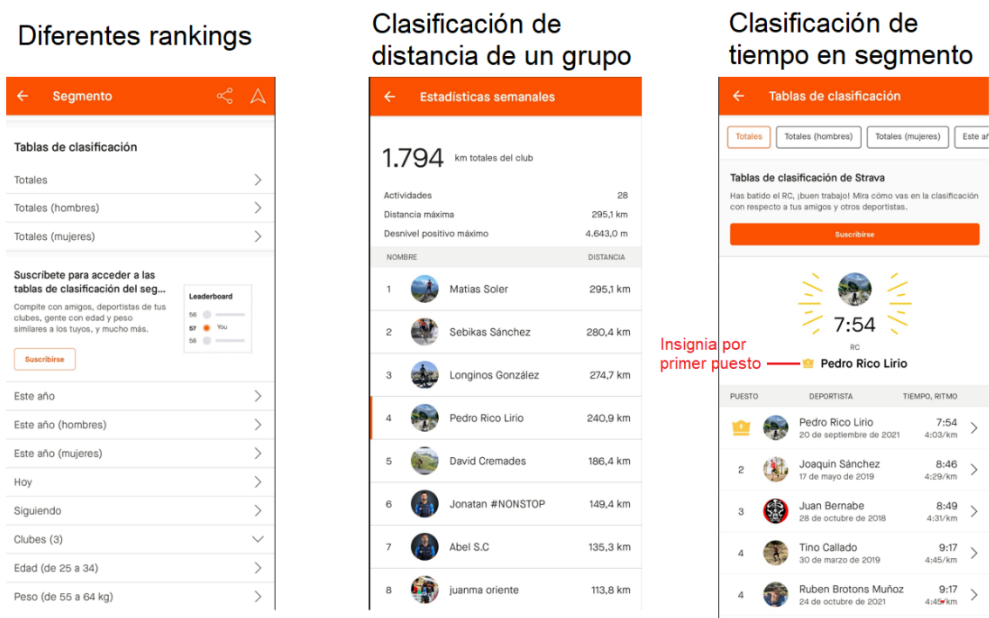


Figura 12 Strava rankings

Tras el análisis, las características a destacar son las siguientes:

- **Historial de actividades:** La app cuenta con un historial completo con todas las actividades realizadas y sus métricas, además de un histórico con las estadísticas y logros obtenidos a lo largo del tiempo.
- **Rankings y logros:** *Strava* ofrece una función de rankings que permite a los usuarios comparar sus tiempos y esfuerzos entre otros usuarios de la aplicación. Esto fomenta la competición amistosa y sirve como herramienta de motivación para incentivar su uso.

2.1.1.3. Perfiles de usuario

Mediante las conclusiones obtenidas con el análisis corporativo (*Benchmarking*) y las entrevistas realizadas, se procede con el perfilado de usuarios. A través de esta práctica, se pretende obtener una representación que describa las características, necesidades, comportamientos y preferencias de varios grupos específicos de usuarios.

En concreto, los usuarios identificados son los siguientes:



Figura 13 Perfil usuario deportista

USUARIO CON CONCIENCIA AMBIENTAL MODERADA

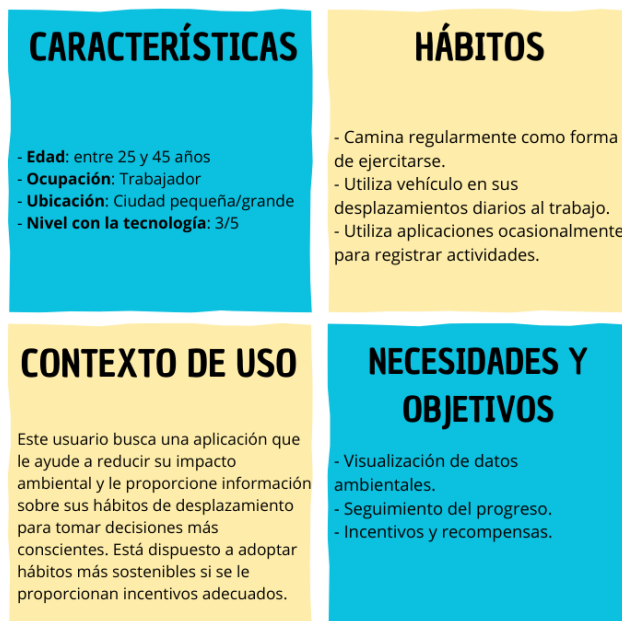


Figura 14 Perfil usuario conciencia ambiental moderada

USUARIO CASUAL



Figura 15 Perfil usuario casual

2.1.2. Diseño conceptual

El diseño conceptual de la aplicación *GreenSteps* se centra en traducir las necesidades y objetivos de los usuarios en soluciones tangibles y funcionales.

A partir de la información recopilada en las entrevistas y el análisis de benchmarking se realizan diferentes fichas de **personas** y de **escenarios de uso** para comprender mejor a los usuarios y visualizar cómo interactuarán con la aplicación.

Una vez aplicados estos métodos y en base a sus resultados, se crean los **problem statement** (con la forma de *point of view statement*) que sirven como guía para el diseño de la aplicación y, mediante los cuales, se diseñan los **flujos de interacción**, que muestran la estructura general de la aplicación.

2.1.2.1. Personas

Mediante el uso de esta metodología, se crean usuarios ficticios que pertenecen a los tres perfiles de usuario obtenidos (Tanto estos diagramas, como los diagramas de perfil de usuario se han elaborado haciendo uso del software *Canva* (Canva, 2013)):

The image shows a user profile card for 'ANA'. It features a header with the name 'ANA', a profile picture of a woman, and several sections: 'Sobre ella' (About her), 'Objetivos' (Objectives), and 'Necesidades' (Needs). The profile details include age (27), location (small town), occupation (full-time worker), technological level (4 stars), and user profile (sports enthusiast).

ANA	
EDAD	27 años
UBICACIÓN	Ciudad pequeña
OCUPACIÓN	Trabajadora a tiempo completo
NIVEL TECNOLÓGICO	★★★★★
PERFIL DE USUARIO	Deportista

Sobre ella

Ana es una persona activa y apasionada por el deporte. Trabaja a tiempo completo pero siempre encuentra tiempo para realizar ejercicio físico. Utiliza aplicaciones móviles para seguir su progreso y establecer objetivos tanto en sus actividades como en su vida diaria. Prefiere utilizar bicicleta o ir andando como medio de transporte.

Objetivos

- Ana desea conocer más sobre el impacto ambiental que tienen sus decisiones de transporte.
- También tiene interés en llevar un seguimiento del progreso, para poder marcarse objetivos.
- También busca una plataforma que le permita comparar su rendimiento con el de otros usuarios.

Necesidades

- Una app que le muestre los datos relativos al impacto ambiental de sus desplazamientos a pie.
- Una app que guarde un historial de actividades y registre estadísticas generales.
- Una app que le permita competir con otros usuarios para motivarse y mejorar.

Figura 16 Ficha persona 1 Ana

LAURA



EDAD 38 años

UBICACIÓN Ciudad grande

OCUPACIÓN Trabajadora a tiempo parcial

NIVEL TECNOLÓGICO ★★☆☆☆

PERFIL DE USUARIO Conciencia ambiental moderada

Sobre ella

Laura es una persona comprometida con el medio ambiente en cierta medida y está interesada en reducir su impacto ambiental en la medida de lo posible. Aunque camina regularmente para ejercitarse, todavía depende del uso de vehículos para sus desplazamientos diarios al trabajo. Laura no es una experta pero tiene un nivel moderado de habilidades tecnológicas y está dispuesta a usar apps que le ayuden a reducir su impacto ambiental.

Objetivos


- Laura quiere información sobre el impacto ambiental de sus desplazamientos, de forma clara y concisa.
- Está interesada en recibir incentivos como logros y recompensas que la motiven a adoptar hábitos saludables.

Necesidades

- Una app que le muestre información clara y accesible sobre el impacto ambiental de sus desplazamientos.
- Una app con funciones de seguimiento de progreso y retroalimentación sobre sus acciones.
- Una app que le premie sus esfuerzos mediante logros y recompensas.

Figura 17 Ficha persona 2 Laura

ANTONIO



EDAD 51 años

UBICACIÓN Ciudad pequeña

OCUPACIÓN Trabajador por cuenta propia

NIVEL TECNOLÓGICO ★☆☆☆☆

PERFIL DE USUARIO Casual

Sobre él

Antonio es una persona trabajadora y familiar, que ha vivido la mayor parte de su vida en la misma localidad. Tiene una rutina establecida y prefiere las cosas simples y sin complicaciones. Le gusta pasar tiempo al aire libre y disfruta de las caminatas cortas para realizar sus recados, aunque casi siempre se desplaza en coche a su trabajo. A pesar de que no tiene una gran conciencia ambiental, está motivado por el ahorro económico y busca maneras prácticas de reducir sus gastos diarios.

Objetivos

- Antonio quiere información sobre el ahorro que supone no utilizar el coche en sus desplazamientos.
- También está interesado en registrar sus caminatas para guardar un historial y ver su progreso en el tiempo.

Necesidades

- Una app que sea sencilla y fácil de usar para registrar las actividades sin complicaciones.
- Una app que proporcione información sobre el ahorro económico que le supone caminar.
- Una app con un historial de actividades para ver el progreso.

Figura 18 Ficha persona 3 Antonio

2.1.2.2. Escenarios de uso

A partir de la información extraída con el método *personas*, los siguientes escenarios de uso plantean cómo utiliza cada usuario la aplicación para alcanzar sus objetivos:

Escenario de uso: Registrar una caminata

<i>Persona</i>	Antonio (usuario casual)
<i>Contexto</i>	Antonio necesita salir a hacer algunos recados en su localidad. Al salir de casa observa que hace un día soleado y decide caminar en lugar de usar su vehículo para ahorrar dinero y mantenerse activo. Para comprobar el ahorro que esta actividad le supone, decide registrar su caminata en la aplicación <i>GreenSteps</i> .

<i>Objetivos</i>	Obtener información sobre el ahorro económico que logra al optar por caminar en lugar de usar el coche.
<i>Necesidades previas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener instalada la app <i>GreenSteps</i>. - Estar registrado previamente en la aplicación. - Tener cobertura, tanto de datos móviles como de señal GPS.
<i>Desarrollo de tareas</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antonio abre la app en su móvil. 2. Inicia sesión con su correo electrónico y contraseña. 3. Accede a la función de “Registro de actividad”. 4. Pulsa el botón “Iniciar” para comenzar el registro. 5. Cuando termina la caminata pulsa el botón “Pausar”. 6. Pulsa el botón “Terminar” para registrar la ruta. 7. La aplicación calcula el ahorro económico que Antonio ha obtenido al caminar y muestra por pantalla un desglose que incluye también datos sobre la distancia, el tiempo y el impacto medioambiental. 8. Antonio pulsa el botón “Hecho” y la ruta queda guardada.

Escenario de uso: Comprobar estadísticas

<i>Persona</i>	Ana (usuario deportista)
<i>Contexto</i>	Ana ha estado utilizando la aplicación <i>GreenSteps</i> durante algunas semanas para registrar sus actividades de caminatas diarias. Ahora está interesada en revisar sus estadísticas acumuladas para analizar su progreso y desempeño a lo largo del tiempo.
<i>Objetivos</i>	Acceder a las estadísticas acumuladas, incluyendo distancias recorridas, tiempo activo o de impacto ambiental.
<i>Necesidades previas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener instalada la app <i>GreenSteps</i>. - Estar registrado previamente en la aplicación. - Haber realizado como mínimo una actividad. - Tener cobertura de datos móviles.
<i>Desarrollo de tareas</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ana accede a la app en su móvil. 2. Inicia sesión con su correo y contraseña. 3. Accede al apartado “Perfil”. 4. En este apartado hay tres subapartados: progreso, historial y logros. Accede al subapartado “Progreso”. 5. La app muestra las estadísticas acumuladas, permitiendo alternar entre semanales, mensuales o totales.

Escenario de uso: Comprobar su posición en el Ranking de Impacto Ambiental

<i>Persona</i>	Ana (usuario deportista)
<i>Contexto</i>	Ana es una entusiasta del deporte y está comprometida con la reducción de su impacto en el medioambiente. Después de haber registrado varias caminatas, está interesada en comprobar su posición en el ranking de impacto ambiental para motivarse y compararse con otros usuarios.
<i>Objetivos</i>	Verificar su posición en el ranking de impacto ambiental para evaluar su contribución al medioambiente y compararse con otros usuarios.
<i>Necesidades previas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener instalada la app <i>GreenSteps</i>. - Estar registrado previamente en la aplicación. - Tener cobertura de datos móviles.
<i>Desarrollo de tareas</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accede a la app en su móvil. 2. Inicia sesión con su correo y contraseña. 3. Accede al apartado "Comunidad". 4. En este apartado hay varias clasificaciones a las que puede acceder: "Ranking de Impacto ambiental global", "Ranking por Edad", "Distancia más larga recorrida". Ana accede al ranking global. 5. La app muestra en primera posición la clasificación de Ana, con sus datos sobre impacto ambiental, indicando su posición en el ranking y el total de usuarios. La app también muestra abajo el TOP 10 de usuarios en esa categoría, con sus marcas.

Escenario de uso: Comprobar logros obtenidos

<i>Persona</i>	Laura (usuario con conciencia ambiental moderada)
<i>Contexto</i>	Laura ha estado utilizando la aplicación para registrar sus actividades de desplazamiento sostenible y está interesada en verificar los logros que ha obtenido hasta el momento. Quiere obtener reconocimiento por sus esfuerzos y motivarse para seguir adoptando hábitos de transporte más ecológicos.
<i>Objetivos</i>	Revisar los logros que ha alcanzado para tener un sentido de progreso y logro personal.
<i>Necesidades previas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener instalada la app <i>GreenSteps</i>. - Estar registrado previamente en la aplicación. - Tener cobertura de datos móviles.
<i>Desarrollo de tareas</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accede a la app en su móvil. 2. Inicia sesión con su correo y contraseña. 3. Accede al apartado "Perfil".

4. Accede al subapartado “Logros”.
5. La app muestra las medallas virtuales que Laura ha ido ganando con sus actividades. Estas medallas las concede la app cuando se alcanzan unos objetivos de distancias y tiempo.

Escenario de uso: Revisar el historial de actividades

<i>Persona</i>	Laura (usuario con conciencia ambiental moderada)
<i>Contexto</i>	Laura ha estado usando la aplicación durante varios meses para registrar sus actividades de desplazamiento. Ahora, quiere revisar su historial de actividades para ver su progreso a lo largo del año.
<i>Objetivos</i>	Revisar todas las actividades que ha ido registrando durante el año.
<i>Necesidades previas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener instalada la app <i>GreenSteps</i>. - Estar registrado previamente en la aplicación. - Haber realizado como mínimo una actividad. - Tener cobertura de datos móviles.
<i>Desarrollo de tareas</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accede a la app en su móvil. 2. Inicia sesión con su correo y contraseña. 3. Accede al apartado “Perfil”. 4. Accede al subapartado “Historial”. 5. La aplicación muestra una lista de todas las caminatas que Laura a registrado, organizadas por fecha. 6. Laura examina el historial y puede pulsar en cada entrada para ver los detalles de la misma, como la distancia, la duración o el impacto ambiental calculado.

2.1.2.3. Problem Statements

Con base en los escenarios de uso identificados, se elaboran los siguientes *problem statements*, que encapsulan las necesidades específicas de cada tipo de usuario:

- Los **usuarios casuales** de la aplicación necesitan una forma de registrar sus caminatas porque buscan calcular el ahorro económico que logran al optar por caminar en lugar de conducir.
- Los **usuarios casuales** necesitan una forma de acceder rápidamente a las funciones principales de una aplicación y realizar tareas con facilidad porque valoran la simplicidad y la usabilidad intuitiva, lo que les permite integrar fácilmente la aplicación en su rutina diaria.

- Los **usuarios deportistas** necesitan una forma de obtener métricas detalladas sobre sus actividades porque desean analizar su impacto ambiental y establecer objetivos específicos a la vez que se mantienen motivados con el ejercicio físico.
- Los **usuarios deportistas** necesitan comparar su desempeño con el de otros usuarios porque quieren formar parte de la competencia amistosa de una comunidad activa y comprometida con la sostenibilidad.
- Los **usuarios con una conciencia ambiental moderada** necesitan un reconocimiento de los esfuerzos en la adopción de hábitos de movilidad sostenible (recompensas virtuales) porque les motiva a seguir comprometidos con la reducción de su impacto ambiental y les proporciona un sentido de logro y satisfacción personal.
- Los **usuarios con una conciencia ambiental moderada** necesitan seguir su progreso en la adopción de hábitos más sostenibles porque desean evaluar el impacto de sus acciones en el medioambiente y comprender cómo sus hábitos de movilidad afectan a su huella ecológica.

2.1.2.4. Flujos de interacción

A continuación, se presenta un diagrama de flujo de interacción que representa las diferentes etapas por las que pasará un usuario al interactuar con la aplicación, desde el inicio de sesión hasta el registro de actividades, las diferentes opciones del progreso e historial personal y los rankings de la comunidad. Este diagrama ha sido elaborado en base a los datos obtenidos en las etapas anteriores del diseño conceptual:

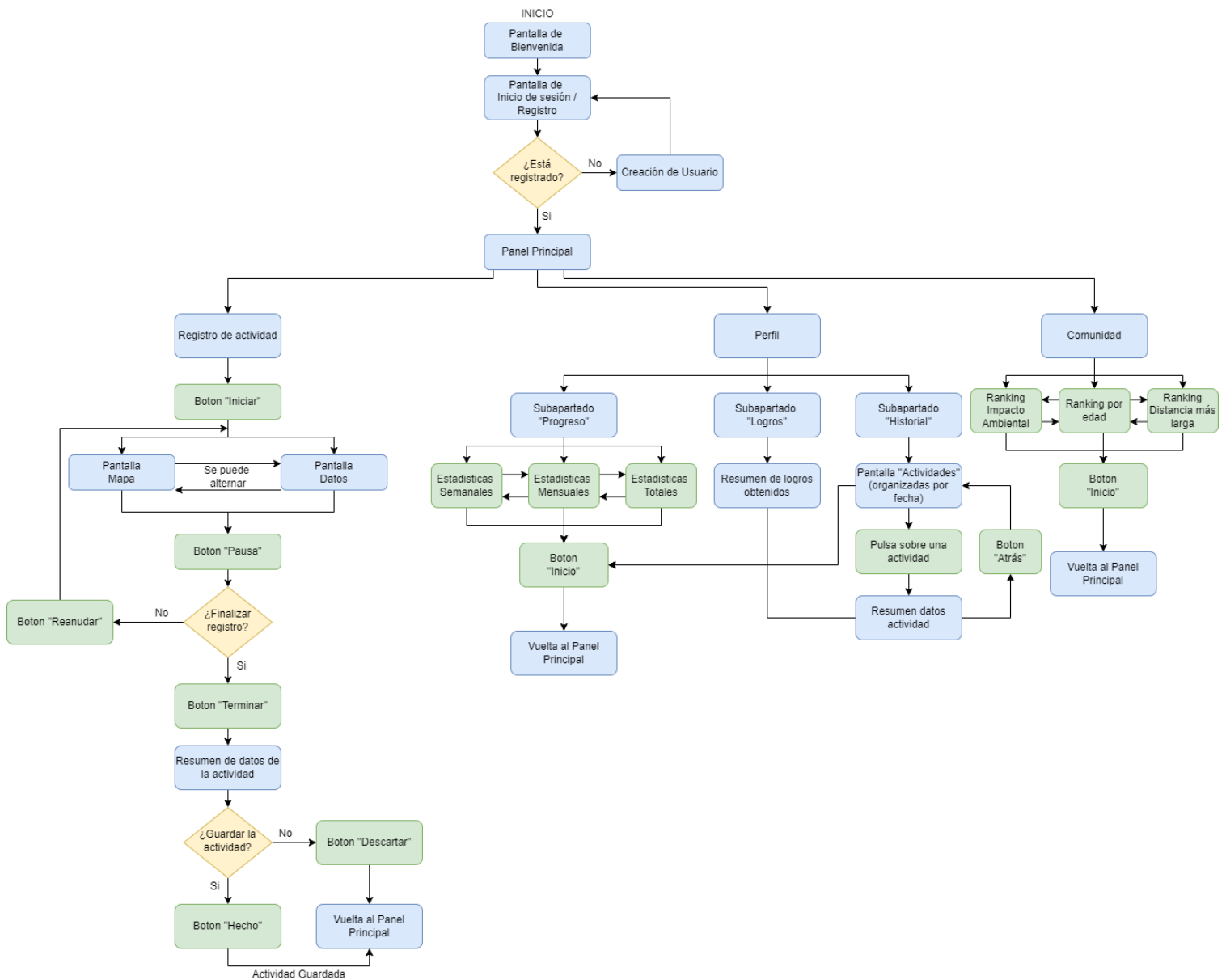


Figura 19 Flujo Interacción App GreenSteps

2.1.3. Prototipado

El siguiente paso en el desarrollo del DCU es la creación de un prototipo tomando como base el diagrama de flujo de interacciones, que representa la lógica y la estructura de la aplicación. Esta fase de prototipado es iterativa, y se inicia con la transformación de los flujos de interacción hacia modelos de baja fidelidad (*sketches*) para concluir con la elaboración de un prototipo horizontal de alta fidelidad.

Este prototipo sirve para evaluar la experiencia del usuario y la usabilidad, y así poder validar o refinar las ideas concebidas antes de avanzar hacia la implementación del producto final.

2.1.3.1. Sketches

A partir del diagrama donde se muestran los flujos de interacciones, se han dibujado los siguientes bocetos donde se muestra cada una de las pantallas con las que cuenta la aplicación:

1. Pantalla Bienvenida

Esta es la pantalla inicial, siendo la primera en aparecer cuando los usuarios abran la aplicación y en ella aparece el logo y el lema de *GreenSteps* como elementos centrales. Esta pantalla no solo cumple la función de cargar los elementos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, sino que también establece la identidad visual y la primera impresión del usuario. La pantalla desaparece tras unos segundos de forma automática.

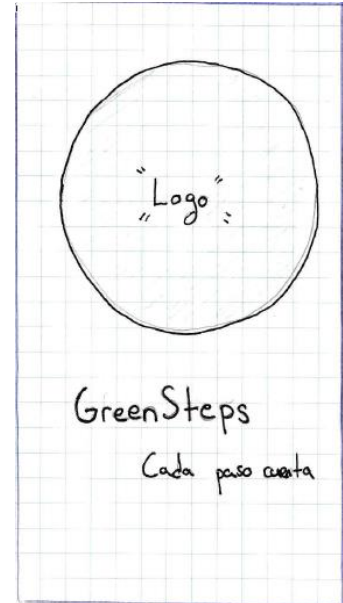


Figura 20 Pantalla bienvenida

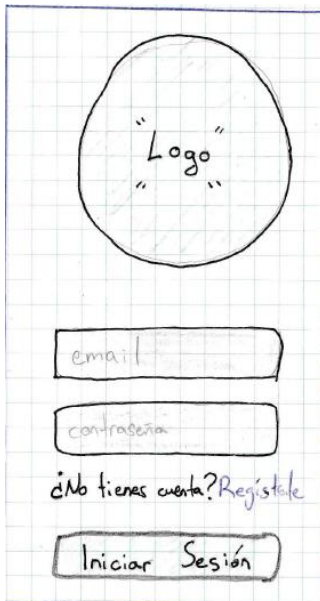


Figura 21 Pantalla inicio sesión

2. Pantalla Inicio de Sesión

Aquí aparece también el logo, situado en la parte superior, y bajo unos paneles de texto donde el usuario registrado puede introducir su correo y la contraseña para poder iniciar sesión. Para los usuarios no registrados se muestra un enlace para acceder a la pantalla de registro. En la parte inferior está el botón para iniciar sesión con las credenciales introducidas.

3. Pantalla Registro de nuevo usuario

En esta pantalla, los usuarios no registrados podrán crear una cuenta. En ella aparecen los paneles de texto para introducir los campos de correo electrónico, contraseña, nombre y fecha de nacimiento. Si el correo electrónico ya se encuentra registrado, la aplicación muestra un mensaje de error. Tras darle al botón de "Crear usuario" la aplicación devuelve al usuario a la pantalla de inicio de sesión.



Figura 22 Pantalla nuevo usuario

4. Panel Principal

Esta es la pantalla inicial de la aplicación. En la parte superior se encuentra un mensaje de bienvenida y un botón para desplegar un menú lateral. En la parte central se muestra el logo de *GreenSteps* y un mensaje indicando desde donde se puede iniciar un registro de actividad. En la parte inferior se encuentran los botones para las funciones principales de la aplicación: Perfil, Registro y Comunidad. El menú lateral tiene las opciones Inicio (para volver al panel principal desde cualquier punto de la aplicación), Mi cuenta (para modificar los datos de la cuenta), Acerca de *GreenSteps* (donde se muestra información sobre la aplicación) y Cerrar sesión (para hacer *logout* de la sesión activa).

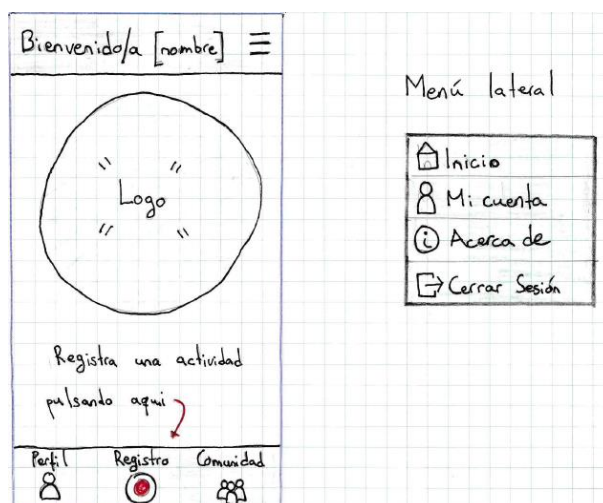


Figura 23 Pantalla panel principal

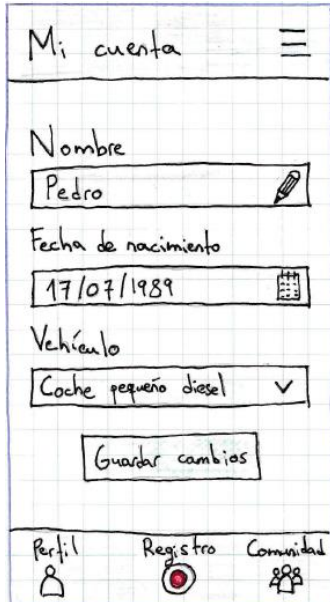


Figura 24 Pantalla "Mi cuenta"

5. Pantalla "Mi cuenta"

En este apartado del menú lateral se pueden modificar los siguientes datos: Nombre (pulsando el icono del lápiz y reescribiendo el texto), Fecha de nacimiento (pulsando sobre el icono de calendario y seleccionando una fecha) y vehículo (menú desplegable). El tipo de vehículo sirve para hacer el posterior cálculo aproximado sobre impacto ambiental y consumo de combustible, y se pueden elegir entre varias opciones.

6. Pantalla "Acerca de"

Este otro apartado del menú lateral muestra el logotipo de la aplicación y un resumen sobre la historia, características y objetivos de la aplicación.



Figura 25 Pantalla acerca de

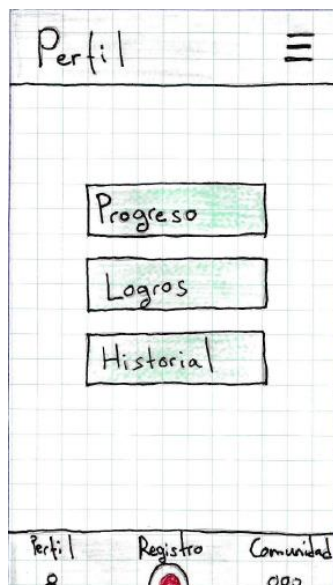


Figura 26 Pantalla Perfil

7. Pantalla Perfil

En esta pantalla se muestra un menú central, desde el cual se puede acceder a los subapartados Progreso, Logros o Historial. En la parte inferior siguen manteniéndose los botones de las tres funciones principales.

8. Pantalla Logros

Aquí se pueden ver los logros que el usuario ha obtenido en sus actividades. Estos logros se dividen en dos bloques, logros por distancia recorrida y logros por días seguidos de uso de la aplicación. Los logros por distancia se dan cada vez que el usuario recorre 1, 5 o 10 kilómetros (una de cada por cada actividad si consigue los objetivos), siendo medallas de bronce, plata y oro correspondientemente. Los logros por días seguidos se otorgan cuando un usuario registra actividades por 2, 5 o 7 días seguidos, y son medalla semilla, medalla planta y medalla árbol. Estos logros son acumulables, y en la pantalla se muestra la cantidad de cada uno de estos logros que el usuario ha conseguido.

Logro	Cantidad
1 Km recorrido	3
5 Km recorridos	1
10 Km recorridos	1
2 días seguidos	4
5 días seguidos	1
7 días seguidos	0

	Semana	Mensual	Total
Actividades hechas			3
Distancia			10km
Tiempo			2h05m
Combustible ahorrado			xL
Emisiones CO2 evitadas			xKg

Figura 27 Pantalla Progreso

9. Pantalla Progreso

En ella se muestra un cuadro central con las estadísticas acumuladas de cada usuario y una pestaña para las estadísticas semanales, otra para las mensuales y otra para las totales. Solo se muestra una de estas pestañas y mediante los botones en la parte superior del cuadro se puede alternar entre una u otra. Las estadísticas que se muestran son: Actividades registradas, Distancia, Tiempo, Combustible ahorrado y Emisiones de CO2 evitadas.

10. Pantalla Historial

En esta pantalla, el usuario puede encontrar un historial con las actividades realizadas, en una lista con las actividades ordenadas por fecha (desde la más actual). Para navegar por la lista se puede hacer *scroll* y cada una de las entradas muestra el nombre de la actividad y la fecha. Pulsando sobre cualquier actividad se accede a toda la información de la misma a través de un *pop up*.

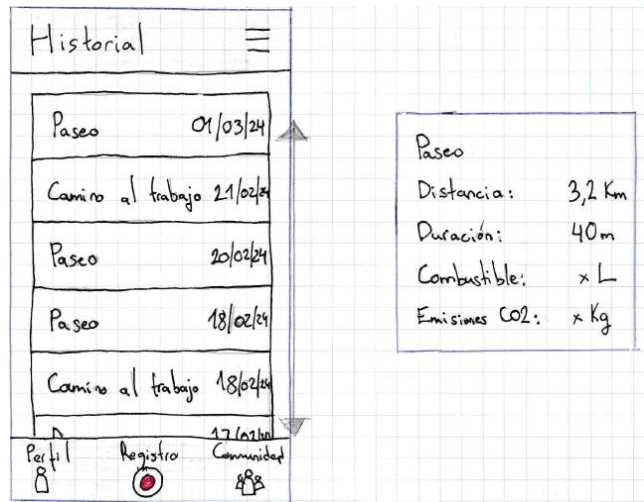


Figura 28 Pantalla Historial

11. Pantalla Comunidad

Aquí, el usuario puede consultar los tres diferentes rankings existentes, ranking por edad (con rangos de 15 a 25, de 25 a 35, de 35 a 45 y >45), por distancia y por impacto ambiental. Se puede alternar entre ellos de la misma forma que se hace en la pantalla de logros con las pestañas de estadísticas, y en cada una de estas pestañas se muestra en primer lugar la posición del usuario y el total de usuarios, bajo se muestran los cinco primeros usuarios de cada ranking.

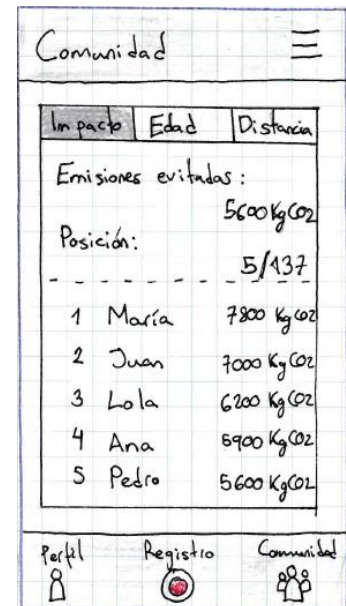


Figura 29 Pantalla comunidad

12. Pantalla Registrar Actividad

Aparece un mapa en el que se muestra la posición del dispositivo. En la parte inferior se encuentra el botón "Iniciar" para dar inicio al registro de la actividad. Cuando se da inicio a la actividad, el icono "Registro" de la barra de funciones se resalta para indicar que se está registrando una actividad. Además, el botón de inicio cambia al botón de pausar el registro y aparece un botón al lado de este último mediante el que se puede alternar la vista, la cual puede ser el mapa o un cuadro con los datos de distancia, tiempo y velocidad. Si se presiona el botón de pausa, el registro se detiene, cambiando el color de la barra superior para indicar la pausa. También aparecen los botones "Finalizar" y "Reanudar", mediante los cuales se puede reanudar el registro y seguir con la actividad o finalizarla y pasar a una pantalla en la

que se muestran los datos de la actividad, se le puede cambiar el nombre y guardarla en el historial o descartarla.

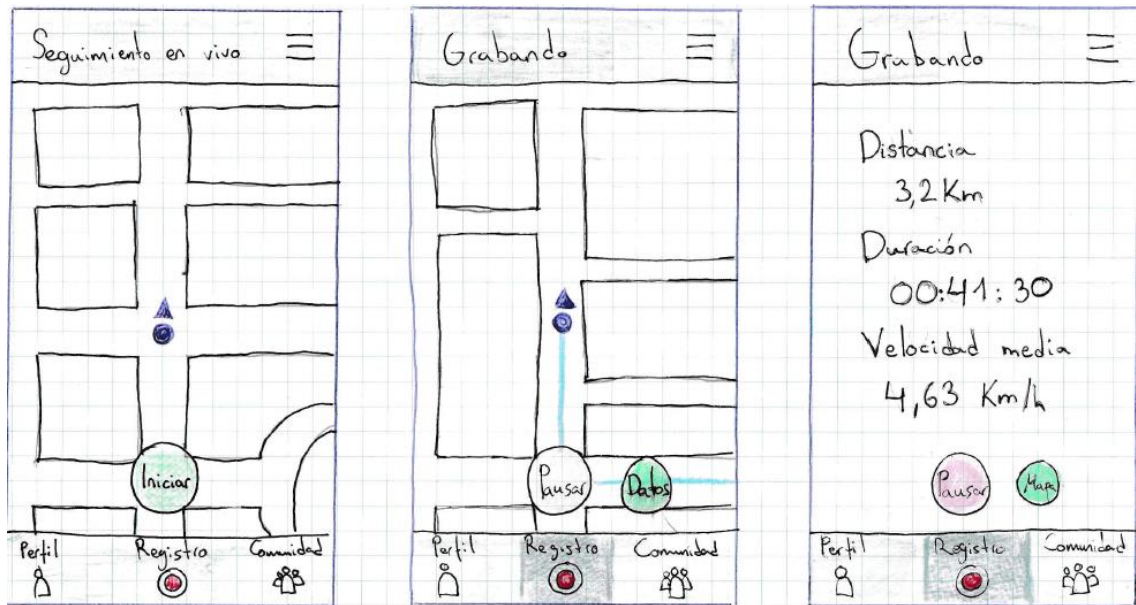


Figura 30 Pantallas registro actividad

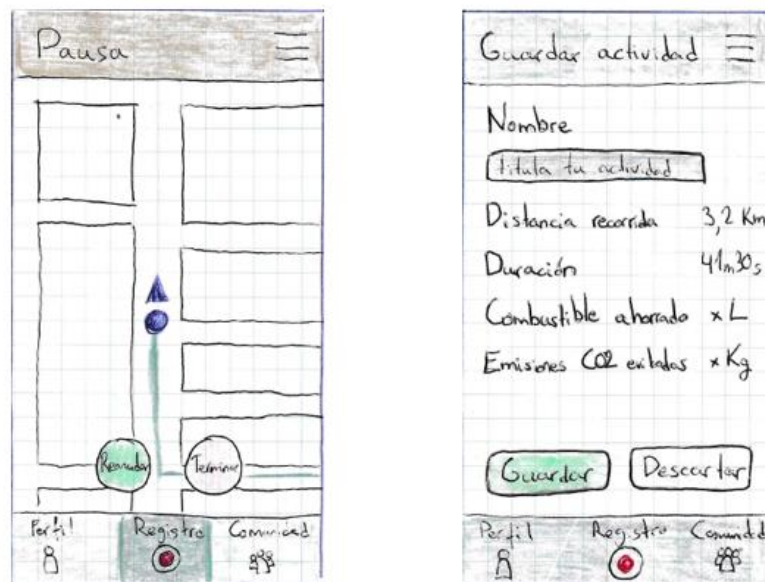


Figura 31 Pantallas pausa y guardar actividad

2.1.3.2. Prototipo horizontal de alta fidelidad

Para validar y refinar todavía más el diseño conceptual de la aplicación, se desarrolla un prototipo horizontal de alta fidelidad basado en los bocetos dibujados a mano alzada. Este prototipo ha sido creado usando la herramienta de diseño de interfaces **Figma** (Figma, Inc., 2016) y tiene como objetivo proporcionar una representación visual completa de la interfaz y la experiencia de usuario de la aplicación. Es importante destacar que este prototipo no representa una versión

final, sino más bien una iteración de diseño que permite explorar y visualizar la funcionalidad y la interfaz de usuario de la aplicación a un nivel más detallado.

Además, como parte del proceso de diseño, se ha creado un logotipo distintivo para *GreenSteps* utilizando la aplicación *Procreate* (Savage Interactive, 2011) y un lema (*Cada paso cuenta*), que reflejan la identidad visual y los valores de la aplicación de movilidad sostenible.



Figura 32 Logotipo y lema de *GreenSteps*

A continuación, se muestran las diferentes capturas de cada una de las pantallas de la aplicación.

Se puede acceder al prototipo completo y funcional desde el enlace:

<https://www.figma.com/file/HY18VmOoIIZ4h7IHJVvtAF/TFG-Prototipo?type=design&node-id=2%3A18&mode=dev&t=l2lq9dHgiMfeY3TZ-1>

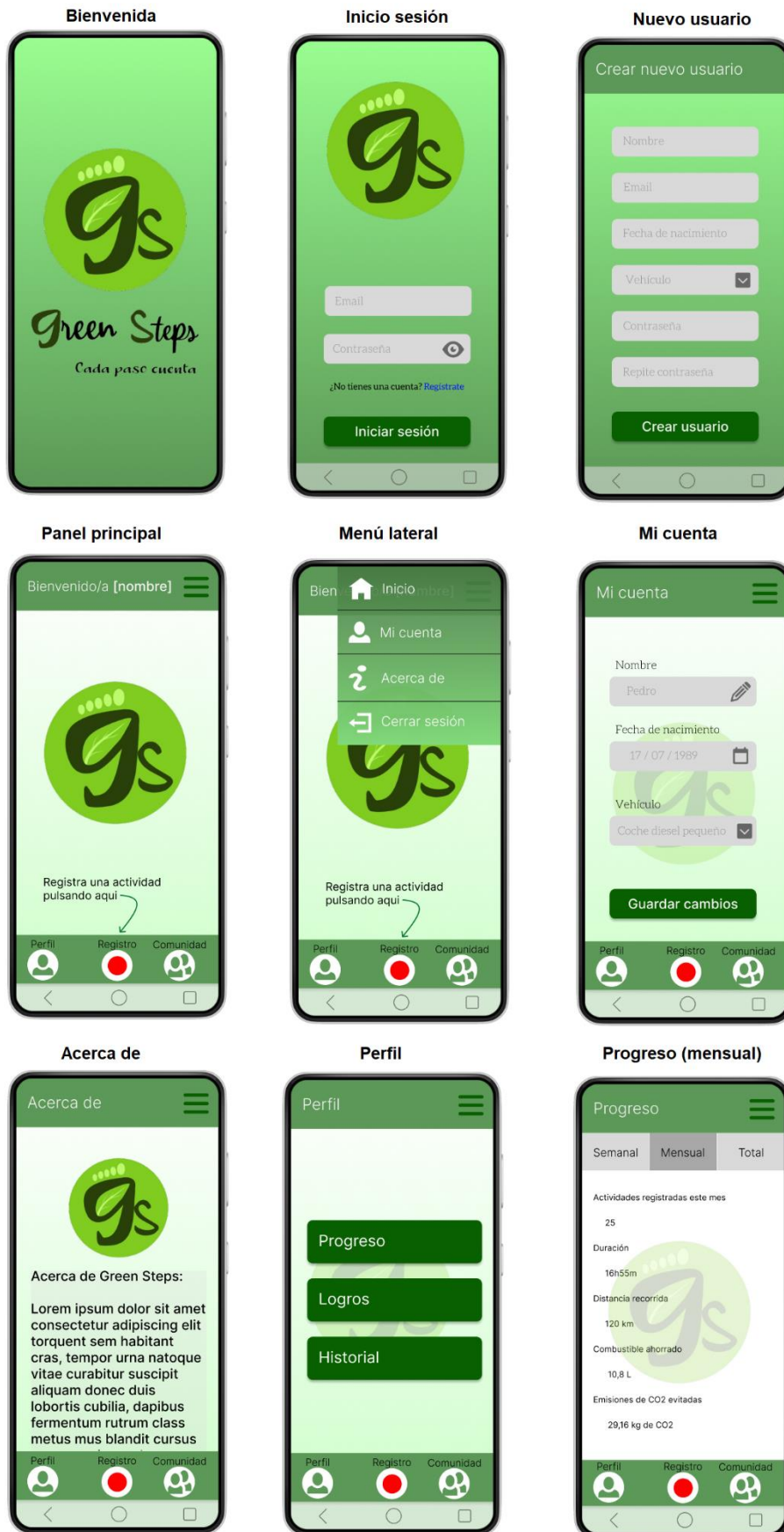


Figura 33 Pantallas prototipo horizontal 1

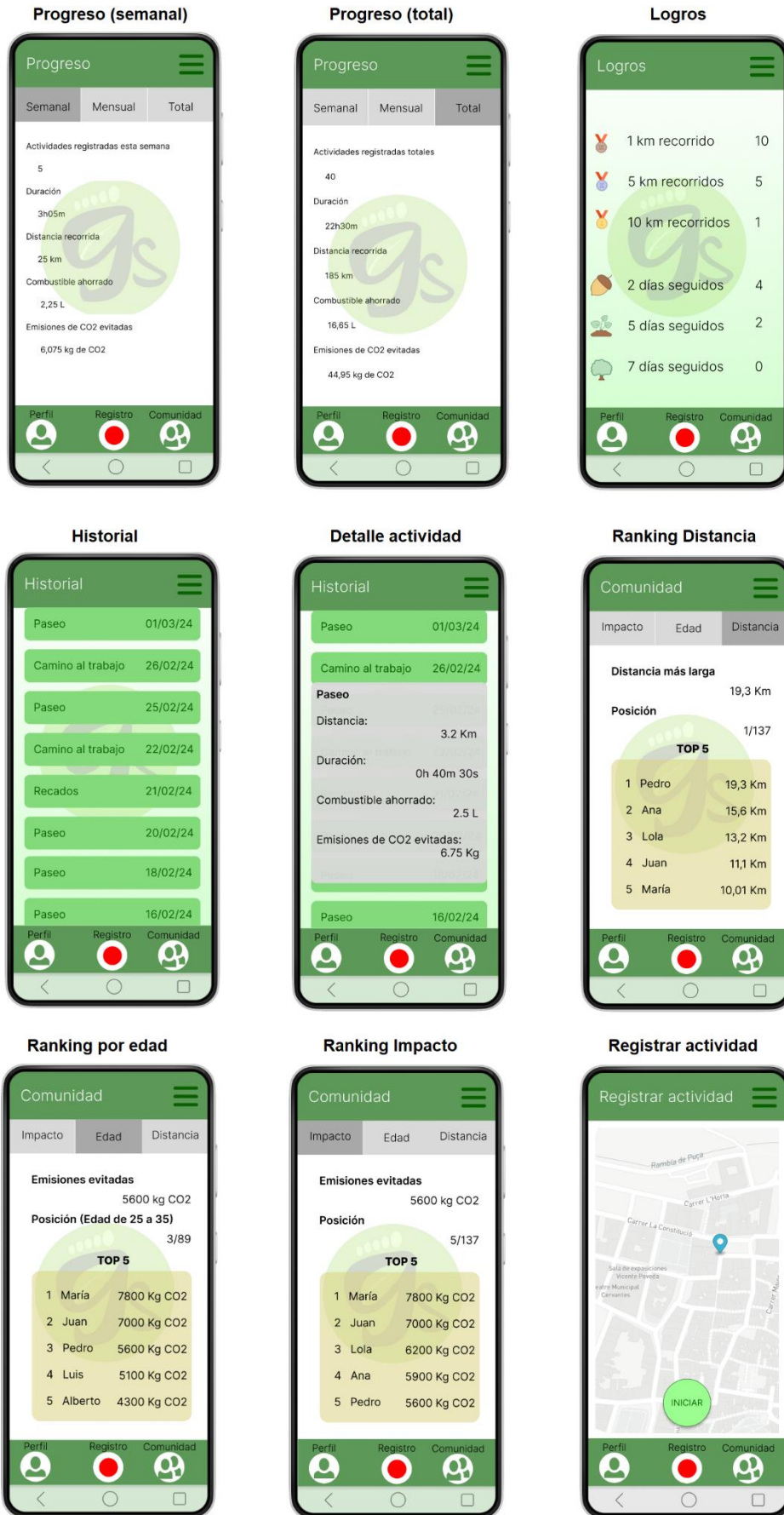


Figura 34 Pantallas prototipo horizontal 2

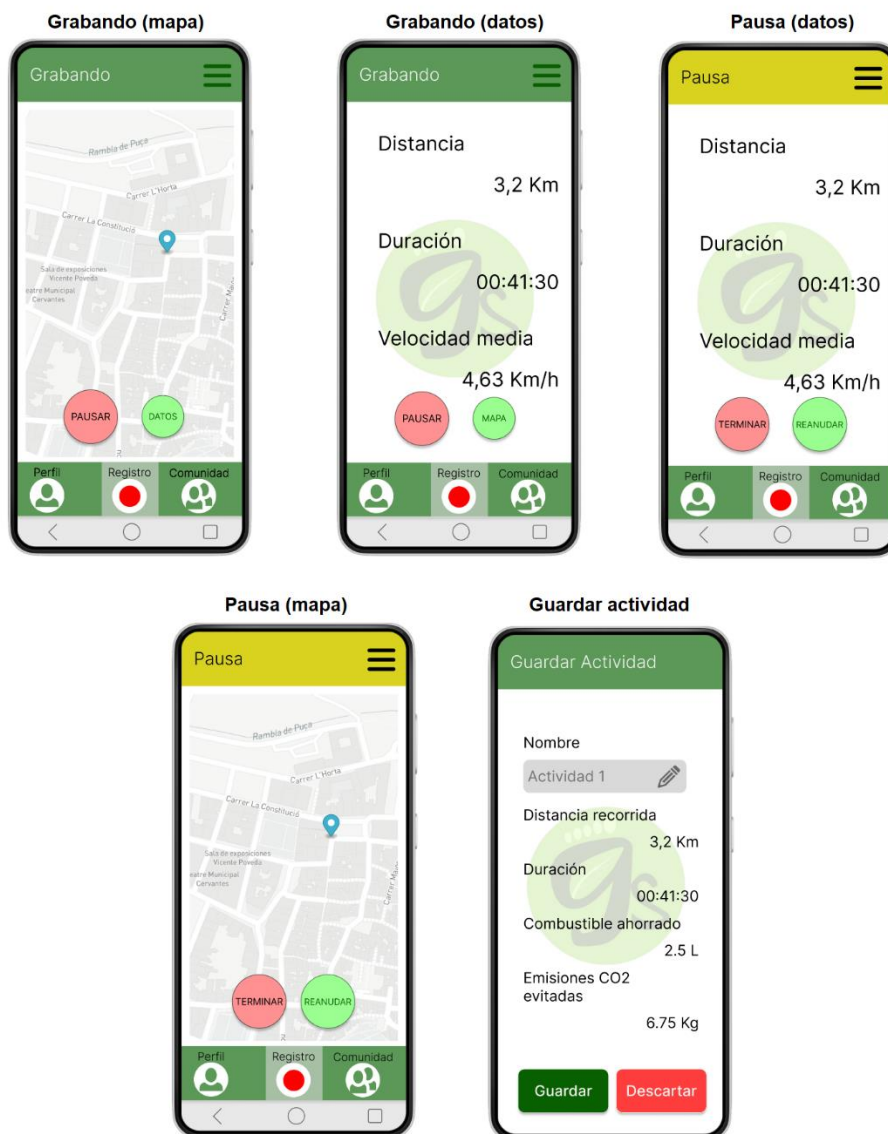


Figura 35 Pantallas prototipo horizontal 3

2.1.4. Evaluación

La fase de evaluación representa el último paso en el proceso del Diseño Centrado en el Usuario para el proyecto *GreenSteps*. En esta etapa, se llevan a cabo pruebas de usabilidad con usuarios reales para evaluar la efectividad del prototipo desarrollado y recopilar *feedback* relevante que permita identificar áreas de mejora.

2.1.4.1. Preparación de las pruebas de usabilidad

Para llevar a cabo las pruebas de usabilidad, el primer paso es definir los aspectos evaluables de la aplicación. Estos son:

- **Facilidad de uso:** Se evalúa la facilidad con que los participantes navegan por la aplicación, realizan tareas y encuentran la información que necesitan. Los puntos clave son la claridad de la interfaz de usuario, la intuitividad de los controles y la eficiencia de la navegación.
- **Eficiencia en la realización de tareas:** Se controla el tiempo que tardan los participantes en completar las tareas específicas dentro del prototipo. Si la interfaz es eficiente, los participantes de las pruebas pueden completar las tareas de forma rápida y sin obstáculos.
- **Claridad y comprensión:** Se prueba si la información se presenta de forma clara y comprensible. Los participantes deben poder entender fácilmente la información mostrada y todos los elementos interactivos.
- **Retroalimentación:** Se observa si los usuarios reciben respuesta sobre sus acciones y la aplicación confirma las operaciones que estos realizan.

Con el objetivo de evaluar estas tareas, se definen una serie de tareas y preguntas para evaluar a los participantes en la prueba. El guion que sigue cada prueba es el siguiente:

INFORMACIÓN SOBRE EL USUARIO

- Edad
- Tiempo semanal que dedica a caminar
- Nivel de experiencia con aplicaciones móviles
- Frecuencia de uso de aplicaciones similares

TAREAS QUE DEBE LLEVAR A CABO

- Registrarse como nuevo usuario en la aplicación
- Iniciar sesión
- Modificar el perfil de usuario actualizando los datos personales
- Obtener información sobre la aplicación
- Revisar el progreso semanal, mensual y total de las actividades realizadas
- Verificar los logros obtenidos
- Revisar el historial de actividades
- Consultar su puesto en los diferentes rankings
- Registrar una actividad nueva y guardarla
- Registrar una actividad nueva y descartarla

PREGUNTAS REFERENTES A LAS TAREAS

- ¿Pudiste completar la tarea de manera satisfactoria?
- ¿Encontraste alguna dificultad en la realización de la tarea?
- ¿Hubo algún aspecto de la interfaz de usuario que te resultara confuso?
- ¿Recibiste retroalimentación clara sobre tus acciones mientras realizabas la tarea?
- ¿La información que te proporciona la aplicación es interesante y relevante?
- ¿Hay alguna característica que te gustaría ver añadida o mejorada en la aplicación?

Figura 36 Guion pruebas

Una vez finalizada la prueba, se facilita un sencillo test a los participantes con cuestiones que pueden valorar con una puntuación de 0 a 5 sobre los diferentes aspectos de la aplicación. Este test incluye los siguientes puntos:

- ¿Es intuitiva la navegación dentro de la aplicación?
- ¿Consideras que has tardado poco tiempo en realizar las tareas?
- ¿Es clara toda la información presentada en la aplicación?
- ¿En qué medida te motivan los logros obtenidos?

- ¿En qué medida te motiva la información obtenida en cada actividad?
- ¿En qué medida te motivan los rankings con otros usuarios?
- ¿Te parece atractivo el diseño de la aplicación?
- ¿Seguirías utilizando la aplicación después de esta prueba?

2.1.4.2. Feedback obtenido con las pruebas

Las pruebas se llevan a cabo con dos usuarios, de forma presencial, durante las cuales se controla el tiempo que tarda el usuario en realizar cada tarea y se observa como la realiza (si esta le presenta dificultades o no). Tras cada tarea se le realizan las preguntas correspondientes, y una vez finalizada la prueba, el usuario rellena el test. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Usuario 1

- Edad: 34
- Tiempo semanal que dedica a caminar: 7 horas
- Nivel de experiencia con aplicaciones móviles: Alto
- Frecuencia de uso de aplicaciones similares: Ninguna

Tarea realizada	Tiempo empleado	Inputs positivos	Inputs negativos
Registrarse como nuevo usuario	35 segundos	La información es clara.	Ninguno.
Iniciar sesión	9 segundos	Fácil.	Ninguno.
Modificar los datos de usuario	35 segundos	Rápido.	El usuario accede primero a la página "Perfil" en lugar de a "Mi cuenta", a la que accede posteriormente cuando no encuentra lo que buscaba.
Obtener información sobre la aplicación	5 segundos	Fácil y rápido.	Ninguno.
Revisar el progreso semanal, mensual y total	13 segundos	Una vez el usuario ha accedido por primera vez al menú "Perfil" ya	Ninguno.

		sabe cómo acceder a los datos referentes a sus actividades, por lo que lo realiza de forma rápida. La información que se le muestra le parece suficiente y completa.	
Verificar los logros	7 segundos	Fácil de acceder.	El usuario ha encontrado confuso el número asociado a cada logro. Tras explicarle que los logros son acumulativos le ha parecido bien, pero la aplicación no lo muestra de forma intuitiva.
Revisar el historial	12 segundos	Fácil de acceder y toda la información mostrada es correcta.	Ninguno.
Consultar el puesto en los rankings	10 segundos	Igual que el anterior.	Ninguno.
Registrar una actividad nueva y guardarla	20 segundos	Fácil e intuitivo. La aplicación señala donde acceder para registrar la actividad y los botones son claros con lo que hacen.	Ninguno.
Registrar una actividad nueva y descartarla	13 segundos	Igual que el anterior.	Ninguno.

	0	1	2	3	4	5
¿Es intuitiva la navegación dentro de la aplicación?						
¿Consideras que has tardado poco tiempo en realizar las tareas?						
¿Es clara toda la información presentada en la aplicación?						
¿En qué medida te motivan los logros obtenidos?						
¿En qué medida te motiva la información obtenida en cada actividad?						
¿En qué medida te motivan los rankings con otros usuarios?						
¿Te parece atractivo el diseño de la aplicación?						
¿Seguirías utilizando la aplicación después de esta prueba?						

Usuario 2

- Edad: 51
- Tiempo semanal que dedica a caminar: 3 horas
- Nivel de experiencia con aplicaciones móviles: Medio
- Frecuencia de uso de aplicaciones similares: Ninguna

Tarea realizada	Tiempo empleado	Inputs positivos	Inputs negativos
Registrarse como nuevo usuario	40 segundos	Fácil. Según palabras del usuario "Es como en todas las aplicaciones".	Ninguno.
Iniciar sesión	9 segundos	Fácil.	Ninguno.
Modificar los datos de usuario	50 segundos		El usuario tarda en encontrar el apartado "Mi cuenta". El primer

			apartado al que accede es a Perfil.
Obtener información sobre la aplicación	10 segundos	Fácil y rápido.	Ninguno.
Revisar el progreso semanal, mensual y total	30 segundos	El usuario encuentra la información mostrada correcta.	Ninguno.
Verificar los logros	10 segundos	El usuario aprecia significativamente las medallas que se puede obtener en la aplicación.	Ninguno.
Revisar el historial	16 segundos	Fácil de acceder y toda la información mostrada es correcta.	Ninguno.
Consultar el puesto en los rankings	20 segundos	Fácil de acceder.	El usuario no muestra interés por la clasificación respecto a otros usuarios.
Registrar una actividad nueva y guardarla	15 segundos	Igual que el anterior.	Ninguno.
Registrar una actividad nueva y descartarla	15 segundos	Igual que el anterior.	Ninguno.

	0	1	2	3	4	5
¿Es intuitiva la navegación dentro de la aplicación?						
¿Consideras que has tardado poco tiempo en realizar las tareas?						
¿Es clara toda la información presentada en la aplicación?						
¿En qué medida te motivan los logros obtenidos?						

¿En qué medida te motiva la información obtenida en cada actividad?						
¿En qué medida te motivan los rankings con otros usuarios?						
¿Te parece atractivo el diseño de la aplicación?						
¿Seguirías utilizando la aplicación después de esta prueba?						

2.1.4.3. Conclusiones y puntos de mejora detectados

Tras la evaluación realizada y en base a los datos recopilados, se puede concluir que el prototipo de *GreenSteps* ha sido bien recibido por los usuarios. Todos los aspectos evaluados, incluida la facilidad de uso, las funcionalidades y el diseño, han recibido comentarios positivos y altas calificaciones por parte de los participantes.

Sin embargo, durante la realización de las pruebas se han detectado dos puntos de mejora potenciales:

- El nombre de la función "Perfil" puede ocasionar confusión a la hora de acceder a otros elementos de la aplicación.
- El hecho de que los logros sean acumulativos no se explica y puede generar confusión a los usuarios.

Las tareas llevadas a cabo para corregir estos puntos son las siguientes:

- La pantalla "Perfil" pasa a llamarse "Progreso" y la anterior pantalla de "Progreso" pasa a llamarse "Estadísticas". De esta forma cuando un usuario quiera modificar los datos de su perfil, no accederá a la función "Perfil" por equivocación.
- En la pantalla "Logros" se añade un botón de información, que tras ser pulsado muestra un *pop up* con la información concerniente a los logros.

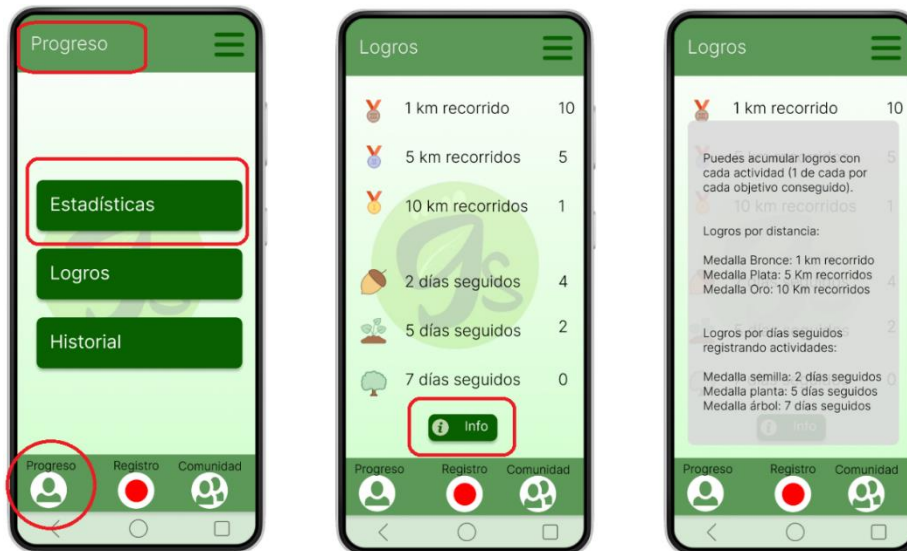


Figura 37 Cambios realizados en el prototipo

2.2. Diseño Técnico

Tras la fase del Diseño Centrado en el Usuario, se abordan dos aspectos clave del diseño técnico de la aplicación, la **definición de los casos de uso** y el **diseño de la arquitectura**. Estas técnicas tienen por objetivo proporcionar una representación visual y detallada de la interacción entre los usuarios y el sistema (casos de uso), así como establecer una estructura clara y organizada para el sistema en términos de su diseño de base de datos y arquitectura general.

2.2.1. Definición de los casos de uso

Los casos de uso representan las diversas funcionalidades que los usuarios pueden llevar a cabo al interactuar con la aplicación, y estos son los que se pretenden cubrir con el desarrollo de la aplicación. Primero, se presenta el diagrama de casos de uso que ilustra estas interacciones de manera visual y detallada, modelado siguiendo la notación estándar de UML y haciendo uso del software *Draw.io* (JGraph Ltd, 2015):

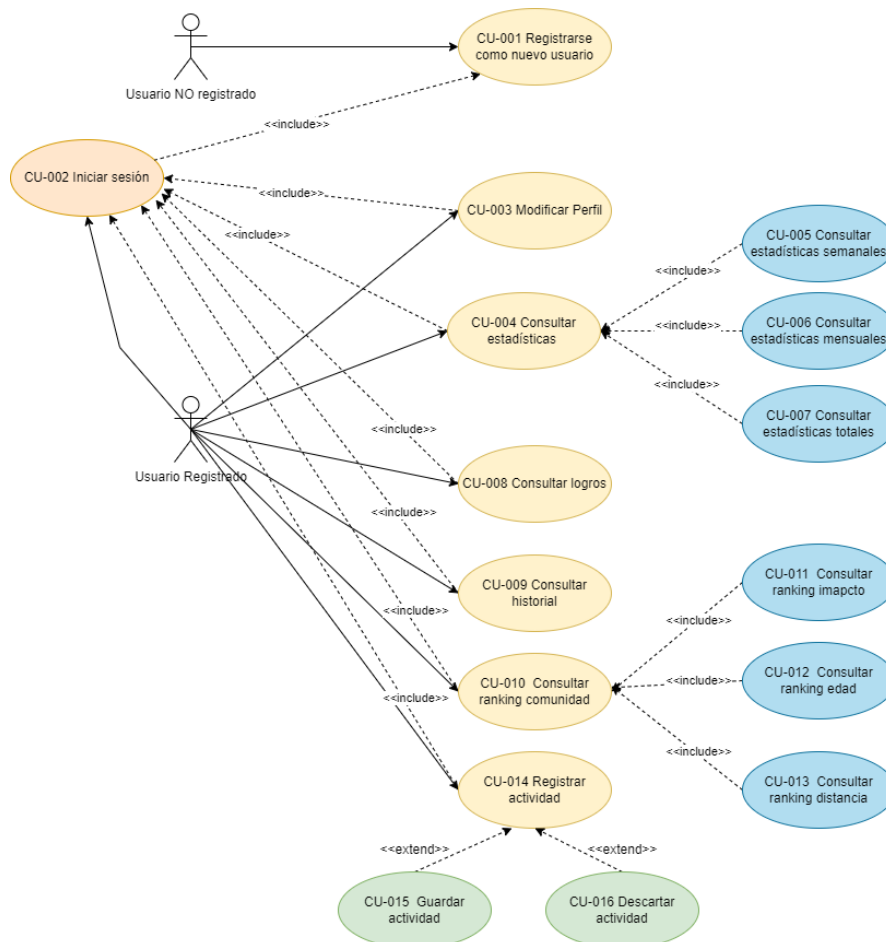


Figura 38 Diagrama de casos de uso

A continuación, se presenta un listado completo de los casos de uso donde se especifican actores, precondiciones, flujo y postcondiciones:

CU-001 <<Registrarse como nuevo usuario>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario se registra con sus datos para poder iniciar sesión y acceder a la aplicación.
<i>Actores</i>	Usuario no registrado
<i>Pre-Condicion</i>	El usuario no está registrado (el email no se encuentra en la base de datos).
<i>Iniciado por</i>	Usuario no registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a la aplicación. 2. En la pantalla de inicio de sesión, el usuario pulsa en el enlace "Regístrate". 3. El usuario rellena los campos "Nombre", "Email", "Fecha de nacimiento", "Vehículo", "Contraseña", "Repita contraseña". 4. El usuario pulsa el botón "Crear Usuario".

	<p>4.1. Si el email está registrado en la base de datos, se muestra un error y no se permite cambiar la pantalla hasta corregir este campo.</p> <p>4.2. Si las contraseñas introducidas en los dos últimos campos no coinciden, se muestra un error y no se permite cambiar la pantalla hasta corregir este campo.</p> <p>5. El sistema redirige a la pantalla de inicio de sesión.</p>
<i>Post-Condiciones</i>	El nuevo usuario ha sido creado y registrado en la base de datos.

CU-002 <<Iniciar sesión>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario inicia sesión en la aplicación para poder acceder a sus funciones.
<i>Actores</i>	Usuario registrado.
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario está registrado.
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a la aplicación. 2. El usuario introduce sus credenciales en los campos "Email" y "Contraseña" de la pantalla de inicio de sesión. 3. El usuario pulsa el botón "Iniciar sesión". <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Si el email o la contraseña no son válidos, se muestra un error y se avisa al usuario que introduzca unos credenciales válidos para poder iniciar sesión. 4. La aplicación redirige al usuario al panel principal
<i>Post-Condiciones</i>	El usuario ha iniciado sesión y ahora puede acceder a todas las funcionalidades.

CU-003 <<Modificar perfil>>

<i>Prioridad</i>	Baja
<i>Descripción</i>	El usuario quiere modificar los datos de su perfil
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado y ha iniciado sesión
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre el menú lateral de la aplicación. 2. El usuario selecciona "Mi cuenta". 3. El usuario cambia el campo que desea ("Nombre", "Fecha de nacimiento" o "Vehículo"). 4. El usuario presiona el botón "Guardar cambios" 5. La aplicación redirige al usuario al panel principal.

<i>Post-Condiciones</i>	Los nuevos datos introducidos por el usuario han sido actualizados en la base de datos.
-------------------------	---

CU-004 <<Consultar estadísticas>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar las estadísticas obtenidas con sus actividades
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado y ha iniciado sesión
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Progreso". 2. El usuario presiona el botón "Estadísticas".
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra las diferentes estadísticas recopiladas (por defecto, al entrar en el apartado estadísticas, las primeras que se muestran son las semanales)

CU-005 <<Consultar estadísticas semanales>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar las estadísticas obtenidas con sus actividades de esta semana
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha entrado en el menú "Progreso".
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Estadísticas". 2. Si el usuario se encuentra en una pestaña diferente a "Semanal", el usuario pulsa sobre esta misma para acceder a ella.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra las diferentes estadísticas de la semana actual.

CU-006 <<Consultar estadísticas mensuales>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar las estadísticas de este mes
<i>Actores</i>	Usuario registrado.
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha entrado en el menú "Progreso".
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Estadísticas".

	2. Si el usuario se encuentra en una pestaña diferente a "Mensual", el usuario pulsa sobre esta misma para acceder a ella.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra las diferentes estadísticas del mes actual.

CU-007 <<Consultar estadísticas totales>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar las estadísticas de todas sus actividades realizadas.
<i>Actores</i>	Usuario registrado.
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha entrado en el menú "Progreso".
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Estadísticas". 2. Si el usuario se encuentra en una pestaña diferente a "Total", el usuario pulsa sobre esta misma para acceder a ella.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra las diferentes estadísticas de todas las actividades realizadas por el usuario.

CU-008 <<Consultar logros>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere conocer las medallas virtuales que ha obtenido con sus actividades.
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha entrado en el menú "Progreso".
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Logros".
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra un listado de las medallas y la cantidad que ha obtenido el usuario de cada una de ellas

CU-009 <<Consultar historial>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar el historial de actividades que ha realizado
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha entrado en el menú "Progreso".
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario pulsa el botón "Historial".

	<p>1.1. Si el usuario desea detalles sobre una entrada en concreto, pulsa sobre ella.</p> <p>1.2. El sistema muestra los detalles de la actividad.</p>
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra un histórico de las actividades realizadas.

CU-010 <<Consultar Ranking comunidad>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar su posición en el ranking de usuarios
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado y ha iniciado sesión.
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	1. El usuario pulsa el botón "Comunidad".
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra el ranking de usuarios (por defecto, al entrar en el apartado "Comunidad", el primer ranking mostrado será "Impacto").

CU-011 <<Consultar Ranking Impacto>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar su posición en el ranking por impacto medioambiental
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha pulsado en el botón "Comunidad"
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	1. Si la pestaña seleccionada no es "Impacto", el usuario pulsa sobre ella.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra la posición del usuario sobre el total de usuarios en cuanto a "Emisiones evitadas" y una lista con los 5 mejores registros.

CU-0012 <<Consultar Ranking Edad>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar su posición en el ranking de impacto ambiental en su rango de edad.
<i>Actores</i>	Usuario registrado.
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha pulsado en el botón "Comunidad"
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	1. Si la pestaña seleccionada no es "Edad", el usuario pulsa sobre ella.

<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra la posición del usuario sobre el total de usuarios de su rango de edad en cuanto a “Emisiones evitadas” y una lista con los 5 mejores registros.
-------------------------	---

CU-013 <<Consultar Ranking Distancia>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario quiere consultar su posición en el ranking de distancia más larga recorrida
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario se ha registrado, ha iniciado sesión y ha pulsado en el botón “Comunidad”
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si la pestaña seleccionada no es “Distancia”, el usuario pulsa sobre ella.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra la posición del usuario sobre el total de usuarios en cuanto a “Distancia más larga recorrida” y una lista con los 5 mejores registros.

CU-014 <<Registrar actividad>>

<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Descripción</i>	El usuario quiere registrar una actividad de caminata
<i>Actores</i>	Usuario registrado
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario está registrado, ha iniciado sesión y ha concedido permisos de ubicación a la aplicación.
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón “Registro”. 2. El usuario presiona el botón “Iniciar” y comienza a caminar. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Si el usuario quiere intercambiar la vista que muestra la aplicación, pulsa el botón “Datos”/“Mapa”. 3. Cuando el usuario ha terminado la caminata, pulsa el botón “Pausar”. 4. El usuario pulsa el botón “Terminar”.
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema muestra los datos de la actividad realizada y los botones “Guardar” y “Descartar”.

CU-015 <<Guardar actividad>>

<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Descripción</i>	El usuario quiere guardar la ruta que acaba de realizar.
<i>Actores</i>	Usuario registrado.

<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario está registrado, ha iniciado sesión, ha concedido permisos de ubicación a la aplicación y ha iniciado un registro de actividad.
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado.
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario pulsa el botón "Pausar". 2. El usuario pulsa el botón "Terminar". 3. Si el usuario desea renombrar la actividad, cambia el valor en el campo "Nombre". 4. El usuario pulsa el botón "Guardar".
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema registra la nueva actividad y sus datos en la base de datos. El sistema devuelve al usuario al panel principal.

CU-016 <<Descartar actividad>>

<i>Prioridad</i>	Normal
<i>Descripción</i>	El usuario no quiere guardar la ruta que acaba de registrar.
<i>Actores</i>	Usuario registrado.
<i>Pre-Condiciones</i>	El usuario está registrado, ha iniciado sesión, ha concedido permisos de ubicación a la aplicación y ha iniciado un registro de actividad.
<i>Iniciado por</i>	Usuario registrado
<i>Flujo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario pulsa el botón "Pausar". 2. El usuario pulsa el botón "Terminar". 3. El usuario pulsa el botón "Descartar".
<i>Post-Condiciones</i>	El sistema devuelve al usuario al panel principal.

2.2.2. Diseño de la arquitectura

En este apartado se define la arquitectura general del sistema, incluyendo la organización de las distintas capas y componentes que lo componen.

Para desarrollar *GreenSteps* se ha optado por utilizar el paradigma Modelo-Vista-Controlador (MVC). Este enfoque arquitectónico proporciona una clara separación de responsabilidades entre los distintos componentes del sistema:

- **Modelo:** representa la capa de datos y lógica de la aplicación. Aquí es donde se gestionan y manipulan los datos relacionados con los usuarios, las actividades registradas, los logros, los rankings, etc.
- **Vista:** es la interfaz de usuario con la que interactúan las personas con la aplicación. Esta capa se encarga de mostrar la información al usuario de manera clara y comprensible, así como de capturar la interacción del usuario. En ella se incluyen todas las pantallas y elementos de interfaz que componen la aplicación *GreenSteps*, como el panel de inicio, la pantalla de estadísticas, la de logros, etc.

- **Controlador:** actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista. Se encarga de procesar las solicitudes del usuario, actualizar el Modelo según sea necesario y actualizar la Vista en consecuencia.

Para simplificar la implementación de la arquitectura del sistema, se opta por utilizar *Firebase* (Google, 2014), ya que esta proporciona una plataforma completa de backend como servicio (BaaS) con muchas características útiles para este proyecto, como la autenticación de los usuarios o el almacenamiento de datos en tiempo real.

De esta forma, en el contexto de MVC, *Firebase* se utilizará como la capa de persistencia de datos, lo que significa que la capa Modelo será responsable de gestionar la conexión con *Firebase* para recuperar, almacenar y actualizar los datos en la base de datos. El Controlador desencadenará operaciones en *Firebase* en respuesta a las acciones del usuario y luego actualizará la Vista con los resultados obtenidos del Modelo.

Además, para las funciones de geolocalización y mapas, se utilizará *Google Maps API* (Google, 2005) ya que se trata de una herramienta ampliamente utilizada, por la multitud de funcionalidades que ofrece y porque posee una documentación detallada. La API de *Google Maps* se integrará principalmente en la capa de vista para mostrar mapas interactivos. También, será utilizada en la capa controlador para gestionar la interacción del usuario con los mapas, cuando inicia o detiene la grabación de una actividad.

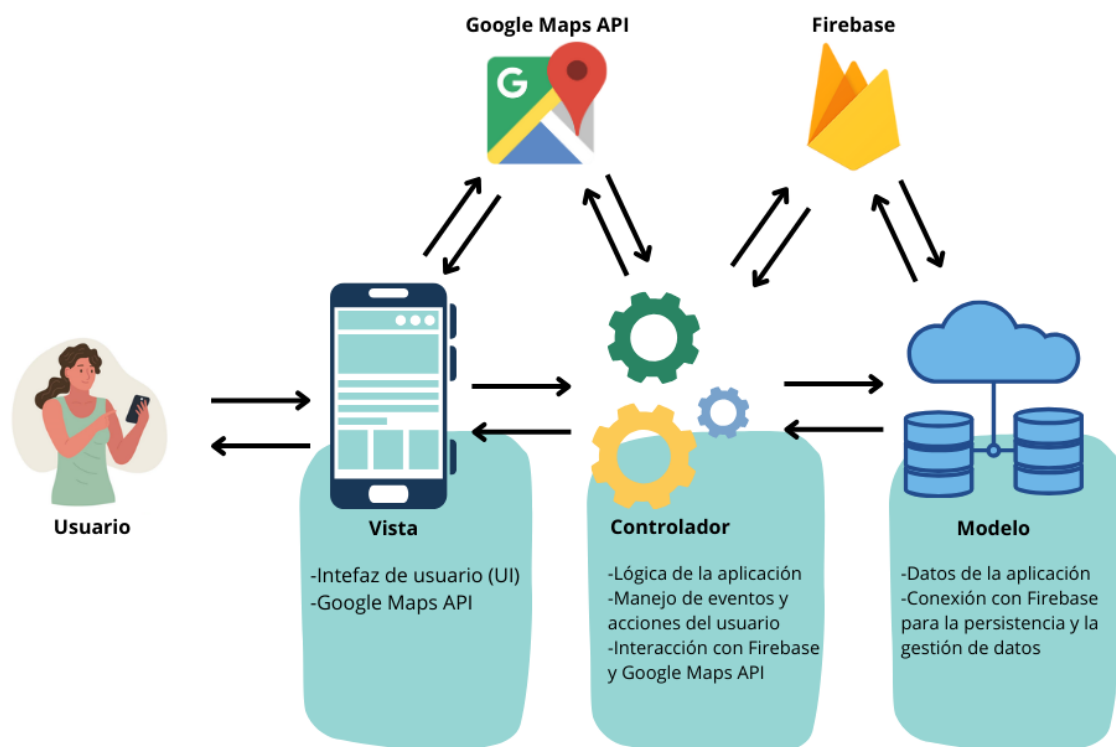


Figura 39 Diagrama arquitectura general del sistema

2.2.2.1. Diseño de entidades y clases

Quedando definida la base de la arquitectura de la aplicación, y con el análisis efectuado tanto con el DCU como posteriormente con la definición de los casos de uso, se realiza un diagrama de clases que representa las diferentes entidades que conforman el sistema y sus relaciones (haciendo uso una vez más del software *Draw.io*):

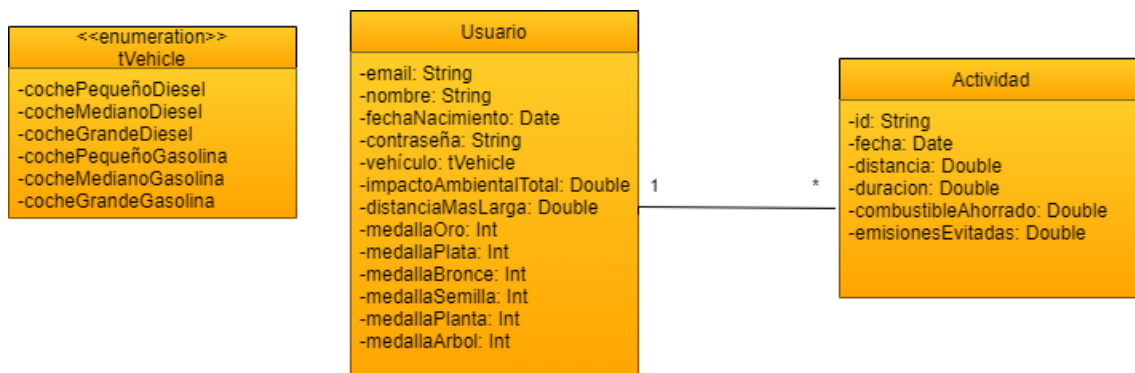


Figura 40 Diagrama UML clases

Como se muestra en el diagrama, se ha optado por crear las siguientes clases:

- Usuario: entidad que se encarga de almacenar todos los datos del usuario.
- Actividad: entidad encargada de almacenar todos los datos de las actividades registradas.

La entidad Usuario tiene una relación 1 a muchos con la entidad Actividad, de forma que un usuario puede realizar varias actividades, pero cada actividad está realizada por un único usuario. Para hacer el cálculo tanto de las estadísticas, como de los ranking y los logros de forma dinámica se ha optado por añadir los campos necesarios como atributos a la entidad Usuario.

2.2.2.2. Diseño de la base de datos

En cuanto a la base de datos, *Firebase* cuenta con *Firestore*, que es una base de datos NoSQL basada en documentos que se organiza de forma jerárquica, donde cada documento puede contener campos y subcolecciones. En base al esquema UML de clases, las colecciones quedan estructuradas de la siguiente forma:

- **Colección Usuarios:** Cada documento en esta colección representa un usuario registrado en la aplicación. Los campos en este documento son los atributos de la entidad Usuario del esquema UML.
- **Colección Actividades:** Esta es una subcolección dentro de cada documento de usuario. Cada documento en esta subcolección representa una actividad registrada por el usuario correspondiente. Los campos de este documento son los atributos de la entidad Actividad del esquema UML.

(default)	Usuarios	user1
+ Iniciar colección	+ Agregar documento	+ Iniciar colección
Usuarios >	user1 >	+ Agregar campo
		contraseña: "aaa1" distanciaMasLarga: 20 email: "ejemplo@ejemplo.com" fechaNacimiento: 1 de abril de 2024, 12:44:49 a.m. UTC+2 impactoAmbientaTotal: 200 medallaArbol: 0 medallaBronce: 10 medallaOro: 1 medallaPlanta: 1 medallaPlata: 3 medallaSemilla: 5 nombre: "UsuarioEjemplo" vehiculo: "cochePequeñoDiesel"

Figura 41 Colección usuarios

(default)	Actividades	actividad1
+ Iniciar colección	+ Agregar documento	+ Iniciar colección
Actividades >	actividad1 >	+ Agregar campo
Usuarios		combustibleAhorrado: 0.5 distancia: 6.5 duracion: "00:45:01" emisionesEvitadas: 5.5 fecha: 11 de abril de 2024, 11:55:55 p.m. UTC+2 id: "act1"

Figura 42 Colección actividades

3. Implementación

Quedando definido todo el conjunto de especificaciones del diseño de la aplicación, es turno de llevar a cabo la implementación de la app. Esta fase abarca la traducción de los diseños y especificaciones en código fuente, la integración de tecnologías y servicios externos y la creación de una interfaz de usuario intuitiva y eficiente.

Este capítulo no solo documenta el recorrido técnico de la implementación, sino que también resalta las mejores prácticas y lecciones aprendidas que contribuyen a la creación de un producto de software de calidad.

3.1. Herramientas empleadas

3.1.1. Entorno de desarrollo

Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones Android y basado en el software IntelliJ IDEA de JetBrains. Se ha utilizado la última versión estable disponible al inicio del proyecto (Android Studio Hedgehog | 2023.1.1 Patch 2), garantizando el acceso a las últimas características y mejoras de la plataforma.

Lenguaje de programación: Kotlin

Se utiliza Kotlin como lenguaje principal para el desarrollo de GreenSteps. Kotlin es un lenguaje de programación moderno (apareció en 2016) y ampliamente respaldado por la comunidad de desarrolladores, tanto que en 2019 Google anunció que Kotlin es el lenguaje preferido por los desarrolladores de apps Android. Esto conlleva un mayor soporte y recursos proporcionados tanto por Google como por la comunidad.

Además de las ventajas en términos de información y soporte, se ha tomado la decisión de usar Kotlin, pese a no contar con experiencia previa, por las siguientes razones:

- Kotlin es un lenguaje totalmente interoperable con Java, lenguaje con el que tengo mayor familiaridad, lo que significa que es posible utilizar bibliotecas y frameworks existentes de Java en un proyecto Kotlin.
- A diferencia de Java, Kotlin integra características avanzadas para mejorar la productividad del desarrollador y la legibilidad del código. Es un lenguaje más conciso que Java, que permite escribir la misma funcionalidad con menos líneas de código.
- Kotlin ofrece un sistema de tipos más robusto que Java, lo que proporciona una mayor seguridad en tiempo de compilación y reduce la posibilidad de errores durante la ejecución.

La elección de Kotlin no solo se basa en sus características técnicas, sino también en su valor como herramienta de aprendizaje. Su uso en este proyecto proporciona una valiosa oportunidad para adquirir experiencia práctica con un lenguaje de programación moderno y en crecimiento.

3.1.2. Herramientas y APIs utilizadas

Firestore Authentication

Firestore Authentication es un servicio de Firebase que proporciona una forma sencilla de autenticar usuarios en una aplicación. Se utiliza en GreenSteps para gestionar el registro e inicio de sesión de los usuarios de manera segura y conveniente. Los usuarios pueden crear una cuenta utilizando su dirección de correo electrónico y una contraseña segura para acceder a todas las funciones de la aplicación.

Firestore

Firestore es una base de datos en tiempo real y en la nube. Ofrece una solución escalable y flexible para el almacenamiento de datos estructurados, lo que permite sincronizar datos y realizar consultas a la base de datos de manera eficiente. En GreenSteps, su uso está centrado en almacenar información sobre los usuarios y las actividades que estos realizan.

Google Maps Platform API

Google Maps Platform proporciona acceso a servicios de mapas y ubicación de Google. Su uso en GreenSteps es primordial, tanto para mostrar mapas con la localización del usuario, como para registrar la actividad de caminata. En concreto se han habilitado los servicios de “Maps SDK for Android”.

3.2. Desarrollo de la aplicación

3.2.1. Configuración inicial

Al iniciar el proyecto en Android Studio, se ha elegido la opción “Empty Activity” para mantener un control total sobre la estructura del proyecto desde el inicio.

El proyecto se ha configurado para que utilice el nivel mínimo de API 24 (Nougat), asegurando una compatibilidad del 96,3% en los dispositivos:

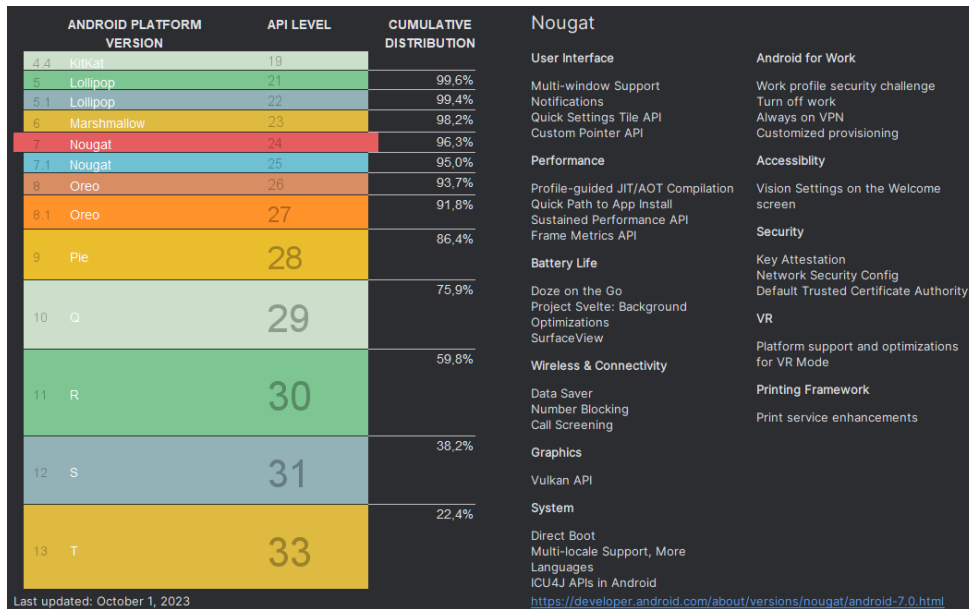


Figura 43 nivel API Android Studio

Para la compilación, Android Studio utiliza **Gradle** para automatizar y administrar este proceso y los scripts build.gradle.kts son los archivos de configuración que definen la estructura, las dependencias y las tareas de compilación. Para poder utilizar las Herramientas de Firebase y Google Platform, hay que incluir en el archivo build.gradle (nivel App) las dependencias correspondientes:

```
//Firebase
implementation(platform("com.google.firebase:firebase-bom:32.8.1"))
implementation("com.google.firebase:firebase-analytics")
implementation("com.google.firebase:firebase-firestore")
implementation("com.google.firebase:firebase-auth")

//Google Maps
implementation("com.google.android.gms:play-services-maps:18.2.0")
implementation("com.google.android.gms:play-services-location:21.2.0")
```

Figura 44 Dependencias Firebase y Google Maps

3.2.2. Estructura del proyecto

Dado que se ha tomado la decisión de basar el desarrollo en el patrón MVC (Modelo Vista Controlador), la estructura predeterminada que viene por defecto al crear el proyecto en Android Studio se ha modificado de la siguiente forma para mejorar la visibilidad y entendimiento de este paradigma:

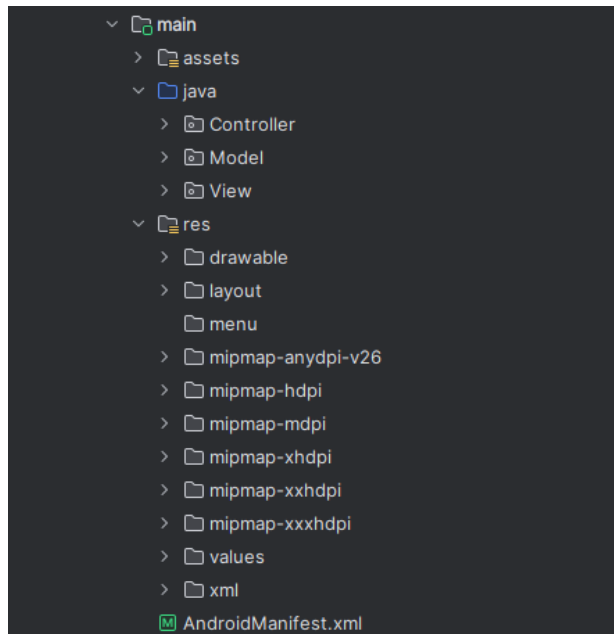


Figura 45 Estructura app

En el directorio /main se encuentra el contenido principal de la aplicación, dividido de la siguiente forma:

- /assets: archivos html que incluyen información a mostrar en la aplicación. Este apartado incluye las Políticas de Uso de Datos que se han establecido para la aplicación (ver Anexo 2).
- /java: archivos de código fuente que contienen las clases que forman la lógica de la aplicación. Se encuentran organizados siguiendo el patrón MVC en los directorios Controller, Model y View.
- /res: recursos gráficos utilizados por la aplicación para diferentes propósitos, como diseño de la interfaz de usuario, imágenes, estilos o colores utilizados. Los apartados más importantes de este directorio son *drawable* que contiene las imágenes utilizadas en la app y *layout* que contiene los ficheros XML que conforman las vistas de cada pantalla de la aplicación.
- Android Manifest: este es el archivo de configuración Android, donde se declaran todos los componentes de la aplicación, se especifican los permisos que la aplicación requiere (en este caso acceso a internet y acceso a la ubicación) y se incluye la información sobre la configuración general de la aplicación.

En cuanto a la configuración de las clases que conforman el directorio java, tenemos que:

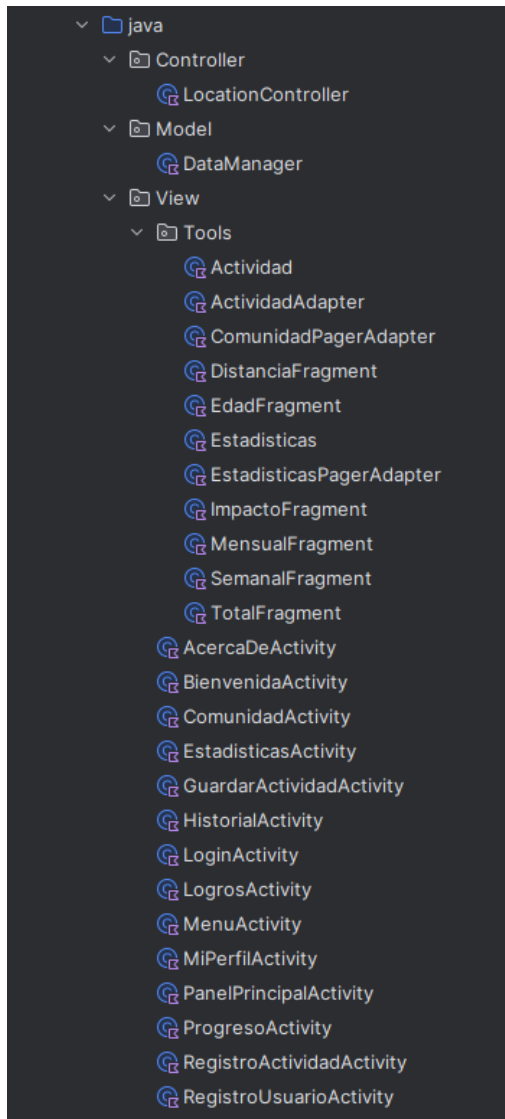


Figura 46 Estructura directorio /java

En **Controller** se encuentra la clase *LocationController*, encargada de la interacción con los servicios de ubicación, localización y comunicación con Google Maps API.

En **Model** está *DataManager*, clase donde está implementada la lógica de negocio relacionada con la gestión de datos y la comunicación con los servicios de Firebase Authentication y Firebase Firestore.

En **View** se encuentran las *Activities*, que son los componentes de la interfaz de usuario que representan cada pantalla con la cual el usuario puede interactuar. Dentro de este directorio se encuentra **Tools** que contiene unas clases que se utilizan como herramientas dentro de las *Activities*, para poder mostrar los diferentes *Fragment* en los *ViewPager* donde se puede alternar información entre varias pestañas (funcionalidades Estadísticas y Comunidad).

3.3. Análisis del estado del proyecto en relación a la planificación propuesta

A día 12-05-24 se realiza un análisis sobre el estado del proyecto. La planificación inicial propuesta es la siguiente:

ID	Tarea	Duración	Inicio	Fin
3	Implementación	118h	10-04-24	21-05-24
3.1	Configuración del proy...	5h	10-04-24	10-04-24
3.2	Desarrollo de la interfa...	23h	11-04-24	18-04-24
3.3	Desarrollo de las funci...	48h	18-04-24	06-05-24
3.4	Gestión de datos	18h	07-05-24	13-05-24
3.5	Pruebas y depuración	28h	13-05-24	21-05-24



Para la fecha actual se debe haber implementado el sistema de gestión de datos y analizando el estado de la aplicación, esta se encuentra con todas las funcionalidades diseñadas completamente operativas, a falta de depurar detalles y realizar un test completo, por lo tanto, la planificación propuesta puede mantenerse sin necesidad de recurrir a ningún plan de contingencia frente a ningún imprevisto.

Pese a esto, cabe recalcar que si bien se ha cumplido con los plazos establecidos, el número de horas invertidas ha sido mayor que el que se encuentra en la planificación, especialmente debido a la falta de experiencia que ha requerido de un extra en horas de aprendizaje de las herramientas empleadas.

Uno de los aspectos clave para la consecución de estos objetivos ha sido el de realizar pruebas incrementales de cada funcionalidad de la aplicación a medida que se han desarrollado. Esto ha permitido identificar y corregir los errores que iban apareciendo, lo que ha contribuido a mantener el proyecto en línea con los objetivos establecidos en la planificación.

En cuanto a los cambios efectuados durante la implementación a la propuesta inicial, el único que se ha llevado a cabo ha sido en la base de datos. En la planificación inicial, se contaba con dos colecciones separadas, para guardar los datos de los “usuarios” y de las “actividades”, sin embargo durante la implementación ha surgido la idea de cambiar la colección “actividades” por un subcolección dentro del dominio de la colección “usuarios”. De esta forma, la estructura está mejor organizada y el acceso a los datos se simplifica:

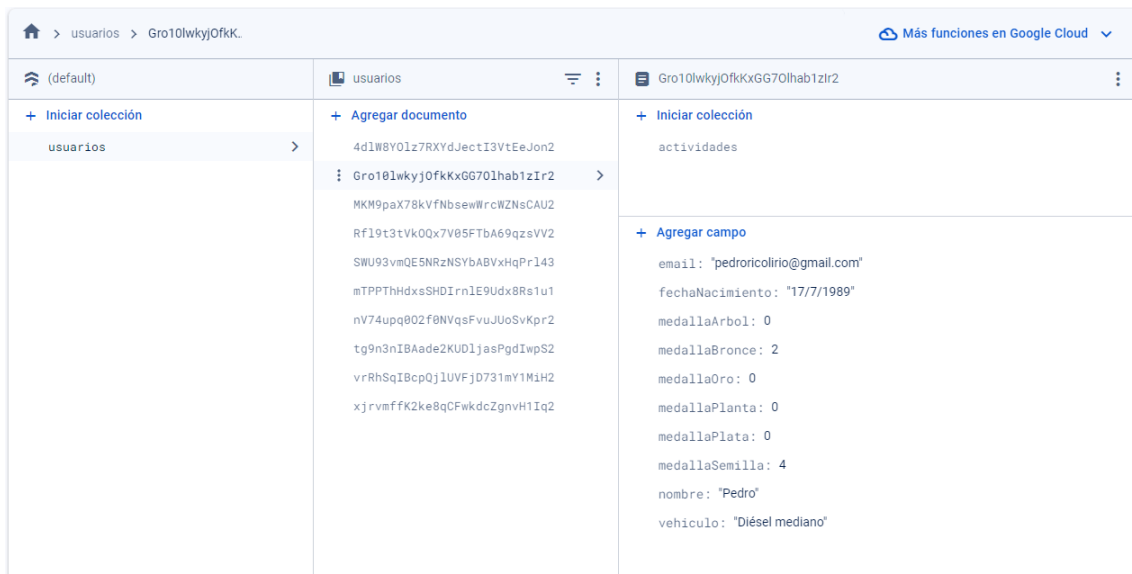


Figura 47 Cambios en Firestore (Usuarios)

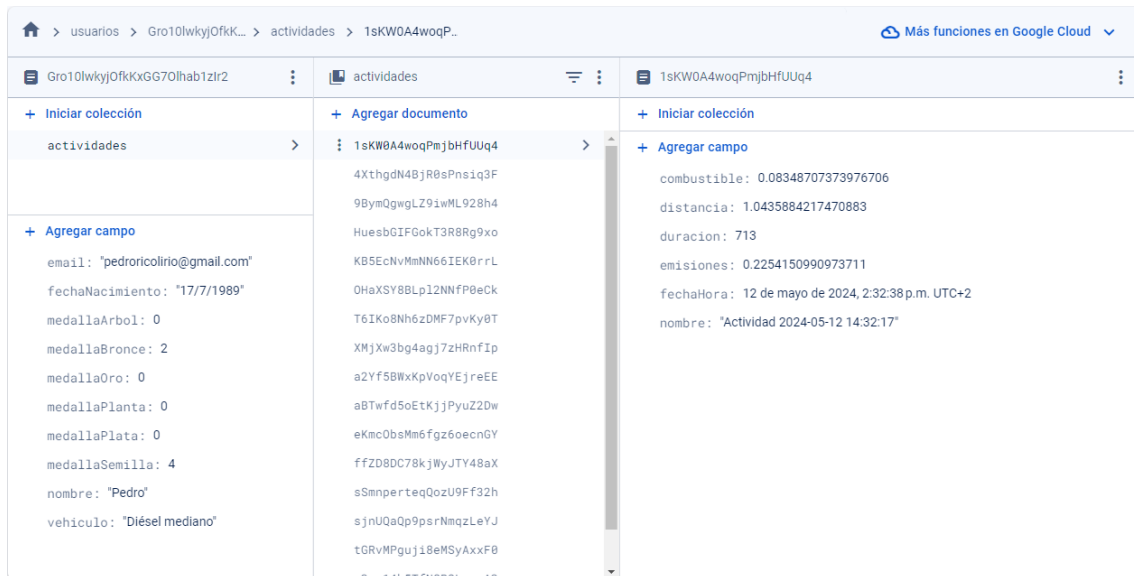


Figura 48 Cambios en Firestore (Actividades)

4. Pruebas

En este apartado, se detallan las pruebas realizadas para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación. Se han llevado a cabo tanto pruebas manuales como pruebas automatizadas para cubrir diferentes aspectos del desarrollo y asegurar la calidad del producto final.

4.1. Pruebas manuales

Las pruebas manuales se han realizado utilizando dos dispositivos: el propio emulador de Android Studio y un terminal físico. Estas pruebas han permitido verificar el comportamiento de la aplicación a medida que se iba avanzando en su desarrollo y han ayudado a ir tomando decisiones en cuanto al diseño de la propia implementación. Los dispositivos que se han utilizado son:

- **Emulador de Android Studio:**
 - **Dispositivo:** Google Pixel 3
 - **Sistema Operativo:** Android 9.0 (API Level 28)
- **Terminal físico:**
 - **Dispositivo:** Xiaomi 11T
 - **Sistema Operativo:** Android 14 (API Level 34)

Las pruebas manuales se han centrado en los siguientes aspectos:

1. Interfaz de usuario (UI):

- Verificación de la correcta disposición de los elementos en diferentes tamaños y resoluciones de pantalla.
- Prueba de navegación entre las diferentes pantallas de la aplicación.
- Interacción con los elementos de la UI, como botones, campos de texto, menús desplegables y los *ViewPager* en los menús de Estadísticas y Comunidad, así como los *Fragment* encargados de cada submenú y los *PagerAdapter* para alternar entre las posiciones.
- Funcionamiento de los menús implementados (Menú desplegable superior y menú de funcionalidades inferior) y acceso a las diferentes funcionalidades.

2. Funcionalidades principales:

- Registro de nuevos usuarios y Login.
- Gestión de perfiles y modificación de los datos personales registrados en la base de datos.
- Integración de Google Maps para mostrar la ubicación.
- Funcionamiento del registro de actividades, incluyendo los campos de distancia tiempo y velocidad, el seguimiento de la ruta en vivo sobre el mapa con el uso de *polylines*, y el funcionamiento de la pausa, reanudación y finalización de la actividad.
- Funcionamiento del guardado de actividades, con la presentación de los datos en pantalla, el correcto cálculo de las emisiones y el ahorro de combustible y el registro de estos datos en la bbdd, además del registro de logros obtenidos con la actividad.
- Datos extraídos de la bbdd correctamente para mostrar los logros obtenidos, el historial de actividades y las estadísticas así como el cálculo correcto de los valores a clasificar en los ranking de la funcionalidad "Comunidad".

3. Rendimiento:

- Evaluación del tiempo de carga de las pantallas.
- Verificación de la respuesta de la aplicación bajo diferentes condiciones de red (WiFi, 4G, 5G).

4. Seguridad:

- Prueba de acceso y modificación de datos personales.
- Verificación de la implementación de medidas de seguridad, como la encriptación de datos (provista por Firebase) y la autenticación de usuarios.

A continuación, se muestra la consecución de estos hitos, con capturas de pantalla que ilustran cómo se ha verificado el correcto funcionamiento de las diferentes funcionalidades de la aplicación:

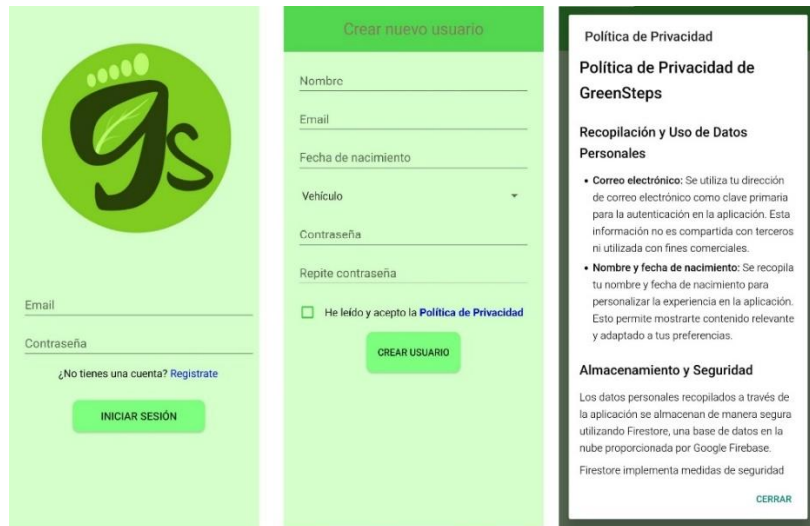


Figura 49 Prueba manual 1

Las actividades *Login* y *Registro de nuevos usuarios* operan correctamente. En la pantalla de login, si el usuario está registrado accede con sus credenciales a la app, en caso de que los datos introducidos sean incorrectos o el usuario no esté registrado se muestra el mensaje correspondiente. En la pantalla de registro, si todos los valores están introducidos correctamente, la contraseña introducida es lo suficientemente segura (mínimo 6 caracteres) y se ha aceptado el check sobre la Política de Privacidad, al pulsar en crear usuario, los datos son introducidos de forma correcta tanto en Firebase Authentication como en Firestore.

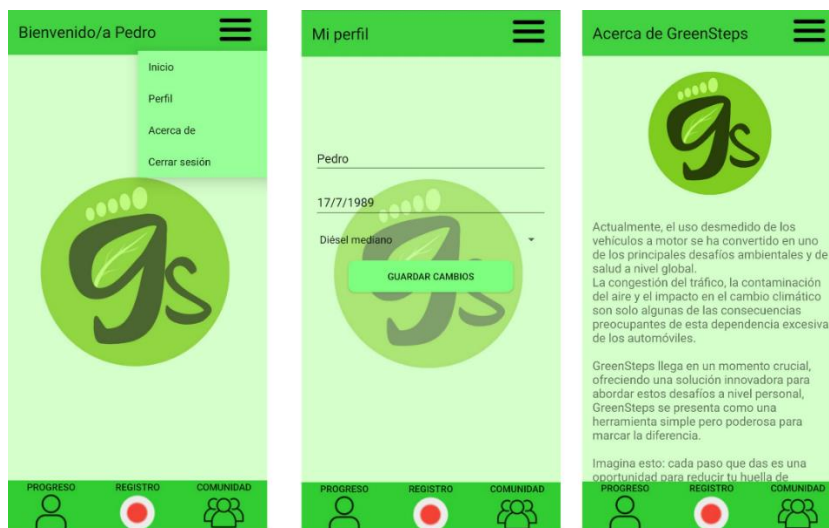


Figura 50 Prueba manual 2

El panel principal muestra el nombre del usuario en la parte inferior. El menú desplegable superior se despliega correctamente, y el acceso a las diferentes pantallas, tanto de este como del menú inferior funciona de forma fluida. Como estos menús se encuentran en casi la totalidad de las pantallas, se ha implementado una Activity con la lógica de ambos menús (MenuActivity), de la cual heredan el resto de actividades. En esta prueba se ha comprobado también el correcto funcionamiento del menú “Mi perfil” y de cómo se modifican los datos en la base de datos a través de este apartado, y también la visualización del apartado “Acerca de”.

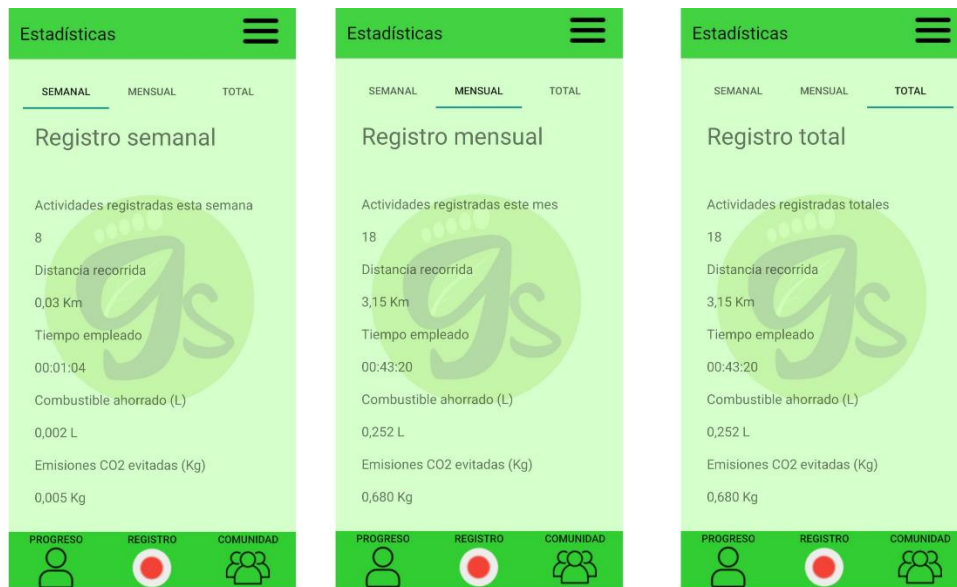


Figura 51 Prueba manual 3

En las estadísticas, los datos recuperados de la base de datos son correctos, y el desplazamiento a través de los diferentes subapartados (implementado con *ViewPager*, *TabLayout*, *Fragments* y *PageAdapters*) se realiza de forma fluida, bien pulsando sobre los nombres de estos (semanal, mensual o total) o bien deslizando el dedo en la dirección deseada.

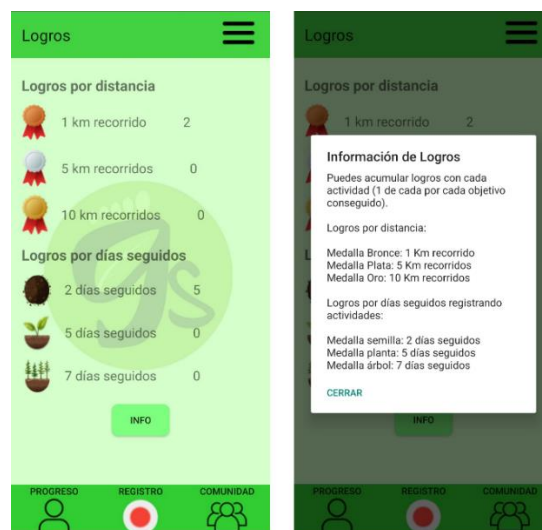


Figura 52 Prueba manual 4

Los logros mostrados concuerdan con los obtenidos de la base de datos y la información en la ventana emergente se muestra de forma eficiente al pulsar el botón de información.

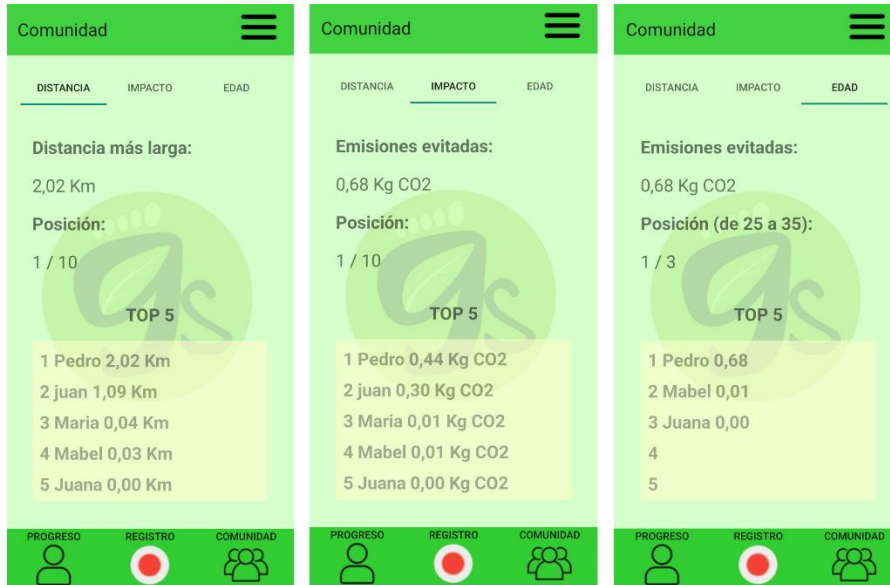


Figura 53 Prueba manual 5

El cálculo realizado para obtener los valores de distancia más larga y emisiones totales es correcto, así como el posicionamiento del usuario en cada ranking, la obtención del Top 5 en cada categoría y la clasificación por rango de edad en la categoría correspondiente.

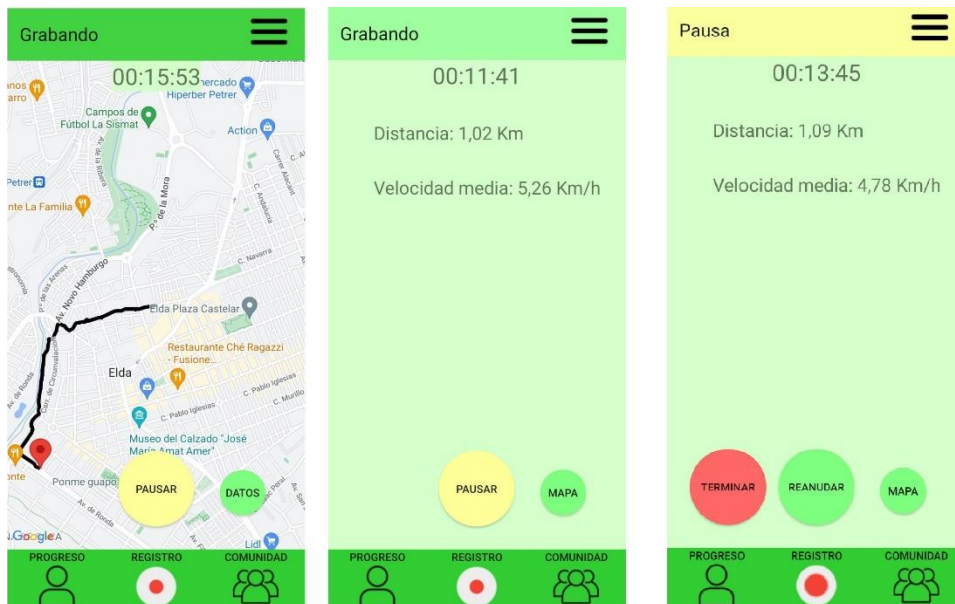


Figura 54 Prueba manual 6

En la funcionalidad de registro, el mapa y la ubicación obtenida a través de Google Maps es correcta. Al iniciar el registro, el cronometro empieza a contar el tiempo, se puede alternar entre la pantalla donde se muestra el mapa y la que muestra los datos de forma correcta, la ruta que el usuario realiza se ve marcada en el mapa mediante *polylines* y al pausar la actividad los contadores se pausan y aparecen los botones para reanudar o terminar, cuyo funcionamiento también es el deseado.



Figura 55 Prueba manual 7

Una vez finalizado el registro de la actividad, se muestra la pantalla de Guardar actividad, donde se muestra correctamente el cálculo de las emisiones evitadas y el combustible ahorrado, así como los datos referentes a la distancia y la duración. También se muestra el nombre por defecto de la actividad, que incluye la fecha y hora, el cual se puede modificar a elección del usuario. Una vez comprobados los datos, si se pulsa el botón descartar se retorna al panel principal y la actividad de registro finaliza. Si se pulsa el botón guardar, los datos obtenidos se guardan correctamente en la base de datos y se verifica si con la actividad el usuario ha obtenido logros, aumentando su valor en caso afirmativo en la bbdd.

4.2. Pruebas automatizadas

Aunque se han comprobado todas las funcionalidades de forma manual, se han implementado algunas pruebas automatizadas que permiten asegurar el funcionamiento de bloques aislados del código, permitiendo detectar errores y garantizar que las funciones se comporten según lo esperado. Además, familiarizarse con el testeo mediante pruebas unitarias es una práctica ampliamente recomendada en el desarrollo de software.

Para implementar las pruebas automatizadas, se han utilizado las siguientes herramientas y bibliotecas:

- **JUnit 5:** Framework para pruebas unitarias que permite escribir y ejecutar pruebas para poder evaluar si el funcionamiento de los métodos de una clase se comporta como se espera. En función de algún valor de entrada se evalúa el valor de retorno esperado.
- **Mockito:** Es una librería de testing que permite crear objetos “falsos” o “mock” para simular comportamientos y comprobar el correcto funcionamiento del código.

Para estas herramientas se deben incluir las dependencias correspondientes en el archivo build.gradle (nivel App):

```
//JUnit
testImplementation("junit:junit:4.13.2")

//Mockito
testImplementation ("org.mockito:mockito-core:4.0.0")
```

Figura 56 Dependencias JUnit y Mockito

Cuando se inició el proyecto, el IDE agregó por defecto los directorios *androidTest* y *test [unitTest]*. El primero, se utiliza para las pruebas que se ejecutan sobre un emulador o un dispositivo físico, mientras que el segundo es el lugar adecuado para las pruebas que no requieren la instrumentación del sistema Android, y por tanto, el lugar donde se implementan las pruebas que se realizan:

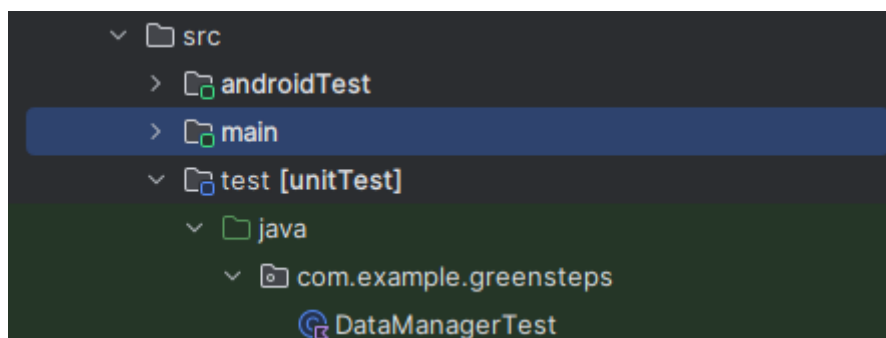


Figura 57 Directorio test

Una vez implementado el test, la ejecución se realiza en el propio IDE, mostrándose el resultado en una ventana diseñada a tal efecto:

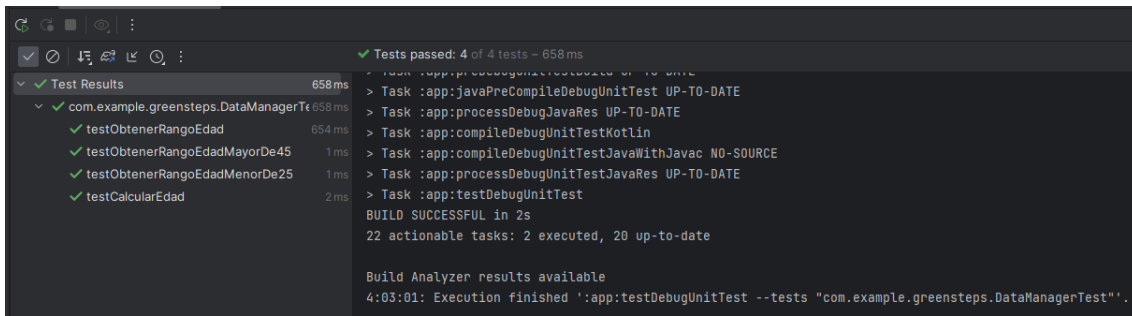


Figura 58 Resultados tests unitarios

5. Últimos ajustes

Una vez recibido feedback por parte del profesor consultor de la asignatura acerca del estado actual de la aplicación, se opta por realizar las siguientes modificaciones que no afectan al funcionamiento de la aplicación, si no que radican en que el código fuente sea más limpio:

- **Separar la lógica del DataManager.kt:** El archivo DataManager.kt es el encargado de la lógica de negocio relacionada con la gestión de datos y la comunicación con los servicios de Firebase Authentication y Firebase Firestore. Esta clase contiene una larga variedad de métodos que se utilizan en diferentes ámbitos, por lo que se ha decidido separar esta lógica en tres clases: DataManagerUser (encargada de la lógica relacionada con el registro y los datos de usuario en Firebase), DataManagerActivities (encargada de la lógica del registro de actividades en la base de datos) y DataManagerStatistics (encargada de la lógica de las estadísticas y datos registrados por los usuarios con las actividades realizadas).
- **Extraer la cadena de texto con el apartado “Acerca de”:** El apartado “Acerca de” muestra información concerniente a la aplicación, y para mostrarla se utiliza una cadena de texto. Para conseguir un código más limpio, se externaliza esta cadena y se escribe la información en un archivo .html (al igual que se hace con la “política de privacidad”), el cual es utilizado por la Activity “Acerca de”.

6. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto ha permitido adquirir varias lecciones valiosas tanto a nivel técnico como personal. En términos técnicos se ha profundizado en el conocimiento de las tecnologías y herramientas esenciales para el desarrollo de aplicaciones móviles, además de comprender la importancia de la planificación del trabajo, de seguir buenas prácticas de programación y de realizar pruebas exhaustivas para asegurar la calidad y funcionalidad de la aplicación.

Desde una perspectiva personal, se han mejorado las habilidades de gestión del tiempo y planificación que se han adquirido a lo largo del grado y que han sido cruciales para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud. Ha quedado demostrada la importancia de la adaptabilidad ante los desafíos técnicos y de planificación que han surgido a lo largo del proceso.

6.1. Reflexión crítica sobre el logro de los objetivos planteados inicialmente

Inicialmente, se plantearon varios objetivos para este TFG, incluyendo el diseño y desarrollo de una aplicación funcional que implemente diversas características específicas (como la autenticación de usuarios, el uso de mapas interactivos o la recopilación de datos en una base de datos alojada en la nube) y la documentación detallada del proyecto. En general, se han logrado todos los objetivos propuestos dentro de los plazos estipulados.

Sin embargo, debido al desconocimiento inicial de gran parte de las tecnologías usadas para conseguir desarrollar la aplicación, el tiempo empleado para obtener el conocimiento necesario ha sido superior al tiempo estimado. Aún así, se ha conseguido obtener una aplicación totalmente funcional y que cumple con todos los objetivos planteados, además de obtener un nivel valioso de conocimientos en tecnologías de desarrollo actuales y prácticas de programación efectivas. Este proceso ha implicado una curva de aprendizaje empinada, pero ha resultado una experiencia enriquecedora con la que mejorar considerablemente las competencias técnicas y de gestión de proyectos. La necesidad de investigar y aprender nuevas tecnologías también ha fomentado una mayor capacidad de adaptación y resolución de problemas.

6.2. Análisis crítico del seguimiento de la planificación y metodología

La planificación del proyecto se ha basado en la metodología en cascada, caracterizada por un enfoque secuencial en el desarrollo del software, donde cada fase debe completarse antes de pasar a la siguiente. Esta metodología fue elegida por su estructura clara y definida, lo que ha facilitado la planificación inicial del proyecto.

Para gestionar y seguir la planificación, se han utilizado herramientas como Ganttter, que han permitido visualizar el cronograma de las diferentes fases del proyecto y monitorizar el progreso de cada una de ellas. Estas herramientas han sido clave para mantener el control sobre los plazos y asegurar que cada etapa complete en el tiempo previsto.

En términos generales, se ha seguido la planificación establecida, aunque ha habido momentos en los que ha sido necesario ajustar el tiempo previsto, especialmente en las fases de aprendizaje y familiarización con las tecnologías utilizadas y también en la implementación de los servicios externos (Firebase y Google Maps Platform). Así pues, a pesar de estos desafíos, se han logrado realizar ajustes en la planificación inicial que han permitido superar los obstáculos encontrados.

De esta forma, la metodología en cascada y las herramientas de planificación utilizadas han proporcionado una estructura claramente beneficiosa desde el inicio del proyecto. Los ajustes realizados a medida que se desarrollaba el trabajo han asegurado que los objetivos se alcancen dentro del marco temporal estipulado.

6.3. Líneas de trabajo futuro

Existen varias áreas de trabajo futuro que no se han podido explorar en este trabajo y que presentan oportunidades interesantes para el desarrollo continuo de la aplicación. Entre ellas se incluyen:

- **Crear rutas GPS:** Integrar una funcionalidad para crear las rutas GPS dentro de la aplicación, que permita a los usuarios planificar sus actividades antes de realizarlas, ofrecería una experiencia todavía más enriquecedora para la conciencia medioambiental y fomentaría más el uso de la aplicación.
- **Soporte multiplataforma:** Actualmente, la aplicación está desarrollada específicamente para Android. Una línea de trabajo futuro sería desarrollar versiones de la aplicación para otras plataformas móviles, como iOS, utilizando frameworks multiplataforma como *Flutter* o *React Native*. Esto permitiría llegar a un público más amplio.
- **Posibilidad de cambiar de idioma:** Implementar una opción de cambio de idioma en la aplicación para soportar múltiples idiomas no solo mejoraría la accesibilidad y usabilidad para usuarios de diferentes regiones, sino que también aumentaría el alcance potencial de la aplicación a nivel global.

7. Glosario

- **App:** Aplicación de software diseñada para funcionar en dispositivos móviles.
- **GPS:** Acrónimo de Global Positioning System. Sistema de navegación por satélite que proporciona coordenadas de ubicación en tiempo real.
- **Android:** Sistema operativo basado en Linux diseñado para dispositivos móviles.
- **Huella de carbono:** Indicador ambiental que refleja la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.
- **CO2:** Dióxido de carbono, gas incoloro, inodoro y compuesto por oxígeno y carbono. Forman parte de los gases de efecto invernadero y son los principales causantes del calentamiento global.
- **Gamificación:** Uso de dinámicas y técnicas propias de los juegos en actividades no necesariamente recreativas con el fin de potenciar la motivación.
- **Interfaz:** El medio donde se producen las interacciones entre el usuario y la máquina.
- **Metodología en cascada:** Enfoque secuencial de desarrollo de software donde las fases se completan una tras otra en un flujo descendente.
- **DCU:** Enfoque de diseño orientado a satisfacer las necesidades y preferencias del usuario mediante investigación y enfoque en la experiencia del usuario.
- **Kotlin:** Lenguaje de programación de código abierto creado por JetBrains. Se basa en el concepto de lenguaje orientado a objetos y está diseñado para ser interoperable con Java.
- **APK:** Acrónimo de Android Package Kit. Es el formato de archivo utilizado para distribuir e instalar aplicaciones en dispositivos Android.
- **UML:** Acrónimo de Unified Modeling Language. Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más utilizado en la actualidad.
- **API:** Acrónimo de Application Programming Interface. Es un intermediario entre dos sistemas, que permite que una aplicación se comunique con otra.
- **Framework:** Entorno de trabajo, en el cual un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios sirve de base para la organización y desarrollo de software.
- **BBDD:** Abreviatura de base de datos. Conjunto de datos almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

8. Bibliografía

- Android Developers (2024). <<Introducción a Android Studio>>:
<https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
[Consultado 24/02/24]
- MobileDevSchool (2022). <<Complete Kotlin tutorial – fundamentals and intermediate concepts>>:
https://www.youtube.com/watch?v=1LmE2mb1VaA&ab_channel=MobileDevSchool
[Consultado 24/02/24]
- JetBrains (2023). <<Kotlin docs>>:
<https://kotlinlang.org/docs/home.html>
[Consultado entre 25/02/24 y 21/05/24]
- Parlamento Europeo (2022). <<Emisiones de CO2 de los coches: hechos y cifras>> :
<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>
[Consultado 29/02/24]
- Kuss, Paula, & Nicholas, Kimberly A. (2022). <<A dozen effective interventions to reduce car use in European cities: Lessons learned from a meta-analysis and transition management>>:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X22000281>
[Consultado 29/02/24]
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (2023). <<El Gobierno aprueba el Real Decreto que regula las Zonas de Bajas Emisiones>>:
<https://esmovilidad.transportes.gob.es/noticias/el-gobierno-aprueba-el-real-decreto-que-regula-las-zonas-de-bajas-emisiones-zbe>
[Consultado 01/03/24]
- De Haro, Teresa (2024). <<Las primeras ciudades españolas que podrían aplicar el nuevo peaje urbano aprobado por el Gobierno>>:
https://www.autopista.es/noticias-motor/primeras-ciudades-espanolas-podrian-aplicar-nuevo-peaje-urbano-aprobado-por-gobierno_290059_102.html
[Consultado 01/03/24]
- Michelin Connected Fleet (2023). <<Cómo calcular emisiones de CO2>>:
<https://connectedfleet.michelin.com/es/blog/calcular-emisiones-de-co2>
[Consultado 15/03/24 y 28/04/24]
- Repsol (2024). <<Cómo calcular el consumo de tu coche>>:
<https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/calcular-consumo-coche/#:~:text=De%20media%2C%20un%20compacto%20podr%C3%ADa,y%20la%20edad%20del%20veh%C3%ADculo.>
[Consultado 15/03/24 y 28/04/24]

- Google (2023). <<Google Maps Platform. Guías>>:
<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript?hl=es-419>
[Consultado entre 16/04/24 y 21/05/24]
- Google (2022). <<Documentación de Firebase>>:
<https://firebase.google.com/docs?hl=es-419>
[Consultado entre 16/04/24 y 21/05/24]
- Bechtold, Stefan et. al. <<JUnit 5 User Guide>>:
<https://junit.org/junit5/docs/current/user-guide/>
[Consultado entre 13/05/24 y 21/05/24]
- Pap, Róbert (2024). <<Using Mockito with Kotlin>>:
<https://github.com/mockito/mockito-kotlin>
[Consultado el 14/05/24]

9. Anexos

9.1. Anexo 1. Entrevistas para el DCU.

Participante 1

- Edad: 18
- Ocupación: Estudiante y trabajador a tiempo parcial.
- Ubicación: Ciudad grande.
- ¿Con qué frecuencia caminas como medio de transporte?: Los desplazamientos más largos que hago son a la Universidad y al trabajo, que voy en bus. Cuando salgo de trabajar, voy andando al gimnasio y para volver a casa cojo otro bus.
- ¿Cuáles son las principales razones por las que caminas?: Si no está muy lejos suelo ir caminando a los sitios porque no tengo coche ni moto.
- ¿Qué beneficios encuentras al desplazarte a pie?: Lo mejor es que no gasto dinero, y aparte, también siento bien andar un poco todos los días.
- ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en el día a día?: Vivo enganchado al móvil y lo utilizo constantemente.
- ¿Utilizas alguna aplicación para registrar tus actividades de desplazamiento?: Muchos fines de semana o días libres me voy a una casa que tienen mis padres en la sierra y para seguir rutas de senderismo utilizo la aplicación *Wikiloc*.
- En caso afirmativo, ¿qué característica de estas aplicaciones encuentras más útiles?: Una cosa que me gusta es que puedo repetir rutas que ya he hecho por que se quedan todas guardadas. Y que puedo seguir a gente para ver sus rutas.
- ¿Qué aspectos crees que podrías mejorar o añadir a estas aplicaciones?: No se me ocurre ninguna.
- En una escala del 0 al 5, ¿con que frecuencia llevas a cabo acciones para reducir tu impacto en el medioambiente?: 2
- ¿Qué te motiva a ser más sostenible en tu forma de desplazarte?: Principalmente, el dinero. Pero también mantenerme activo.
- ¿Qué incentivos te motivarían a utilizar una aplicación como *GreenSteps*?: Estaría bien que funcionara como las redes sociales, con seguidores y eso. Y también poder comparar tus resultados con los de los demás.

Participante 2

- Edad: 35.
- Ocupación: Trabajador a tiempo completo y estudiante (a distancia).
- Ubicación: Ciudad pequeña.
- ¿Con qué frecuencia caminas como medio de transporte?: Todos los días voy andando o en bici a trabajar, y siempre que no necesite el coche por que el sitio al que voy está muy lejos o necesito cargar algo, procuro ir andando a los sitios.

- ¿Cuáles son las principales razones por las que caminas?: Me gusta mantenerme activo y disfruto mucho de los paseos. El coche y los atascos también me generan mucho estrés que no me gusta nada.
- ¿Qué beneficios encuentras al desplazarte a pie?: Lo que gano en salud y en dinero ahorrado.
- ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en el día a día?: Utilizo lo normal, como el *WhatsApp* y redes sociales. También uso aplicaciones para hacer deporte.
- ¿Utilizas alguna aplicación para registrar tus actividades de desplazamiento?: Si. Como hago ciclismo y también atletismo utilizo un reloj *Garmin*, que se sincroniza con la aplicación *Garmin Connect* y me da métricas de las actividades que hago. También utilizo *Strava*, que se sincroniza con el *Garmin* también y cada vez que hago una actividad se sube a las dos aplicaciones. *Strava* la utilizo más por lo social, y por qué tiene una cosa que son los segmentos, que son trozos de las rutas que haces en los que compites con todas las personas que han pasado por ahí. Todos los que la utilizamos tenemos un pique a ver quién es el más rápido y a ver quién se gana algún segmento.
- En caso afirmativo, ¿qué característica de estas aplicaciones encuentras más útiles?: De *Garmin Connect* las métricas precisas que me da de las actividades y de *Strava*, la que te he comentado de los segmentos.
- ¿Qué aspectos crees que podrías mejorar o añadir a estas aplicaciones?: Lo que menos me gusta de *Strava* es que para acceder a todas sus funciones tienes que ser Premium y pagar una cuota.
- En una escala del 0 al 5, ¿con qué frecuencia llevas a cabo acciones para reducir tu impacto en el medioambiente?: 4
- ¿Qué te motiva a ser más sostenible en tu forma de desplazarte?: Cuantos menos coches circulen mejor para todos.
- ¿Qué incentivos te motivarían a utilizar una aplicación como *GreenSteps*?: Estaría bien que la aplicación te recompense con logros cuando alcanzas unos objetivos. O que exista algo competitivo.

Participante 3

- Edad: 51.
- Ocupación: Trabajador por cuenta propia.
- Ubicación: Rural.
- ¿Con qué frecuencia caminas como medio de transporte?: Camino para hacer recados en mi pueblo, para trabajar utilizo el coche para moverme entre los pueblos de la zona.
- ¿Cuáles son las principales razones por las que caminas? Tengo todo lo que necesito cerca de casa y no veo necesidad de coger el coche.
- ¿Qué beneficios encuentras al desplazarte a pie? Me sienta bien andar para la salud. Y cuanto mayor me hago mejor me viene.
- ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en el día a día? El móvil solamente lo uso para llamadas y para el *WhatsApp*. Para poco más.

- ¿Utilizas alguna aplicación para registrar tus actividades de desplazamiento? No, ninguna.
- En caso afirmativo, ¿qué característica de estas aplicaciones encuentras más útiles? N/A
- ¿Qué aspectos crees que podrías mejorar o añadir a estas aplicaciones? N/A
- En una escala del 0 al 5, ¿con qué frecuencia llevas a cabo acciones para reducir tu impacto en el medioambiente? 1.
- ¿Qué te motiva a ser más sostenible en tu forma de desplazarte?: Como tengo que utilizar el coche para trabajar, dejar el coche aparcado cuando tengo que hacer otras cosas me ayuda a desconectar.
- ¿Qué incentivos te motivarían a utilizar una aplicación como *GreenSteps*?: Si es fácil de usar y no es muy complicada, puede que me guste y la use. Y si puedo llevar la cuenta de lo que ahorro en gasolina estaría bien.

Participante 4

- Edad: 41.
- Ocupación: Trabajador a tiempo completo.
- Ubicación: Ciudad pequeña.
- ¿Con qué frecuencia caminas como medio de transporte?: Muy poco. Casi siempre voy en coche a todos lados.
- ¿Cuáles son las principales razones por las que caminas?: Las veces que camino es cuando salgo a pasear con la familia, aunque solo suele ser los fines de semana. Entre semana no tengo casi nunca tiempo por el trabajo y cuando termino estoy muy cansado como para ir andando a los sitios.
- ¿Qué beneficios encuentras al desplazarte a pie?: Cuando tengo tiempo, me relaja caminar sin prisas y me ayuda a desconectar del estrés y del trabajo.
- ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en el día a día?: Uso el móvil mucho por trabajo, para el correo sobre todo y la agenda. También gasto redes sociales, *Twitter*, *Facebook*, *Instagram*, aplicaciones para ver las noticias y gasto también mucho YouTube.
- ¿Utilizas alguna aplicación para registrar tus actividades de desplazamiento?: He probado la aplicación *Sports Tracker* para alguna actividad que he hecho, pero no las he usado de continuo, solo ha sido ocasional.
- En caso afirmativo, ¿qué característica de estas aplicaciones encuentras más útiles?: Todos los datos que da. Para hacer deporte y llevar un seguimiento son muy útiles.
- ¿Qué aspectos crees que podrías mejorar o añadir a estas aplicaciones?: No estoy muy seguro de qué es lo que podría mejorar, porque no la he utilizado mucho. Pero supongo que si me da algún incentivo o recompensa por caminar más, me puede ayudar a cambiar a mejor mis hábitos.
- En una escala del 0 al 5, ¿con qué frecuencia llevas a cabo acciones para reducir tu impacto en el medioambiente?: 3.
- ¿Qué te motiva a ser más sostenible en tu forma de desplazarte?: Reconozco que debería de usar menos el coche para todo. En casa intentamos reducir el impacto medioambiental reciclando y reduciendo el consumo de energía y debería preocuparme igual por mis desplazamientos.

- ¿Qué incentivos te motivarían a utilizar una aplicación como *GreenSteps*? [Llevar un registro del cambio que hago al dejar el coche y caminar más y el impacto que tiene me ayudaría a tener una visión más clara de lo que significa usar tanto el coche y si me interesaría utilizarlo menos.](#)

9.2. Anexo 2. Política de Privacidad aplicación GreenSteps

Recopilación y Uso de Datos Personales

- Correo electrónico: Se utiliza tu dirección de correo electrónico como clave primaria para la autenticación en la aplicación. Esta información no es compartida con terceros ni utilizada con fines comerciales.
- Nombre y fecha de nacimiento: Se recopila tu nombre y fecha de nacimiento para personalizar la experiencia en la aplicación. Esto permite mostrarte contenido relevante y adaptado a tus preferencias.

Almacenamiento y Seguridad

Los datos personales recopilados a través de la aplicación se almacenan de manera segura utilizando Firestore, una base de datos en la nube proporcionada por Google Firebase.

Firestore implementa medidas de seguridad avanzadas para proteger los datos almacenados. Estas medidas incluyen:

- Encriptación de datos: Los datos almacenados en Firestore están encriptados tanto en tránsito como en reposo. Esto significa que la información está protegida contra accesos no autorizados durante la transmisión y mientras está almacenada.
- Autenticación y Autorización: La app utiliza las capacidades de autenticación y reglas de seguridad de Firebase para garantizar que solo usuarios autorizados puedan acceder a sus datos.
- Cumplimiento normativo: Firestore cumple con varios estándares y certificaciones de seguridad y privacidad, incluidos ISO/IEC 27001, SOC 1, SOC 2 y SOC 3.

Dado que Firestore es un servicio global proporcionado por Google, los datos pueden ser transferidos y almacenados en servidores ubicados fuera de tu país de residencia. Google asegura que todas las transferencias internacionales de datos se realizan de acuerdo con las leyes de protección de datos aplicables.

Derechos del Usuario

- Acceso y modificación: Puedes acceder y modificar tus datos personales en la sección de ajustes de la aplicación.

- Eliminación de Datos: Si deseas eliminar tus datos de la base de datos, puedes contactarnos a través de la dirección de correo electrónico greensteps@gs.com

Términos de Uso

- No debes utilizar la aplicación para fines ilegales o no autorizados.
- No debes compartir tu cuenta con otras personas.

Cambios en los Términos

Queda reservado el derecho de modificar estos términos en cualquier momento. Serás notificado sobre cualquier cambio importante a través de la aplicación o por correo electrónico.