

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SOFTWARE DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS Y
EMPOTRADOS**

Sistema para el Bienestar Emocional

Autores: Víctor Manuel Domínguez Rivas

Directoras: Sandra Gómez Canaval y Gema Bello Orgaz

Madrid, Julio de 2024



Víctor Manuel Domínguez Rivas

Sistema para el Bienestar Emocional

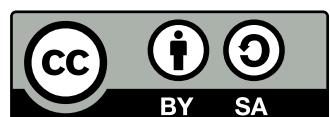
Proyecto Fin de Máster, 9 de julio de 2024

Directoras: Sandra Gómez Canaval y Gema Bello Orgaz

E.T.S. de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Campus Sur UPM, Carretera de Valencia (A-3), km. 7
28031, Madrid, España

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons «Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional».](#)



Resumen

En 2022 4.227 personas se suicidaron en España, suponiendo la primera causa de muerte no natural en nuestro país; mientras a nivel global esta cifra ascendió a casi 800.000 personas. Asimismo, se estima que el 9% de la población española tiene actualmente algún problema de salud mental, mientras que el 25% lo sufrirá a lo largo de su vida. Es un problema especialmente relevante entre los jóvenes, ya que el 48,9% considera que ha tenido algún problema de salud mental.

Numerosas investigaciones han establecido correlaciones entre ciertos trastornos de salud mental, como el estrés, la depresión o la soledad; con variables como la variabilidad de la frecuencia cardíaca, los hábitos de sueño o la actividad física. En paralelo, los avances en hardware han permitido que estas variables se puedan medir mediante dispositivos *wearables* de forma no invasiva.

En este Trabajo Fin de Máster se pretende diseñar e implementar una aplicación para dispositivos Android que permita detectar estrés, depresión, soledad y riesgo de suicidio; mediante la realización de cuestionarios y de la extracción de datos de dispositivos *wearables*. Según el estado del usuario la aplicación ofrecerá consejos para mejorar su bienestar emocional, junto a estadísticas anonimizadas del bienestar emocional en la comunidad universitaria; las cuales serán calculadas mediante un componente servidor.

Asimismo, este sistema será planteado para ser utilizado en el marco de futuras investigaciones o extendido por otros estudiantes en sus proyectos fin de estudios; prestando especial atención por cuestiones como la accesibilidad, el diseño adaptativo o la internacionalización, entre otras.

Palabras clave: Salud Mental, Bienestar Emocional, Android, *Wearables*, *Health Connect*

Abstract

In 2022, 4,227 people committed suicide in Spain, making it the leading cause of unnatural death in the country, while 800,000 people committed suicide globally. Moreover, it is estimated that 9 percent of the Spanish population currently has some kind of mental health issues, while 25 percent will suffer from it during their lifetime. Also, this topic is a particularly relevant one among young people, as 48.9% of them consider that they have had some kind of mental health issue.

Numerous studies have established correlations between certain mental health disorders, such as stress, depression or loneliness; with variables such as heart rate variability, sleep habits or physical activity. At the same time, advances in hardware have achieved the possibility of measuring these variables non-invasively, using wearable devices.

This Master's Thesis aims to design and implement an application for Android devices to detect stress, depression, loneliness and suicide risk through questionnaires and extracting data from wearable devices. Depending on the user's state, the application will offer advices to improve their emotional wellbeing, along with anonymised statistics on the emotional wellbeing status in the university community, which will be computed by a server component.

Moreover, this system will be designed to be used as part of future research, or extended by other students in their final projects; paying special attention to key topics, such as accessibility, adaptive design or internationalisation, among others.

Keywords: Mental Health, Emotional Wellbeing, Android, Wearables, Health Connect

Agradecimientos

Hay momentos, épocas y aventuras que no tienen una conclusión clara, ya que solo se pueden expresar con una profunda escala de grises. Para mí este proyecto ha traído momentos muy positivos y a la vez me ha expuesto a momentos que, sin ser necesariamente negativos, han cuestionado cada uno de los cimientos de mi vida.

No puedo calificar este proyecto como un éxito o como un fracaso, ya que depende del punto de vista con el que se analice. Ha supuesto una historia de aprendizaje brutal, tanto a nivel profesional como personal, pero también lugar para historias de profunda frustración, desasosiego y fracaso. Quizá una conclusión es la importancia de disfrutar el camino, independientemente del destino.

No obstante, hay lugar para el agradecimiento. Este proyecto, después de todo, ha marcado el final de un camino de ocho años en la escuela. Y a pesar de sus duras y crudas lecciones en lo personal, es un viaje que me ha cambiado profundamente como persona. Quizás haya sido el lugar donde he podido encontrarme como persona, de darme cuenta de mis prioridades o del rumbo a seguir en mi vida. Eso es mucho más importante que cualquier nota o reconocimiento.

Esta aventura no habría tenido ningún tipo de sentido sin mis amigos, por su apoyo en algunos de los momentos más delicados y complicados de mi vida, y sobre todo, por ayudarme a entender que la vida no tiene razón de ser sin las personas que te aportan, te quieren y te cuidan.

Juan Luis y Rocío se merecen un párrafo especial. Gracias a vosotros dos, pude entender lo que es el respeto mutuo, la lealtad, la resiliencia, el apoyo, o el cariño. Complementarse gracias a nuestras diferencias, dar para recibir. Encontrar siempre un hogar cálido en mitad de un interminable, áspero y hostil desierto. Por apoyarnos siempre cuando alguno hemos vivido etapas y momentos crueles o descorazonadores. El legado que me dejáis transciende mucho más de lo que el papel pueda aguantar, pero por resumirlo, por haber sido la familia que se elige.

No quiero desmerecer a otras muchas personas que me han acompañado durante estos años, aunque no hayamos compartido clases en esta última etapa: personas como Denis, Andi, Javi, Palma, Clara entre otras muchas... cada uno habéis marcado ciertos momentos y etapas de estos años. Hemos cambiado muchísimo desde que empezamos nuestros caminos, y nos toca vivir otra clase de aventuras y experiencias, pero merecerá la pena disfrutar de lo amplia que es la vida.

Por otra parte, gracias a mi familia “de verdad” por haber estado ahí desde la distancia, a pesar de vivir unos años extremadamente difíciles y convulsos. En los momentos donde todo cambia, en los que asumir las caras más amargas de la vida; es donde aparece la calidad humana de las personas.

Esto tampoco sería posible sin mis tutoras. A Sandra y a Gema por su apoyo, tanto profesional como especialmente personal. A pesar de ser una época dura para mí han intentando sacar lo mejor de cada momento. Ayudándome a decidir sobre tantas cosas, aportando consejos, entendiendo situaciones delicadas... trayendo ilusión en el día a día. El mejor apoyo que se podía pedir.

En este momento no me quiero olvidar de Sandra Nieto, por la enorme labor que ha realizado *en las sombras*, por darme innumerables lecciones sobre la vida, por mostrarme lo importante que es trazar nuestro propio camino... entre otras muchas cosas. También quiero agradecer el trabajo de otras personas, como a Cristina y a Miriam por su increíble labor en los consejos y cuestionarios; o a *LevelUp* por darle alma a este proyecto.

También quiero resaltar brevemente el papel de la Escuela en esta etapa. Si bien nada es perfecto, gracias a personas como Marta Olea o Norberto entre otras muchas he entendido lo que significa ser un profesional. Ser serio cuando toca, pero ante todo aportar como personas y escuchar a cualquiera de tú a tú. También quiero resaltar lo positivo que ha sido poder elegir temas en mis proyectos que me apasionan, o por recibir financiación para realizar este proyecto. Iniciativas así permiten una mayor creatividad por nuestra parte.

Por otra parte, este proyecto no existiría sin los profesionales de la Psicología. Su trabajo ante una emergencia sanitaria invisibilizada es vital para nuestra sociedad. Historias como las que llegan desde los lugares de prevención del suicidio necesitan respuestas, ya que nos va la vida en ello.

Por último, quiero resaltar el trabajo de personas como Aaron Swartz y Alexandra Elbakyan, e iniciativas como la Open Access por facilitar el acceso a la ciencia [1]. El acceso libre y gratuito al conocimiento científico es vital para el desarrollo de cualquier sociedad democrática. Una sociedad que lo promociona es una más formada y menos manipulable; algo vital en nuestros tiempos.

*Caminante, son tus huellas
el camino y nada más;
Caminante, no hay camino,
se hace camino al andar.
Al andar se hace el camino,
y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca
se ha de volver a pisar.
Caminante no hay camino
sino estelas en la mar.*

Antonio Machado, Campos de Castilla (1912).

Índice general

Índice general	i
Índice de figuras	v
Índice de cuadros	ix
1 Introducción	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Justificación	3
1.3 Motivación	6
1.4 Estructura del documento	9
2 Marco teórico y contexto tecnológico	10
2.1 Marco teórico	10
2.1.1 Estrés	11
2.1.2 Depresión	13
2.1.3 Suicidio	16
2.1.4 Soledad	18
2.2 Contexto tecnológico	20
2.2.1 Dispositivos <i>wearables</i>	20
2.2.2 Android	22
2.2.3 Kotlin	25
2.2.4 Salud Conectada	26
2.2.5 Jetpack Compose	28
2.2.6 Material Design 3	30
2.2.7 Room	33
2.2.8 Work Manager	34

2.2.9	Lottie	34
2.2.10	Vico	35
2.2.11	Python	36
2.2.12	Flask	37
2.2.13	MongoDB	38
3	Estado del arte	39
3.1	Análisis de la situación actual	39
3.1.1	Monitorización mediante dispositivos biométricos	39
3.1.2	Monitorización mediante datos de smartphones	40
3.1.3	Cuidado del bienestar emocional mediante aplicaciones móviles	41
3.2	Contribución de la solución propuesta	44
4	Metodología	48
4.1	Metodologías de desarrollo del <i>software</i> de Sistemas	48
4.1.1	Metodologías Tradicionales	49
4.1.2	Metodologías Ágiles	50
4.2	Metodología de desarrollo seleccionada	52
5	Análisis del sistema propuesto	53
5.1	Alcance	53
5.2	Descripción general del producto	55
5.2.1	Perspectiva del producto	55
5.2.2	Características de los usuarios finales	56
5.2.3	Restricciones generales	56
5.2.4	Suposiciones	56
5.2.5	Dependencias	57
5.3	Requisitos específicos	57
5.3.1	Requisitos funcionales	57
5.3.2	Requisitos no funcionales	68
5.4	Requisitos de Interfaces Externas	72
5.4.1	Interfaces Hardware	72
5.4.2	Interfaces Software	72
5.4.3	Restricciones de desarrollo	72
6	Diseño del sistema propuesto	73
6.1	Modelado de las interacciones con el sistema	73
6.2	Diseño del sistema	108

6.2.1	Componentes del sistema	108
6.2.2	Arquitectura	109
6.2.3	Persistencia	111
6.2.4	Interfaz gráfica	117
7	Desarrollo del sistema	120
7.1	Infraestructura del proyecto	120
7.2	Aplicación móvil	122
7.2.1	Grafos de navegación	122
7.2.2	Descripción de alto nivel de las pantallas implementadas	126
7.2.3	Librerías utilizadas	146
7.3	Servidor	147
8	Pruebas del sistema	148
8.1	Pruebas unitarias del componente servidor	148
8.2	Pruebas unitarias del componente aplicación	153
8.3	Pruebas del sistema	167
9	Resultados	170
9.1	Verificación y validación de los requisitos	170
9.2	Problemas encontrados	178
10	Impacto social y medioambiental	183
10.1	Aspectos éticos, sociales y económicos	183
10.2	Contexto medioambiental	185
11	Conclusiones y líneas futuras	187
11.1	Conclusiones	187
11.2	Lineas futuras	189
	Bibliografía	192
	Glosario	209
A	Cuestionarios para el seguimiento diario	215
A.1	Inicio del día	215
A.1.1	Estrés	215
A.1.2	Depresión	215
A.1.3	Soledad	216

A.1.4	Suicidio	216
A.2	Final del día	216
A.2.1	Estrés	216
A.2.2	Depresión	217
A.2.3	Soledad	217
A.2.4	Suicidio	217
A.2.5	Contraste	217
B	Cuestionarios puntuales	219
B.1	Estrés (PSS 10)	219
B.2	Depresión (PHQ 9)	220
B.3	Soledad (UCLA 20)	222
C	Recomendaciones	224
C.1	Estrés	224
C.1.1	Bajo	224
C.1.2	Moderado	224
C.1.3	Alto	225
C.2	Depresión	226
C.2.1	Baja	226
C.2.2	Moderada	226
C.2.3	Alta	227
C.3	Soledad	227
C.3.1	Baja	227
C.3.2	Moderada	227
C.3.3	Alta	228
C.4	Riesgo de suicidio	228
C.4.1	Bajo	228
C.4.2	Moderado	228
C.4.3	Alto	228

Índice de figuras

1.1	Días de espera para atención psicológica según CC.AA.	4
1.2	Extracto del testimonio de una madre tras el suicidio de su hijo	5
1.3	Evolución de las muertes por suicidio en España desde 2013 a 2022	6
1.4	Evolución de la media de muertes no naturales en España	7
1.5	Prevalencia de síntomas depresivos e ideación suicida	8
1.6	Prevalencia de síntomas de ansiedad e insomnio graves	8
2.1	Las tres fases del estrés	12
2.2	Fitbit Inspire 2 colocada en una muñeca	21
2.3	Samsung Galaxy Watch 6 colocado en una muñeca	21
2.4	Capas de Android	23
2.5	HTC Dream en funcionamiento	23
2.6	Estadísticas acumulativas de las versiones de Android	24
2.7	Arquitectura básica de <i>Salud Conectada</i>	27
2.8	Ejemplo de algunas de las funciones de <i>Salud Conectada</i> para los usuarios, como la visualización de datos o el acceso de aplicaciones a datos	28
2.9	Granularidad de los permisos de <i>Salud Conectada</i>	29
2.10	Ejemplo de uso de la herramienta <i>Material Design Builder</i>	31
2.11	Categorías de pantalla según altura	31
2.12	Categorías de pantalla según anchura	32
2.13	Algunos elementos gráficos de <i>Material Design 3</i>	32
2.14	Vista previa de una animación personalizada	35
2.15	Ejemplo de gráfica de barras realizada con Vico	36
2.16	Ejemplo de gráfica de líneas realizada con Vico	36
3.1	Ejemplos de las funciones de <i>Bienestar Digital</i>	42
3.2	Ejemplos de las funciones de bienestar de la aplicación <i>Salud de iOS</i>	43

3.3 Posicionamiento de los sensores de pecho en el estudio <i>WESAD</i>	45
3.4 Posicionamiento del sensor de cabeza en el estudio <i>PASS</i>	45
4.1 Modelo en cascada con retroalimentación	49
4.2 Modelo en V	50
4.3 El proceso de Scrum	51
4.4 Tablero Kanban	51
6.1 Diagrama de casos de uso de la <i>feature F-1</i>	74
6.2 Diagrama de secuencia de CU-1	75
6.3 Diagrama de casos de uso de la <i>feature F-2</i>	76
6.4 Diagrama de secuencia de CU-2	77
6.5 Diagrama de secuencia de CU-3	80
6.6 Diagrama de secuencia de CU-4	81
6.7 Diagrama de casos de uso de la <i>feature F-3</i>	82
6.8 Diagrama de secuencia del caso de uso <i>Realización y guardado de cuestionario</i>	84
6.9 Diagrama de secuencia del caso de uso <i>Presentación de resultado</i>	93
6.10 Diagrama de secuencia del caso de uso <i>Visualización individual</i>	94
6.11 Diagrama de casos de uso de la <i>feature F-4</i>	95
6.12 Diagrama de secuencia de <i>Visualización conjunta</i>	96
6.13 Diagrama de secuencia de CU-13	98
6.14 Diagrama de secuencia de CU-17	98
6.15 Diagrama de casos de uso de la <i>feature F-5</i>	103
6.16 Diagrama de secuencia de <i>Visualización estadística</i>	104
6.17 Visión general de los componentes del sistema	108
6.18 Arquitectura básica de la aplicación	110
6.19 Arquitectura básica del servidor	111
6.20 Diagrama Entidad Relación de la base de datos de la aplicación	112
6.21 Modelado de la colección <i>user data</i>	114
6.22 Modelado de la colección <i>daily questionnaires</i>	115
6.23 Modelado de la colección <i>one off questionnaires</i>	116
6.24 Colores semilla	117
6.25 Variantes de los colores principales	118
6.26 Esquema de colores claro	118
6.27 Esquema de colores oscuro	119
6.28 Logo del sistema	119
6.29 Procesado del logo en Icon Kitchen	119

7.1	Historial de <i>commits</i> en el repositorio de la aplicación	121
7.2	Publicación de la <i>release</i> v1.4.0d	122
7.3	Grafo de navegación <i>primer uso</i>	123
7.4	Grafo de navegación <i>principal</i>	124
7.5	Grafo de navegación <i>cuestionarios diarios</i>	125
7.6	Grafo de navegación <i>cuestionarios puntuales</i>	125
7.7	Pantalla <i>splash</i>	126
7.8	Pantalla bienvenida	127
7.9	Pantalla permisos	128
7.10	Pantalla inicio	129
7.11	Pantalla historial	130
7.12	Pantalla comunidad	131
7.13	Pantalla ajustes	132
7.14	Paneles accesibles desde ajustes	133
7.15	Diálogos de ajustes	133
7.16	Pantalla consejo	134
7.17	Pantalla medida	135
7.18	Pantalla <i>mis datos</i>	136
7.19	Pantalla privacidad	137
7.20	Pantalla <i>acerca de</i>	138
7.21	Pantalla créditos	139
7.22	Pantalla <i>cuestionarios incompletos</i>	140
7.23	Pantallas estrés, depresión y soledad diarios	141
7.24	Diálogos de los cuestionarios de la aplicación	142
7.25	Resumen de los cuestionarios estrés, depresión y soledad diarios	142
7.26	Pantalla y resumen del cuestionario <i>suicidio diario</i>	143
7.27	Pantalla <i>contraste diario</i>	144
7.28	Pantallas de los cuestionarios puntuales	145
8.1	Evidencia de la <i>Visualización general de los datos de actividad física</i>	150
8.2	Evidencia del acceso a la colección <i>daily questionnaires</i>	151
8.3	Evidencia del acceso a la colección <i>one off questionnaires</i>	152
8.4	Primer uso de la aplicación: bienvenida	153
8.5	Primer uso de la aplicación: permisos	154
8.6	Primer uso de la aplicación: diálogos de permisos	154
8.7	Visualización local de los datos del wearable: flujo habitual	155
8.8	Visualización local de los datos del wearable: flujo alternativo	155

8.9	Evidencia de la notificación de cuestionarios de mañana	156
8.10	Evidencia de la notificación de cuestionarios de noche	156
8.11	Evidencia de la notificación de cuestionarios puntuales	156
8.12	Realización y guardado de cuestionario: presentación	157
8.13	Realización y guardado de cuestionario: guardado	157
8.14	Realización y guardado de cuestionario: diálogos de aviso	158
8.15	Presentación de resultado: resumen	159
8.16	Presentación de resultado: consejo	159
8.17	Visualización individual: inicio	160
8.18	Visualización estadística: consejo y detalles	161
8.19	Visualización estadística: flujo habitual	162
8.20	Evidencias del uso de la aplicación en inglés	163
8.21	Ajuste del cambio de modo de colores de la aplicación	164
8.22	Evidencias del uso del modo claro de la aplicación	164
8.23	Evidencias del uso del modo oscuro de la aplicación	165
8.24	Fondo de pantalla de ejemplo	166
8.25	Evidencias del uso del esquema de colores dinámicos	166
8.26	Traza móvil de la sincronización de datos del wearable	167
8.27	Traza servidor de la sincronización de datos del wearable	167
8.28	Traza móvil de la sincronización de datos de seguimiento	168
8.29	Traza servidor de la sincronización de datos de seguimiento	168
8.30	Visualización conjunta	169
8.31	Traza móvil de la visualización conjunta	169
8.32	Traza servidor de la visualización conjunta	169
9.1	Registro de lectura/escritura con una <i>Samsung Galaxy Fit 2</i>	180
9.2	Información oficial del elemento <i>date picker</i>	181

Índice de cuadros

6.2	Especificación del caso de uso CU-1	74
6.3	Especificación del caso de uso CU-2	78
6.4	Especificación del caso de uso CU-3	79
6.5	Especificación del caso de uso CU-4	81
6.6	Especificación del caso de uso CU-5	85
6.7	Especificación del caso de uso CU-6	86
6.8	Especificación del caso de uso CU-7	87
6.9	Especificación del caso de uso CU-8	88
6.10	Especificación del caso de uso CU-9	89
6.11	Especificación del caso de uso CU-10	90
6.12	Especificación del caso de uso CU-11	91
6.13	Especificación del caso de uso CU-12	92
6.14	Especificación del caso de uso CU-13	97
6.15	Especificación del caso de uso CU-14	99
6.16	Especificación del caso de uso CU-15	100
6.17	Especificación del caso de uso CU-16	101
6.18	Especificación del caso de uso CU-17	102
6.19	Especificación del caso de uso CU-18	105
6.20	Especificación del caso de uso CU-19	106
6.21	Especificación del caso de uso CU-20	107
8.1	Pruebas unitarias del componente servidor	150
9.1	Verificación y validación de los requisitos de usuario	171
9.2	Verificación y validación de los requisitos funcionales	176
9.3	Verificación y validación de los requisitos no funcionales	178

1.

Introducción

Si he logrado ver más lejos ha sido porque he subido a hombros de gigantes.

Isaac Newton

Según la [Organización Mundial de la Salud \(OMS\)](#), se puede definir la salud mental como “*un estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida, desarrollar todas sus habilidades, poder aprender y trabajar adecuadamente y contribuir a la mejora de su comunidad*” [2]. Por tanto, es parte integral de la salud y el bienestar de una persona; tal y como queda reflejado en la definición de salud de la propia [OMS](#): “*La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*” [3].

Paralelamente, se puede entender el bienestar emocional como “*el conjunto de sensaciones positivas derivadas de un funcionamiento mental que nos capacita para hacer frente o adaptarnos a las situaciones y demandas ambientales*” [4] ¹.

Las estadísticas sobre la salud mental arrojan una preocupante tendencia de cara al futuro, tanto a nivel nacional como internacional. Según el informe “*La situación de la Salud Mental en España 2023*” [5], realizado con la colaboración de más de 2.000 personas, el 39,3% de las personas valoraban de forma negativa su salud mental actual. Asimismo, el 42,1% han sufrido una depresión a lo largo de su vida, mientras que un 36,9%, ansiedad prolongada en el tiempo.

Similarmente, se estima que a nivel mundial una de cada cuatro personas tendrán un trastorno mental a lo largo de su vida. En España, casi la mitad de los y las jóvenes de entre 15 y 29 años (48,9%) considera que ha tenido algún problema de salud mental [6].

Como será explorado a lo largo del Capítulo 2, las consecuencias del deterioro de la salud mental dependen de cada trastorno e individuo, pero a modo ilustrativo se pueden nombrar las siguientes:

¹Como el lector quizás se haya dado cuenta, la salud mental y el bienestar emocional son conceptos relativamente similares, por lo que se usarán indistintamente a lo largo de esta sección si el contexto lo permite.

dolor de cabeza, dificultades para dormir o alteraciones del apetito en el caso del estrés [7], y en el caso de la depresión aislamiento social, dificultad para concentrarse, preocupación constante, fatiga crónica; o en los casos más graves el suicidio [8].

Por tanto, en un contexto donde la salud mental adquiere una relevancia significativa, este [Trabajo Fin de Máster \(TFM\)](#) se centrará en aportar una solución, desde un punto de vista informático que permita a la sociedad combatir y prevenir este acuciante problema, mediante el uso de tecnología innovadora y accesible.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de este [TFM](#) es la creación de un prototipo de un Sistema para el Bienestar Emocional, el cual se fundamenta en la detección precoz y mejora de los trastornos de salud mental en la comunidad universitaria (estudiantes, profesores y personal administrativo). Además, este proyecto será planteado y desarrollado mediante las técnicas de la [Ingeniería del Software de Sistemas \(ISS\)](#).

Para llevar a cabo este objetivo, el sistema a desarrollar constará de diversos módulos. En primer lugar, contará con una aplicación Android para dispositivos móviles la cual será utilizada por el usuario. Dicha aplicación se encargará de leer y/o recoger datos relativos a las condiciones física y psicológica del propio usuario para ofrecer al usuario información de su estado de bienestar, sugerencias y consejos en relación a dicho estado.

Por otra parte, el sistema podrá conectarse a dispositivos [wearables](#), los cuales ofrecerán datos a la aplicación relativos al estado físico del usuario, tales como frecuencia cardíaca, hábitos de sueño, distancia recorrida, ejercicio físico realizado, entre otros. Debido a la naturaleza de los mismos, el usuario podrá regular en todo momento el uso de estos datos.

Asimismo, el sistema constará de un tercer módulo, en este caso una base de datos alojada en un servidor de la [Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos \(ETSISI\)](#). Este componente software se encargará de recoger los datos anonimizados de los usuarios para generar estadísticas que puedan visualizarse en la aplicación, a la vez que permita a futuros estudiantes de la Escuela realizar investigaciones que ahonden en la detección precoz y el impacto de los trastornos de salud mental en la comunidad universitaria.

Objetivos específicos

Para concretizar el objetivo general, los siguientes objetivos específicos han sido establecidos:

- Uso de metodologías y estándares propios de la ISS para la realización del análisis y el diseño del sistema. En particular, se utilizarán los estándares *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 830* y *System Modeling Language (SysML)*, respectivamente.
- Estudio de sistemas y procedimientos utilizados en el campo de la psicología para la obtención del estado del Bienestar Emocional, los cuales puedan ser incorporados en un Sistema Informático.
- Utilización de componentes software estándares en la industria para la lectura de los datos de los dispositivos *wearables* con el objetivo principal de garantizar el soporte, el mantenimiento y la extensibilidad en el acceso a dichos datos. Para ello se deberá estudiar qué posibilidades existen para la lectura de los datos y la compatibilidad con los *wearables* disponibles en el mercado español, que puedan ser utilizados por los usuarios.
- Desarrollo de la aplicación de usuario con especial atención hacia la usabilidad y la calidad, detallados en los siguientes puntos:
 - Estudio y uso de tecnologías vanguardistas y recomendadas para el desarrollo de nuevos proyectos en Android, las cuales sustenten un desarrollo ambicioso y eficiente.
 - Diseño e implementación de una interfaz gráfica agradable para el usuario con la finalidad de crear una experiencia de usuario cómoda y de calidad, especialmente en el uso de la aplicación y la visualización de los datos. Asimismo, la interfaz deberá ser *responsive*, para que se adapte a las diferentes pantallas de los usuarios.
 - Localización de los textos tanto en castellano como en inglés para permitir el uso de la misma por parte de personal internacional.
- Diseño e implementación del componente del servidor que permita ser utilizado y extendido en futuros trabajos, como por ejemplo, el desarrollo de un módulo de aprendizaje automático que permita mejorar el seguimiento del Bienestar Emocional.

1.2 Justificación

Desafortunadamente, no se puede entender la salud mental sin la gran estigmatización que ha sufrido y sin los prejuicios hacia las enfermedades y los pacientes que las sufren [9] [10]. Según la

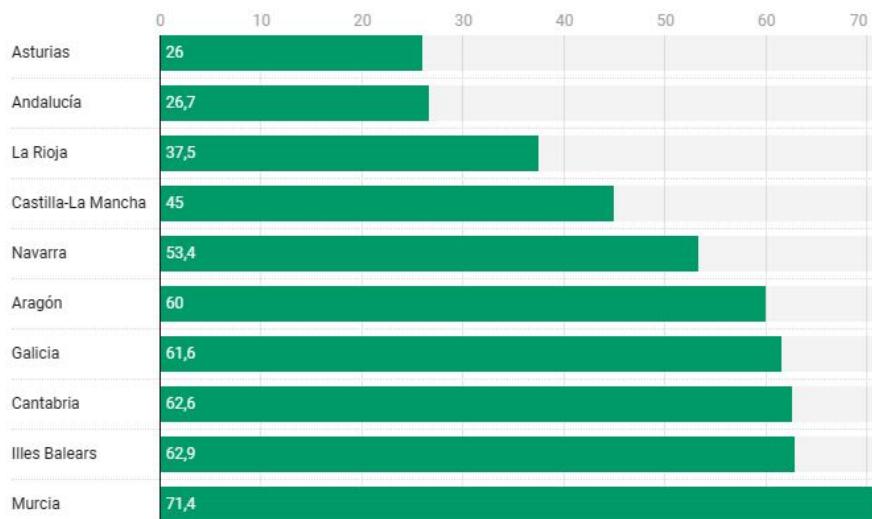
Fundación de Salud Mental de Inglaterra, nueve de cada diez personas que sufren algún problema de Salud Mental se han visto afectadas negativamente por el estigma o la discriminación [11].

Si bien en los últimos años la salud mental ha ganado visibilidad y atención, gracias a iniciativas como la creación del Observatorio Estatal de Salud Mental, Derechos e Igualdad [12] o la concienciación por parte de individuos particulares ésta continúa siendo un problema relativamente oculto que afecta profundamente a nuestra sociedad y que no se está resolviendo correctamente.

Según estadísticas de la Confederación Salud Mental España [6] [13], en nuestro país más de la mitad de las de las personas con trastorno mental que necesitan tratamiento no lo reciben, y un porcentaje significativo no recibe el adecuado. Adicionalmente, más de la mitad (58,5%) de las personas diagnosticadas con un problema de salud mental ha sentido rechazo social por ello en algún momento de su vida, mientras que un 11%, no ha comunicado a nadie su problema.

En el caso de que el paciente busque ayuda, no se vislumbra un entorno muy halagüeño. Las listas de espera dentro de la Sanidad Pública, reflejadas en la Figura 1.1, provocan que la salud mental se perciba como poco menos que un lujo.

Días de espera para atención psicológica



La Rioja alegó que no hay demora para primeras consultas preferentes y que la general para el resto está entre 15 y 60 días.

Gráfico: Ministerio de Sanidad • Fuente: Defensor del Pueblo - Comunidades autónomas • [Descargar los datos](#) • Creado con [Datawrapper](#)

Figura 1.1: Días de espera para atención psicológica según CC.AA., extraída de [14].

Para el 57,3% de la población [5], acudir a un profesional de la salud mental privado es económicamente inaccesible, mientras que en nuestro país solo se disponen en la Sanidad Pública de 6 psicólogos por cada 100.000 habitantes [15]; muy por debajo de países de nuestro entorno como Alemania (41) o Francia (15), entre otros.

Por otra parte, las enfermedades mentales afectan a todo tipo de personas. Algunas personas que la sociedad percibe como exitosas han sufrido problemas de salud mental, desde “pequeños” brotes como Alejandro Sanz [16] [17], hasta casos de suicidio, como el del cantante Chester Bennington, el cual experimentó depresión durante largas fases de su vida [18] [19].

Quizás uno de los efectos más visibles de los problemas de salud mental, justamente por sus consecuencias y crudeza, sea el propio suicidio. Si se dirige la mirada hacia las redes sociales, se pueden encontrar testimonios de personas a los que el suicidio arrebató de sus vidas a un ser querido; los cuales sencillamente transcinden de las estadísticas, como se puede ver en la Figura 1.2.

Hoy quiero gritarle al mundo y tengo todo el derecho...
Porque hace unos meses me pasó algo que no pasa.
Mi hijo Rodrigo, mi queridísimo hijo de 14 años, no pudo soportarlo más y se quitó la vida.
Rodrigo era inteligente, sarcástico, bondadoso, guapo. Le encantaban los animales y estaba muy comprometido con el cuidado del planeta y el respeto a todo tipo de personas. Era muy bueno en ciencias y dibujaba fenomenalmente bien. No era perfecto, por supuesto, era bastante perezoso, odiaba el deporte y cuando alguien le hacía daño no lo olvidaba nunca. Pero ante todo era una buena persona que no soportaba ni entendía las injusticias ni la malicia.
Y no puedo llorar y aceptarlo y dejarlo pasar; es demasiado doloroso, demasiado absurdo, demasiado injusto...
Ese día la vida nos arrancó un trozo de corazón y nos dejó a sus padres y hermanas una herida que nunca se cerrará del todo y una pena y un dolor en el alma que a veces es insopportable. A familiares y amigos también les ha dolido muchísimo, lo sé.
Tras meses de culparme, de enfadarme con él, de intentar entender algo, de analizar lo que dije o no dije, lo que hicimos o deberíamos

haber hecho... tras horas de leer sobre el tema y miles de “si hubiera”, he llegado a varias conclusiones y creo que la única forma de aliviar este dolor es compartírnolas con vosotros y hacer así que nuestra desgracia tenga algún sentido, que quizás pueda ayudar a alguien, que parezca que Rodrigo ha muerto por algo...

A Rodrigo le diagnosticaron depresión severa 4 meses antes. Seguía un tratamiento farmacológico y acudía a psicoterapia, pero personalmente creo que fuimos tarde. Teníamos que haberlo llevado al psiquiatra hacía años. Hemos sido víctimas de la desinformación, la estigmatización y la infravaloración de la salud mental. Nos duele la rodilla y vamos al médico, nos sale una erupción y corremos al dermatólogo, les revisamos la vista a los niños, nos hacemos mamografías e incluso colonoscopias de manera preventiva, pero pasamos semanas con una tristeza enorme sin motivo o tenemos la autoestima por los suelos, o sufrimos por sentirnos fuera de la sociedad y no se lo decimos a nadie, esperamos a que se pase esa etapa, disimulamos... no tenemos asumido que la salud mental y social es parte fundamental de la salud física.

Yo no sabía que los niños podían tener depresión, y cuando lo supe, tampoco sabía la intensidad del sufrimiento que puede provocar. Hemos vulgarizado la palabra “depresión” y así le hemos rebajado su importancia. La depresión severa se caracteriza por una tristeza

Figura 1.2: Extracto del testimonio de una madre tras el suicidio de su hijo, extraído de [20].

No obstante, si se acude a las estadísticas oficiales, en España, durante 2022 se suicidaron 4.227 personas. En otras palabras, once vidas perdidas cada día. Una estadística absolutamente demoledora que desde 2018, no para de aumentar, como se puede visualizar en la Figura 1.3. A nivel global, la cifra asciende a cerca de 800.000 personas que se suicidan **cada año**, siendo la segunda causa de muerte entre los jóvenes de 16 a 29 años [6].

El suicidio se mantiene como primera causa no natural de muerte en nuestro país desde 2008 por encima de otras quizás más presentes en el imaginario colectivo como los accidentes de tráfico o los ahogamientos, tal y como se puede ver en la Figura 1.4.

Sin embargo, estas funestas métricas solo muestran a las personas que desgraciadamente decidieron acabar con su vida, sin mostrar los casos de personas que sufren en vida. Según el catedrático en Psiquiatría Jose Luis Ayuso Mateos “*por cada persona que fallece, hay 25 que lo han intentado*” [22]. Por otra parte el 14,5% de la población ha tenido ideas suicidas o lo ha intentado [5].



FUENTE: INE

EL MUNDO

Figura 1.3: Evolución de las muertes por suicidio en España desde 2013 a 2022, extraída de [21].

Sus consecuencias son demoledoras, en muchas ocasiones continua siendo un tema tabú. Transcende mucho más allá de *simples* pensamientos de angustia o tristeza, siendo una cuestión que el conjunto de la sociedad no está siendo capaz de controlar y solucionar.

1.3 Motivación

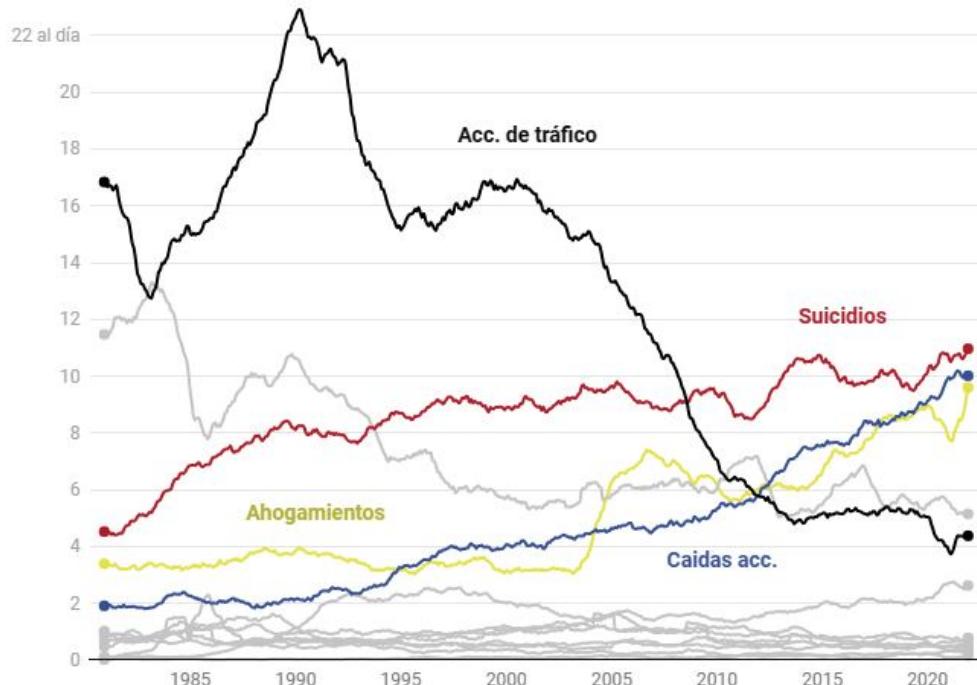
Si se ahonda en el bienestar emocional dentro de la comunidad universitaria se puede tomar como punto de partida el informe realizado por el Ministerio de Universidades en colaboración con el Ministerio de Sanidad titulado “*La salud mental en el estudiantado de las universidades españolas*” [23] [24] el cual es de recomendada lectura. El nombrado estudio fue realizado en dos fases en su parte cuantitativa, correspondiendo las fases respectivas al final de los cuatrimestres primero y segundo del curso 2022-23.

En él, se detalla que en las últimas dos semanas, aproximadamente la mitad de los estudiantes presentaron síntomas depresivos, mientras que la ideación suicida estaba presente en aproximadamente uno de cada cinco, como se puede ver en la Figura 1.5.

En cuanto a la prevalencia de ansiedad moderada o grave encontramos que una de cada dos personas la han sufrido en las últimas dos semanas, mientras que uno de cada cinco presenta insomnio

El suicidio, primera causa de muerte externa desde 2008

Evolución de la media diaria de muertes por causas externas en España. Datos de últimos 12 meses



Fuente: INE • Creado con Datawrapper

Figura 1.4: Evolución de la media de muertes no naturales en España, extraída de [22].

clínico o grave, como se refleja en la Figura 1.6.

La sección cualitativa muestra una vez más los problemas que *disponen* los estudiantes para acceder al apoyo psicológico, nombrando barreras como las listas de espera o el número limitado de sesiones, o la soledad en la realización del doctorado.

Estos datos ponen de manifiesto, tanto dentro como fuera de la comunidad universitaria la necesidad crítica de trabajar tanto en la prevención, en el diagnóstico precoz y en la atención a las personas que sufren un trastorno mental que, bien por desconocimiento o por estigma, no reciben el tratamiento que necesitan.

En esta necesidad fehaciente se sitúan numerosas iniciativas, como “*Special Initiative for Mental Health (2019-2023)*” [25] de la OMS, o dentro de España, la “*Estrategia de Salud Mental*” o la línea 024 de atención a la conducta suicida [26].

Otra cuestión es la relación de la Informática con la Salud Mental, tema de actual debate en la comunidad científica. El uso de redes sociales podría afectar a nuestra salud mental [27]. Algunos

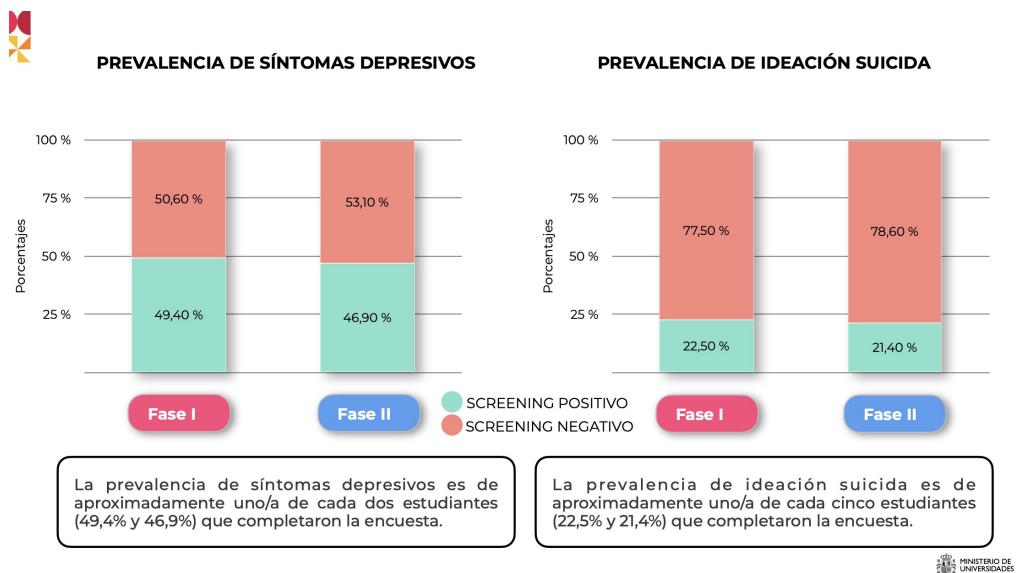


Figura 1.5: Prevalencia de síntomas depresivos e ideación suicida, extraída de [24].

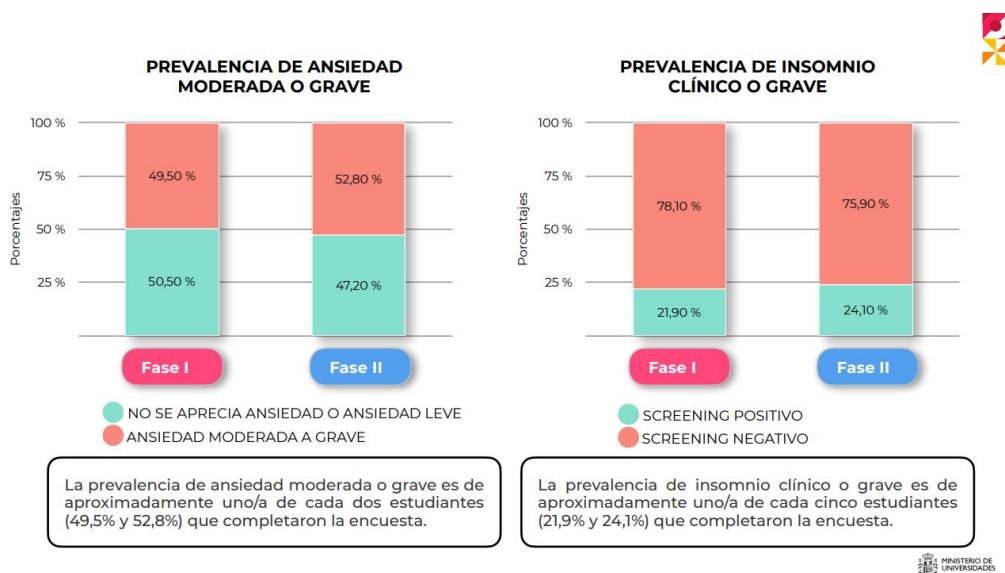


Figura 1.6: Prevalencia de síntomas de ansiedad e insomnio graves, extraída de [24].

argumentos que ratificarían esa afirmación son un espectacular incremento de los ratios de suicidio en jóvenes desde la popularización de los *smartphones* y redes sociales en Estados Unidos como en Reino Unido, o la multiplicación por 4 de los ratios de depresión en Francia entre las personas de 15 a 24 años en la última década.

Por otra parte, la popularización de los *smartphones* y de los *wearables* permiten obtener más información sobre el comportamiento de la persona (uso del móvil, ejercicio físico, hábitos de sueño), sus constantes vitales (pulsaciones, niveles de oxígeno en sangre), lo que podría ayudar a la detec-

ción precoz de problemas de salud mental.

En definitiva, puede apreciarse que las enfermedades mentales son un problema muy relevante y transversal en nuestra sociedad. Ante tales hechos y estadísticas, urge que las personas afectadas sean, en primer lugar, conscientes de su situación, para que posteriormente puedan acceder a un tratamiento de calidad sin sufrir más estigmas o prejuicios. Asimismo, existe espacio para que desde la Informática se pueda contribuir positivamente a la mitigación de este problema.

1.4 Estructura del documento

En este documento se detalla paso a paso el proceso que se ha seguido para el desarrollo del proyecto. En primer lugar se realiza una identificación del problema a resolver y el estado de la cuestión, para posteriormente continuar con las fases de desarrollo del sistema. Asimismo, en el tramo final del documento se plasman los resultados y conclusiones, junto con cuestiones transversales a todo el proyecto como el impacto social y medioambiental del mismo.

En particular, la memoria ha sido estructurada mediante los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Marco teórico y contexto tecnológico
3. Estado del arte
4. Metodología
5. Análisis del sistema propuesto
6. Diseño de la solución propuesto
7. Implementación del sistema
8. Pruebas del sistema
9. Resultados
10. Impacto social y medioambiental
11. Conclusiones y líneas futuras

2.

Marco teórico y contexto tecnológico

Una vez que algo es una pasión, hay motivación.

Michael Schumacher

En este capítulo se introducen los conceptos teóricos sobre los que se asienta el desarrollo de este proyecto. Con el contenido de este capítulo se espera crear un base de conocimiento sobre la que sustentar el resto de este documento. Además, se realiza un análisis de las herramientas que se van a emplear para desarrollar el sistema y cómo estas se encuadran en el contexto tecnológico actual.

2.1 Marco teórico

En el capítulo anterior se realizó una introducción a la salud mental y a su impacto actual en la sociedad, tomando esta sección el testigo para introducir al lector en los trastornos concretos que serán tratados a lo largo de todo el proyecto: estrés, depresión y soledad, junto a la relación de estas con el suicidio.

No obstante, antes de comenzar con las enfermedades¹ concretas, conviene especificar previamente lo que se entiende por desorden mental. Según [28], “desde el punto de vista clínico, la enfermedad mental debe de poseer una serie de características que permita identificarla para su posterior diagnóstico”. Asimismo, “una enfermedad mental o trastorno mental debe afectar al individuo de forma parcial o íntegra con respecto a diferentes capacidades y funciones cuyo desarrollo se fundamenta en el cerebro y la

¹A lo largo del documento se utilizarán los términos enfermedad, trastorno o desorden indistintamente para aliviar la notación.

mente. Este tipo de enfermedades conllevan una respuesta anómala que trasciende las respuestas culturales normalizadas, como puede ser desarrollar un trastorno depresivo a raíz de una ruptura”.

Por tanto, para cada trastorno se detallarán las características que permiten identificarlas y cómo se manifiestan en los individuos, si bien estas respuestas pueden variar notablemente entre individuos. Asimismo, para profundizar en estas cuestiones se anima al lector a acudir a la bibliografía que será citada, o bien a la *Clasificación Internacional de Enfermedades de la OMS* [29] o al *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales* de la *American Psychiatric Association (APA)* [30], dos publicaciones de referencia que ahondan profundamente en los criterios de diagnóstico de salud mental.

2.1.1 Estrés

La *OMS* define el estrés como “*el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara el organismo para la acción*” [31], tratándose en primera instancia de un sistema de alerta ante situaciones desafiantes o amenazantes necesario para la supervivencia. La presencia del estrés depende del estado físico y psíquico de cada persona, pero algunas situaciones que lo pueden provocar son, entre otras, cambiar de trabajo, hablar en público, o mudarse de vivienda. Se estima que nueve de cada diez personas han sentido estrés en el último año y un 40% de la población lo sufre de forma continua [32].

El estrés es considerado como un mecanismo el cual estimula el organismo para que éste alcance su objetivo. Debido a esta caracterización, este momento es conocido como **fase de alerta** y es la primera etapa del estrés. Una vez que el estímulo ha cesado, el organismo vuelve a su estado habitual (también conocido como basal).

No obstante, el problema radica en que esa presión no desaparece y el individuo entra en una segunda fase, conocida como **estado de resistencia**. “*Cuando ciertas circunstancias, como la sobrecarga de trabajo, las presiones económicas o sociales, o un ambiente competitivo, se perciben inconscientemente como una «amenaza», se empieza a tener una sensación de incomodidad. Cuando esta sensación se mantiene en el tiempo, se puede llegar a un estado de agotamiento, con posibles alteraciones funcionales y orgánicas*” [31].

Sin profundizar en cuestiones biológicas, en estas situaciones el organismo libera ciertas hormonas las cuales se encargan de regular, excitar o inhibir la actividad de los diferentes órganos. Algunas de ellas son el cortisol (también conocida como “la hormona del estrés”), o la adrenalina y la noradrenalina.

Los niveles de cortisol están asociados con “*euforia y propiedades similares a la recompensa relacionadas con el comportamiento de búsqueda de sensaciones*” [33]; mientras que la adrenalina y la noradrenalina se encargan de poner el cuerpo en estado de alerta y prepararlo para luchar o huir [31].

Si el individuo está expuesto de forma prolongada a amenazas, acaban disminuyendo paulatinamente sus capacidades de respuesta; si bien puede resistir durante más tiempo. Si aún así se mantiene la situación, se llega a la última etapa, conocida como **fase de agotamiento**, la cual consiste en “*un estado de gran deterioro, con pérdida importante de las capacidades fisiológicas, en la que el sujeto experimenta un retroceso muy considerable en sus habilidades sociales, así como en sus capacidades de adaptación e interrelación con el medio*” [31].

En la Figura 2.1 se representan las tres fases descritas.

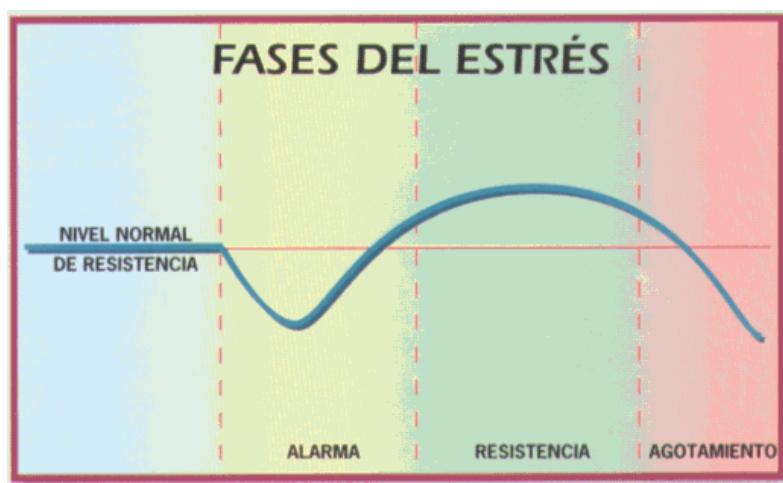


Figura 2.1: Las tres fases del estrés. Imagen extraída de [34].

En cuanto a las consecuencias del estrés, se pueden clasificar en tres grandes áreas: síntomas físicos, alteraciones de la conducta y alteraciones emocionales.

Algunos de los posibles síntomas físicos son: “*fatiga crónica; cefaleas y migraña; alteraciones gastrointestinales; dolores musculares; alteraciones respiratorias; alteraciones del sueño; alteraciones dermatológicas; alteraciones menstruales y disfunciones sexuales*” [31].

En el campo de las alteraciones conductuales se pueden hallar las siguientes: “*una irregular conducta alimentaria y el abuso de drogas, fármacos y alcohol. Las conductas violentas suelen ser muy frecuentes, como la agresión, la actitud defensiva y el cinismo*” [31], mientras que a nivel emocional las más comunes son la ansiedad, la irritabilidad, la baja autoestima, el distanciamiento emocional, la falta de motivación y las dificultades de concentración.

En cuanto al diagnóstico del mismo, la *Perceived Stress Scale (PSS)* (o en español “Escala de Estrés Percibido”) es el instrumento psicológico más comúnmente utilizado para medir la percepción del estrés. *“Es una medida del grado en que las situaciones en la vida de una persona son valoradas como estresantes. Los artículos fueron diseñados para aprovechar la forma en que los encuestados impredecibles, incontrolables y sobrecargados encuentran sus vidas”* [33].

Por otra parte, *“los elementos son fáciles de entender y las alternativas de respuesta son fáciles de entender. Además, las preguntas son de carácter general y, por lo tanto, están relativamente exentas de contenido específico para cualquier grupo de subpoblación”* [35]. La versión de diez preguntas de este cuestionario puede encontrarse en el Anexo B.1.

Por último, se pueden nombrar algunas acciones para paliar el estrés, si bien la acción recomendada en casos graves es acudir a un psicólogo.² Según la OMS [7], algunas de ellas son:

- Seguir una rutina diaria.
- Dormir mucho, en particular de forma regular y limitando el uso de aparatos electrónicos antes de dormir, entre otros buenos hábitos.
- Realizar ejercicio con regularidad.
- Mantener una dieta saludable.
- Permanecer en contacto con los demás.

2.1.2 Depresión

La depresión, también conocida como “trastorno depresivo mayor” o “depresión clínica” es una enfermedad mental que se puede describir como un estado de intensa tristeza, melancolía o desesperación, avanzada hasta perturbar el funcionamiento social o las actividades diarias de una persona [36]. Es diferente de los cambios del estado de ánimo, pudiendo afectar a todos los ámbitos de la vida, incluidas las relaciones familiares y/o de amistad [37]

Según la OMS, el 3,8% de la población experimenta depresión, incluido el 5% de los adultos (4% entre los hombres y el 6% entre las mujeres) y el 5,7% de los adultos mayores de 60 años; elevándose el número de personas con depresión a aproximadamente 280 millones de personas en todo el mundo [37].

²En el transcurso de este proyecto, como se verá en secciones posteriores, se ha contado con la asesoría de dos psicólogas. Las pautas propuestas que se mostrarán a los usuarios se pueden encontrar en el Anexo C.1

Por otra parte, esta enfermedad se confunde comúnmente con la tristeza. La tristeza es una emoción primaria, mientras que en la depresión, “*hay una disminución significativa de la funcionalidad de la persona, mientras que en la tristeza no se evidencia una alteración de la funcionalidad y de las diferentes esferas de la vida cotidiana de la persona. También en la tristeza el sentimiento displacentero es provocado por un motivo puntual y definido, mientras que la depresión no siempre tiene una causa específica para su sufrimiento, por lo que la persona deprimida no siempre sabe cuál es la razón de su depresión*” [38].

Actualmente, se desconocen las causas exactas que causan la depresión, si bien, según la OMS “*es el resultado de interacciones complejas entre factores sociales, psicológicos y biológicos*” [37]. Se cree que pueden existir ciertos desencadenantes que incentiven la aparición de este trastorno, conocidos como factores de riesgo. Algunos de ellos son [39]:

- Eventos estresantes, como, por ejemplo, problemas económicos, discusiones familiares o la pérdida de un ser querido [40].
- Presencia de otras enfermedades, tanto mentales como el trastorno de Ansiedad o el **Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)**; como físicas, como por ejemplo, enfermedades cardíacas y diabetes; o de enfermedades crónicas.
- Ciertos medicamentos utilizados para tratar afecciones comunes como el asma o el acné. En particular, los que mayor riesgo representan son la *Isotretinoína*, *Rimonabant* y el *Alpha Interferon*.

En cuanto a las consecuencias en los pacientes, se puede plantear la misma división que en el caso del estrés: síntomas físicos, alteraciones de la conducta y alternaciones emocionales.

Como síntomas físicos se pueden hallar, entre otros [41] [37]:

- Alteraciones del sueño.
- Cansancio y falta de energía.
- Falta de apetito y adelgazamiento.
- Lentitud para razonar, hablar y hacer movimientos corporales.
- Problemas físicos inexplicables, como dolor de espalda o de cabeza.

En el campo de las alteraciones conductuales se pueden encontrar [41] [37]:

- Arrebatos de enojo, irritabilidad o frustración.
- Pérdida de interés o placer por la mayoría o todas de las actividades habituales.

- Dificultad para pensar, concentrarse, tomar decisiones y recordar cosas.

Por otra parte, en cuanto a las alternaciones emocionales se pueden hallar las siguientes [41] [37]:

- Sentimientos de tristeza, ganas de llorar, vacío o desesperanza.
- Sentimientos de inutilidad o culpa excesiva, fijación en fracasos del pasado.
- Baja autoestima.
- Ansiedad, agitación o inquietud.
- Pensamientos frecuentes o recurrentes sobre la muerte, pensamientos suicidas, intentos suicidas o suicidio.

Para el diagnóstico de la depresión, [APA](#) establece los siguientes criterios, suficientes pero no necesarios [30]:

- a. Cinco (o más) de los síntomas siguientes han estado presentes durante el mismo periodo de dos semanas y representan un cambio del funcionamiento previo; al menos uno de los síntomas es 1. o 2..
 1. Estado de ánimo depresivo la mayor parte del día, cada día según lo indica el propio sujeto (por ejemplo, sentirse triste, vacío, sin esperanza) o de la observación por otros (por ejemplo, se le ve lloroso).
 2. Disminución importante del interés o el placer por todas o casi todas las actividades, la mayor parte del día, casi todos los días (como se desprende de la información subjetiva o de la observación).
 3. Pérdida importante de peso sin hacer dieta o aumento de peso (por ejemplo, modificación de más del 5% del peso corporal en un mes) o disminución o aumento del apetito casi todos los días.
 4. Insomnio o hipersomnia casi todos los días.
 5. Agitación o retraso psicomotor casi todos los días (observable por parte de los otros; ni simplemente la sensación subjetiva de inquietud o de enlentecimiento).
 6. Fatiga o pérdida de energía casi todos los días.
 7. Sentimiento de inutilidad o culpabilidad excesiva o inapropiada (que puede ser delirante), casi todos los días (no simplemente autorreproche o culpa por estar enfermo).

8. Disminución de la capacidad para pensar o concentrarse o para tomar decisiones, casi todos los días (a partir de la información subjetiva o de la observación por parte de otras personas).
 9. Pensamientos de muerte recurrentes (no solo miedo a morir), ideas suicidas recurrentes sin un plan determinado, intento de suicidio o un plan específico para llevarlo a cabo.
- b. Los síntomas causan malestar clínicamente significativo o deterioro social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento.
 - c. El episodio no se puede atribuir a los efectos fisiológicos de una sustancia o de otra afección médica.

Otro de los criterios ampliamente utilizados, esta vez en forma de cuestionario, es el *Patient Health Questionnaire (PHQ)* [42]. La versión de nueve preguntas se puede encontrar en el Anexo B.2. Si el lector observa las preguntas, podrá encontrar muchas similitudes con los síntomas descritos en el apartado A de los criterios de la APA.

En cuanto a las medidas paliativas³, si bien se recomienda enormemente acudir a un profesional de la Psicología, según la OMS [37], algunas de ellas son:

- Continuar realizando actividades que solían ser placenteras.
- Comunicar a alguien de confianza sus sentimientos.
- Mantener el contacto con amigos y familia.
- Realizar ejercicio físico a menudo, aunque solo sea dar un paseo.
- Mantener en la medida de lo posible hábitos alimenticios y de sueño regulares.
- Evitar o reducir el consumo de alcohol.

2.1.3 Suicidio

Como ya se introdujo en la Sección 1.2, el suicidio es un problema de salud pública importante y sus estadísticas son preocupantes. Se puede entender por suicidio el propio acto suicida, descrito “*como acto autolesivo intencionado con resultado de muerte*” [43], o la conducta suicida en su conjunto,

³Las pautas propuestas que se mostrarán a los usuarios se pueden encontrar en el Anexo C.2

la cual además incluye la ideación suicida (realización de actos y planes preparatorios para el suicidio) y el intento de suicidio (“*acto autolesivo con intención de provocar la muerte, pero que finalmente no resulta mortal*” [43]).

En este ámbito, trabajos como el publicado en [44] hallaron que el factor de riesgo más importante para la conducta suicida es la **comorbilidad** depresión-ansiedad, si bien existen otros factores como la historia familiar de conducta suicida, la ausencia de hijos o la edad menor a 35 años [44].

La depresión por sí sola puede llegar a aumentar el riesgo en hasta 20 veces [45], oscilando el porcentaje de mortalidad por suicidio en depresión entre el 5%, si se cuentan todos los casos de trastorno depresivo, y el 15% si se ciñe únicamente al trastorno de depresión mayor.

En otros desórdenes, como en el trastorno bipolar, oscila entre un 10 – 15%, mientras otros factores, como las adicciones a múltiples sustancias o la esquizofrenia, el riesgo se multiplica en 20 y 8,5, respectivamente [45].

La **OMS** definió en [46] una serie de signos de alerta y cambios de humor, a saber:

- Signos de alerta
 - Cambios drásticos de humor.
 - Retraimiento social.
 - Búsqueda de formas de suicidarse, o expresar pensamientos, sentimientos o planes de terminar con su vida.
 - Despedida de familiares y amigos cercanos.
 - Regalo de posesiones valiosas.
- Grupos de riesgo
 - Personas que ya han tratado de quitarse la vida en el pasado.
 - Pacientes de depresión o malestar psíquico grave.
 - Personas socialmente aisladas.
 - Individuos con problemas de alcohol o de drogas.
 - Víctimas de violencia, abuso u otro trauma.
 - Pacientes de enfermedades o dolor crónicos.
 - Individuos pertenecientes a grupos sociales marginados o discriminados.

En cuanto a las medidas atenuantes para las personas con pensamientos suicidas⁴, según la **OMS**, algunas de ellas son [37] [46]:

⁴Las pautas propuestas que se mostrarán a los usuarios se pueden encontrar en el Anexo C.4

- Comunicar a alguien de confianza sus sentimientos, momento apropiado y un lugar tranquilo.
- Hablar con un trabajador de la salud, como un médico o un profesional de la salud mental, o un consejero o un trabajador social.
- Unirse a un grupo de apoyo.
- Recordar que el paciente no se encuentra solo, muchas personas pasaron por etapas similares y encontraron ayuda.
- Restringir el acceso en el hogar a medios con los que pueda infligirse lesiones.

2.1.4 Soledad

Se puede entender como soledad no deseada⁵, al sentimiento de sentirse solo o aislado en contra de la voluntad de la persona, o de sentir una profunda sensación de desconexión social que no es buscada. Conviene distinguirla de la soledad convencional, ya que “una persona puede decidir *aislarse voluntariamente del resto de la sociedad, pero a diferencia de la soledad no deseada, en estos casos se busca activamente este aislamiento, y no genera malestar*” [47].

Es diferente del aislamiento social y puede ocurrir en presencia o ausencia de este [48], ya que de estar en contacto (o no) con otras personas, no se sienten arropados por estas [47]. Asimismo, la soledad no deseada está estrechamente relacionada “*con los estilos de vida en las grandes ciudades que pueden favorecer el anonimato, dificultar la creación o mantenimiento de vínculos interpersonales y la relación con las personas de nuestro entorno*” [49].

La OMS declaró en 2023 a la soledad como una prioridad sanitaria mundial, ya que según la propia institución, “*El aislamiento y la soledad están presentes en todas las personas de todo el mundo, independientemente de su edad, y afectan a la salud y el bienestar de estas. Una de cada cuatro personas mayores sufre aislamiento social, tasa muy similar en todas las regiones*”, mientras que “*entre un 5% y un 15% de los adolescentes padecen soledad*” [50].

Por otra parte, este problema radica en que justamente, los seres humanos son seres sociales por naturaleza. La vida en sociedad es algo inherente al ser humano, ya que ofrece una serie de recursos que permiten alcanzar un buen nivel de bienestar social, facilita la satisfacción de necesidades y la supervivencia [51].

⁵Donde el contexto lo permita se la nombrará únicamente como soledad por economía del lenguaje

Las consecuencias sobre las personas que la padecen se pueden clasificar en tres tipos: físicas y psicológicas, y dentro de estas últimas, cognitivos, emocionales y comportamentales [52]:

- Consecuencias físicas
 - Empeora el funcionamiento vascular, favoreciendo la posibilidad de sufrir accidentes vasculares.
 - Debilita el sistema inmunológico, favoreciendo la aparición de enfermedades.
 - Empeora la nutrición y aumenta la posibilidad de padecer obesidad.
 - Favorece la reducción de la actividad física y capacidad funcional.
 - Aumenta los problemas de sueño.
 - Aumento de la mortalidad: en última instancia la soledad produce una disminución de la calidad de vida de las personas, lo que acaba repercutiendo en la mortalidad.
- Efectos cognitivos
 - Disminuye el funcionamiento de la atención y la memoria.
 - Reducción de la velocidad de procesamiento de la información.
 - Disminución del funcionamiento cognitivo general.
 - Mayor riesgo de sufrir otras enfermedades mentales, como la depresión, u otras más relacionadas con el ámbito cognitivo como la demencia y el Alzheimer.
- Efectos emocionales
 - Reducción de la autoestima.
 - Disminución de la resiliencia.
- Efectos comportamentales
 - Minimización de las dificultades asociadas a la soledad.
 - Disminución del nivel de participación social por miedo al rechazo.
 - Ausencia de interés en buscar interacciones sociales que reduzcan el sentimiento de soledad.

A diferencia de los trastornos anteriores, según la APA [30] la soledad no deseada no dispone de un diagnóstico definido al no ser categorizado como trastorno mental, y sí como un problema objeto de atención clínica [53]. No obstante, quizás el cuestionario más utilizado para la evaluación de la misma sea el *University of California, Los Angeles (UCLA)-20* [54], cuyas preguntas se disponen en el Anexo B.3.

Por último, algunas de las medidas paliativas son las siguientes⁶ [55]:

⁶Las pautas propuestas que se mostrarán a los usuarios se pueden encontrar en el Anexo C.3

- Cuidado de las relaciones de amistad o familiares, o de las personas del entorno.
- Búsqueda de oportunidades para ampliar o mejorar las conexiones sociales; aunque en ocasiones sea necesario tomar distancia con alguna de las relaciones ya existentes, o aprovechando los espacios y comercios de proximidad.
- Prestar atención a la empatía, la reciprocidad y el agradecimiento.
- Promoción espacios amigables en el entorno.
- Aprendizaje en la gestión emocional y en la resolución de conflictos.

2.2 Contexto tecnológico

Esta sección recoge la información relativa a las tecnologías y herramientas más relevantes dentro del contexto de desarrollo de este proyecto.

2.2.1 Dispositivos *wearables*

Este tipo de dispositivo electrónico hace referencia a aquellos que se llevan colocados o *vestidos* en alguna parte del cuerpo (de ahí el nombre, ya que *wearable* se puede traducir como *vestible*), y que pueden interactuar con el usuario o con otros dispositivos electrónicos. Actualmente, los dispositivos *wearables* más conocidos son las pulseras de actividad y los relojes inteligentes.

Si bien las funcionalidades varían entre dispositivos, las pulseras de actividad incorporan un amplio elenco de características relacionadas con la salud, tales como la monitorización de la actividad física y del sueño, mediciones de la [variabilidad de la frecuencia cardíaca](#), las calorías quemadas, etc [56]; junto con otras más relacionadas más con la informática, como la obtención de la previsión del tiempo o la posibilidad de recibir notificaciones [57]. Un dispositivo de este tipo es la Fitbit Inspire 2, mostrada en la Figura 2.2.

Los relojes inteligentes se pueden entender como una evolución de las pulseras de actividad en todos los sentidos. Visualmente, donde las pulseras incorporan una pequeña pantalla (en el caso de la Fitbit Inspire 2, de 0,72 pulgadas), relojes como el Samsung Galaxy Watch 6 (mostrado en la Figura 2.3) disponen de pantallas más grandes, siendo la de este reloj en específico de 1,5 pulgadas.

En cuanto a las funciones relacionadas con la informática, toman las presentes en las pulseras como punto de inicio y añaden algunas más complejas, como la posibilidad de hacer pagos, responder



Figura 2.2: Fitbit Inspire 2 colocada en una muñeca. Imagen extraída de [58]



Figura 2.3: Samsung Galaxy Watch 6 colocado en una muñeca. Imagen extraída de [59]

a llamadas o de utilizar ciertas aplicaciones instaladas en el *smartphone* (con limitaciones) [59]. Lo mismo ocurre con las características de salud, incorporando funciones más avanzadas como el seguimiento de la presión arterial o del ciclo menstrual, la realización de *electrocardiogramas*, o la medición de la temperatura corporal.

Si bien estos son los dispositivos más comunes, en el mercado se pueden otros tipos de dispositivos *wearables* de naturaleza muy variopinta. Algunos de ellos son rastreadores como el AirTag de Apple, los cuales se pueden colocar en objetos para conocer/rastrear su ubicación en cualquier momento [60]; mientras que otros, como el Oura Ring, son anillos que permiten cierta monitorización física, similar a las de las pulseras de actividad [61].

Por lo general, estos dispositivos se componen fundamentalmente de un microprocesador, una batería y

una serie de módulos hardware, tales como sensores o sistemas de comunicación inalámbrica [56]; los cuales permiten realizar las mediciones o interactuar con el exterior. Debido a las limitaciones de tamaño y especialmente de baterías de los dispositivos, normalmente suelen sincronizarse con un *smartphone* la realización de ciertas tareas, o bien para procesar, almacenar o visualizar la información que recogen a través de aplicaciones específicas.

Por último, cabe destacar no se trata de un mercado pequeño. Según datos del *Worldwide Quarterly Wearable Device Tracker* [62], el cual incluye como *wearables* a otros dispositivos como auriculares, el mercado de estos dispositivos tuvo un crecimiento interanual del 8,4% en el segundo cuatrimestre de 2023, con una comercialización estimada de 520 millones de *wearables* durante todo el 2023 [63].

2.2.2 Android

A grandes rasgos, Android es un Sistema Operativo orientado a dispositivos móviles basado en el núcleo Linux, diseñado para ser independiente de la arquitectura hardware de dichos dispositivos. Si bien fue planteado originalmente únicamente para teléfonos móviles, con el avance de la industria y el transcurso de las versiones ha adoptado un enfoque más amplio; siendo compatible con más dispositivos: tabletas, relojes inteligentes, televisores, pantallas de automóviles, etc.⁷

Normalmente, cuando se hace referencia a Android no se hace referencia únicamente al sistema operativo, sino a todo el ecosistema o plataforma creada entorno al mismo; como se hará a lo largo de este TFM. Dicha plataforma o *framework* consta de numerosas capas, siendo el sistema operativo una parte de ellas, como se puede ver en la Figura 2.4.

El sistema operativo como tal es denominado como *Android Open Source Project (AOSP)*, siendo su código fuente público. Cualquier persona puede acceder a él, descargarlo y modificarlo [65], pero en la inmensa mayoría de los terminales comercializados el sistema operativo es complementado con, entre otros, los *Google Mobile Services (GMS)*, servicios de Google que solo están disponibles bajo licencia; otorgada a los fabricantes que cumplen con una serie de requisitos.

Los *GMS* son utilizados para tareas como la gestión de notificaciones, servicios de geolocalización o para acceder a las herramientas de Google, tales como la tienda de aplicaciones Play Store. Asimismo, los fabricantes también pueden personalizar y añadir funciones al sistema operativo, lo que explica que dos terminales con la misma versión puedan verse tan diferentes entre sí.

⁷No obstante, excepto en el caso de las tabletas, se trata de versiones basadas en Android con su propia idiosincrasia y limitaciones.

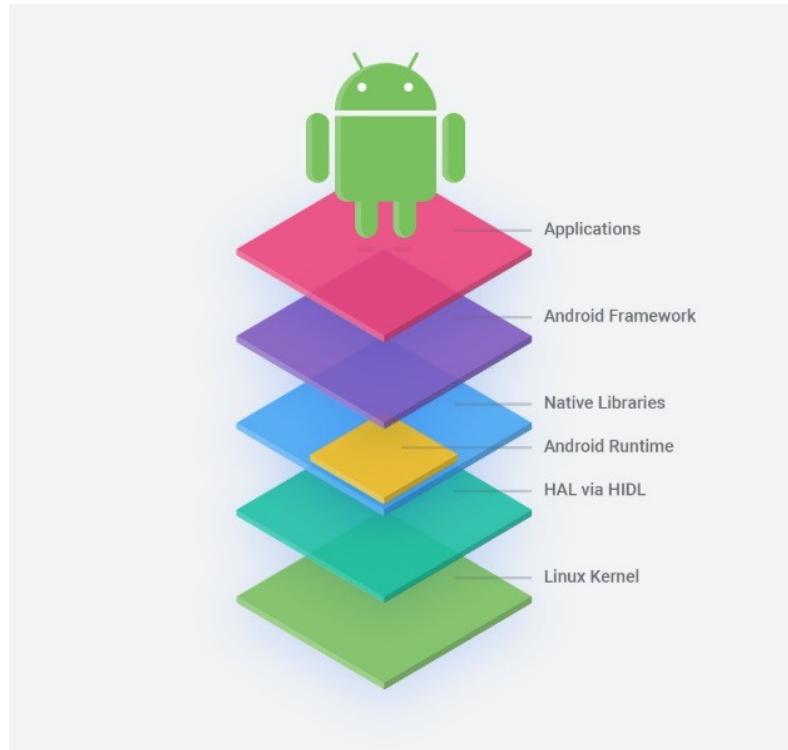


Figura 2.4: Capas de Android. Imagen extraída de [64]

Por otra parte, inicialmente Android fue desarrollado por la empresa homónima, si bien esta empresa fue comprada en 2005 por Google por 50 millones de dólares. La salida del sistema operativo se produciría dos años después, el 5 de noviembre de 2007, aunque el primer terminal que lo utilizaba (HTC Dream, también conocido como T-Mobile G1) fue comercializado el 23 de septiembre de 2008 [66] [67]; el cual se puede ver en la Figura 2.5.



Figura 2.5: HTC Dream en funcionamiento. Imagen extraída de [68]

Desde entonces, numerosas versiones de Android han sido lanzadas, siendo la última versión estable a fecha de realización de este documento Android 14; estableciéndose por parte de Google la *costumbre* de lanzar cada año una nueva versión principal. En cada una de ellas se introducen nuevas características, pero esto no significa que todos los dispositivos puedan actualizarse a la última.

Los fabricantes no están obligados a actualizar sus terminales, lo que en la práctica supone que las nuevas versiones no son utilizadas masivamente y que los programadores deben de tener en cuenta las versiones antiguas en sus aplicaciones. No obstante, a lo largo del último año, actores como la propia Google [69] y Samsung [70] se han comprometido a proporcionar siete años de actualizaciones para algunos de sus nuevos dispositivos.

Debido a que Google dejó de publicar oficialmente las estadísticas de uso de su sistema operativo, no es posible conocer con plena exactitud dichas cifras. La comunidad se ha encargado de estimar dicha información [71]; relevando que a fecha de abril de 2024 sólo el 16,3% de los dispositivos tienen la última versión, mientras que las versiones 13, 12 y 11 están presentes en el 26,2%, 17% y 16,2%, respectivamente; permaneciendo el 24,3% con versiones lanzadas previamente al año 2020.

Version	SDK / API level	Version code	Codename	Cumulative usage ¹	Year ⁴
Android 15 DEV	Level 35	VANILLA_ICE_CREAM	Vanilla Ice Cream ²	—	TBD
Android 14	Level 34	UPSIDE_DOWN_CAKE	Upside Down Cake ²	16.3%	2023
			▪ targetSdk will need to be 34+ for new apps and app updates by August 31, 2024.		
Android 13	Level 33	TIRAMISU	Tiramisu ²	42.5%	2022
			▪ targetSdk must be 33+ for new apps and app updates since August 31, 2023.		
Android 12	Level 32 <small>Android 12L</small>	S_V2	Snow Cone ²	59.5%	2021
	Level 31 <small>Android 12</small>	S			
Android 11	Level 30	R	Red Velvet Cake ²	75.7%	2020
Android 10	Level 29	Q	Quince Tart ²	84.5%	2019
Android 9	Level 28	P	Pie	90.2%	2018
Android 8	Level 27 <small>Android 8.1</small>	O_MR1	Oreo	92.1%	2017
	Level 26 <small>Android 8.0</small>	O		95.1%	
Android 7	Level 25 <small>Android 7.1</small>	N_MR1	Nougat	95.6%	2016
	Level 24 <small>Android 7.0</small>	N		97.0%	
Android 6	Level 23	M	Marshmallow	98.4%	2015
Android 5	Level 22 <small>Android 5.1</small>	LOLLIPOP_MR1	Lollipop	99.2%	
	Level 21 <small>Android 5.0</small>	LOLLIPOP_I		99.5%	2014
			▪ Jetpack/AndroidX libraries require a minSdk of 21 or higher since April 2024. ▪ Jetpack Compose requires a minSdk of 21 or higher. ▪ Google Play services v23.30.99+ (August 2023) drops support for API levels below 21.		
Android 4	Level 20 <small>Android 4.4W</small> ³	KITKAT_WATCH	KitKat	99.8%	
	Level 19 <small>Android 4.4</small>	KITKAT			2013
			▪ Jetpack/AndroidX libraries require a minSdk of 19 or higher since October 2023. ▪ Google Play services v21.33.56+ (July 2021) drops support for API levels below 19.		

Figura 2.6: Estadísticas acumulativas de las versiones de Android. Imagen extraída de [71]

Por último, a fecha de junio de 2024, Android dispone de una cuota de mercado del 72,15% en el segmento de sistemas operativos para dispositivos móviles, teniendo su mayor rival, el sistema operativo iOS (propiedad de Apple) un 27,19% [72]. Entre ambos acaparan el mercado, con un 99,34% de cuota de mercado. En cuanto a España, según la [Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia \(CNMC\)](#) en una encuesta realizada en el segundo trimestre de 2023 a 9.095 individuos, la cuota de mercado Android es del 78,73% por el 16,3 de iOS [73].

2.2.3 Kotlin

Kotlin es un lenguaje de programación desarrollado por JetBrains⁸ y publicada su primera versión estable el 15 de febrero de 2016. El objetivo de este lenguaje, basado en Java, fue tan sencillo como ambicioso: crear un lenguaje conciso (permitiendo reducir la cantidad de código *boilerplate*), con soporte de nuevas funcionalidades; pero sin renunciar a la rapidez de compilación de Java ni al todo el código escrito en él [74].

Sus principales características son las siguientes [75] [76]:

- Interoperable en ambos al 100% con Java, lo que facilita la reutilización de código ya existente.
- Permite escribir código más seguro, al resolverse en el diseño del lenguaje problemas crónicos de Java como las *Null Pointer Exception*. Según datos internos de Google, las aplicaciones escritas en Kotlin tienen un 20% de probabilidades menos de fallar [76].
- Soporte nativo y estructurado para la programación concurrente y asíncrona mediante construcciones como las corrutinas y los flujos.
- Desarrollo multiplataforma, no solo para Android: aplicaciones web, *backend* e iOS.
- Permite desarrollos en varios paradigmas: orientada a objetos, funcional, imperativa, etc.

Cabe resaltar que durante el diseño de Android se estableció que el lenguaje principal para desarrollar aplicaciones sería Java, si bien incorpora soporte para utilizar código C y C++ [77]. No obstante, al ser Java un lenguaje interpretado sobre la [Java Virtual Machine \(JVM\)](#), cabía la posibilidad de soportar otros lenguajes que también utilizasen la [JVM](#).

En la conferencia de Google I/O de 2017, fue anunciado el soporte oficial y completo de Kotlin dentro de Android, para en 2019 convertirse en el lenguaje de referencia para el desarrollo de

⁸JetBrains es una empresa muy reconocida dentro de la industria por crear una serie de entornos de desarrollo muy populares, como PHPStorm, CLion o IntelliJ IDEA. Sobre este último está construido Android Studio, el entorno de desarrollo oficial dentro de Android.

Android [78], por lo que los desarrollos de librerías y herramientas relacionadas con Android están escritas en este lenguaje, aprovechando al máximo sus nuevas características.

Por tanto, si bien es interoperable con Java, se recomienda que los nuevos desarrollos lo utilicen [79] como se llevará a cabo en este TFM. Por último, según [75], aproximadamente el 95% del top mil de aplicaciones Android usan en alguna medida Kotlin, por lo que su uso está plenamente justificado.

2.2.4 Salud Conectada

En la conferencia I/O, de 2022 se anunció *Health Connect* (o *Salud Conectada* en castellano⁹), una plataforma creada por Google junto con Samsung [80] que aglutina todos los datos relacionados con salud dentro del ecosistema Android.

Este componente, lanzado en fase beta en noviembre de 2022, se puede encontrar preinstalado en algunos dispositivos Android a partir de la versión 14 [81] o como una aplicación para dispositivos Android 9 o superior [82]¹⁰. A fecha de mayo de 2023, se estima que más de 100 aplicaciones han integrado *Salud Conectada*, incluyendo las aplicaciones de las pulseras Fitbit y Samsung, Peloton o Oura, entre otros [83].

Esta herramienta proporciona una solución a una problemática muy relevante en el ámbito de los *wearables*. Como se describió en la Sección 2.2.1, los fabricantes procesan, almacenan y visualizan los datos recogidos en su aplicación, radicando el problema en el nulo reaprovechamiento de estos datos. La posición casi unánime dentro la industria hasta la aparición de este componente se basaba en aislar estos datos dentro de su ecosistema [84] [85].

Por tanto, para utilizar dichos datos en otras aplicaciones las posibilidades residían en el uso de sistemas propietarios como *Google Fit*, cuyos datos se almacenaban en la nube, o a través de proyectos *open source* como *Gadget Bridge*, que acceden a datos mediante ingeniería inversa [86]. Estas opciones plantean claras desventajas como los potenciales problemas de privacidad en el caso de *Google Fit* hasta cuestiones legales y dificultad de compatibilidad y uso en el caso de *Gadget Bridge*.

Como se visualiza en la Figura 2.7, *Salud Conectada* consta de varias capas. Para los usuarios finales se presenta mediante una aplicación que, entre otras cuestiones, permite ver a los usuarios los datos recogidos por tipo de dato, o los accesos a sus datos, tal y como recoge la Figura 2.8. Para

⁹A lo largo de este TFM se utilizarán indistintamente los términos *Health Connect* y *Salud Conectada*.

¹⁰Cabe destacar que esta aplicación es parte de los GMS y no del sistema operativo propiamente dicho o AOSP.

los desarrolladores, se muestra como un sistema de acceso a los datos, el cual define una serie de permisos y un acceso a través de una *Application Programming Interface (API)*.

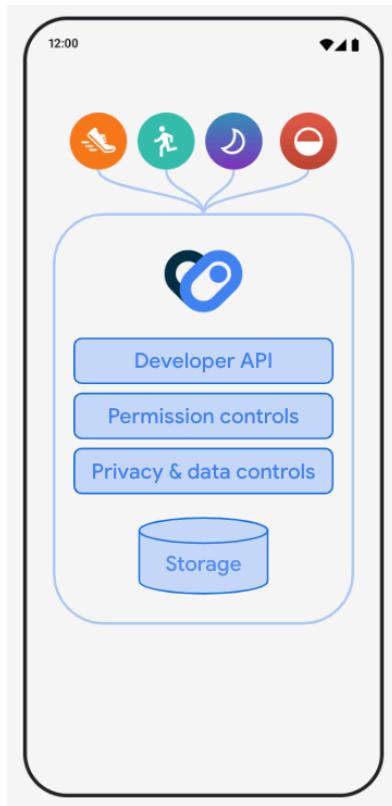


Figura 2.7: Arquitectura básica de *Salud Conectada*. Imagen extraída de [80].

La plataforma puede gestionar datos como la actividad física, el sueño, la nutrición o incluso el ciclo menstrual¹¹, siendo un intermediario entre las aplicaciones que generan o escriben dichos datos y las que quieren acceder a esos datos.

Por tanto, esta *API* estandariza el acceso a todas las fuentes de datos, independientemente de su procedencia; lo que simplifica enormemente tanto la lectura como escritura de los datos. Además, el sistema permite consultar datos agregados, pudiendo ser una agregación acumulativa (como el total de distancia caminada en un intervalo de tiempo) o estadística (las pulsaciones mínimas, máximas o promedio en un intervalo de tiempo).

Por otra parte, este sistema rompe con el esquema de *Google Fit*, almacenándose los datos localmente. Además, el acceso a los mismos está fuertemente granularizado estando en manos del usuario la decisión de qué aplicaciones tienen acceso (tanto lectura como escritura) a cada tipo de registro [88] tal y como muestra la Figura 2.9.

¹¹La lista completa de los datos que puede registrar *Salud Conectada* se encuentra disponible en [87]

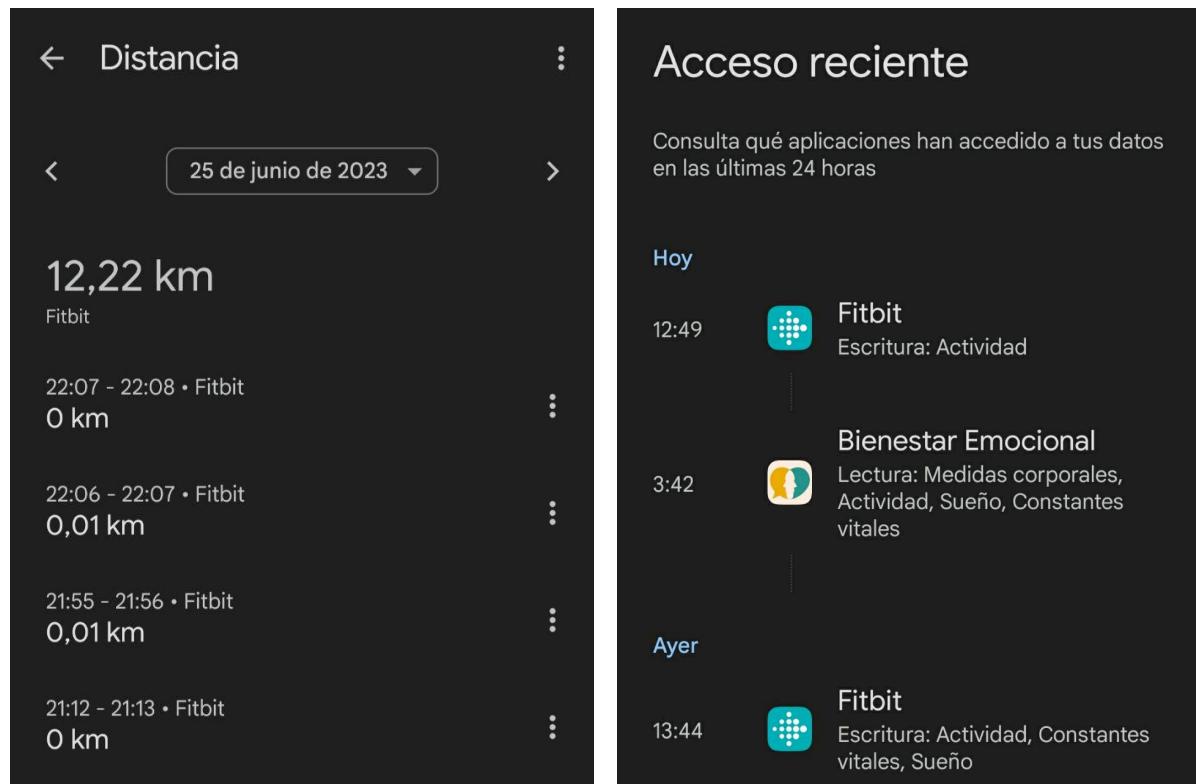


Figura 2.8: Ejemplo de algunas de las funciones de *Salud Conectada* para los usuarios, como la visualización de datos o el acceso de aplicaciones a datos

Asimismo, las aplicaciones solo pueden leer datos con una antigüedad de hasta 30 días previos a su instalación [89], registrándose (como se pudo ver en la Figura 2.8) todas las lecturas y escrituras en el sistema.

En definitiva, si bien está aún en desarrollo y en vías de convertirse en estándar dentro de Android, esta plataforma permite a los desarrolladores la abstracción completa del hardware de recolección de datos biométricos, lo que permite reducir notablemente los costes de desarrollo de nuevos productos, permitiendo además un mayor control al usuario de sus datos sensibles, mejorando la transparencia de las aplicaciones.

2.2.5 Jetpack Compose

Jetpack Compose es un [SDK](#) de Android para el desarrollo de interfaces gráficas, lanzado en su primera versión estable el 28 de julio de 2021 por Google [90]. Asimismo, Jetpack Compose es parte de un [SDK](#) más grande conocido como *Android Jetpack* el cual es promovido por Google para mejorar el desarrollo dentro de Android [91] [92].

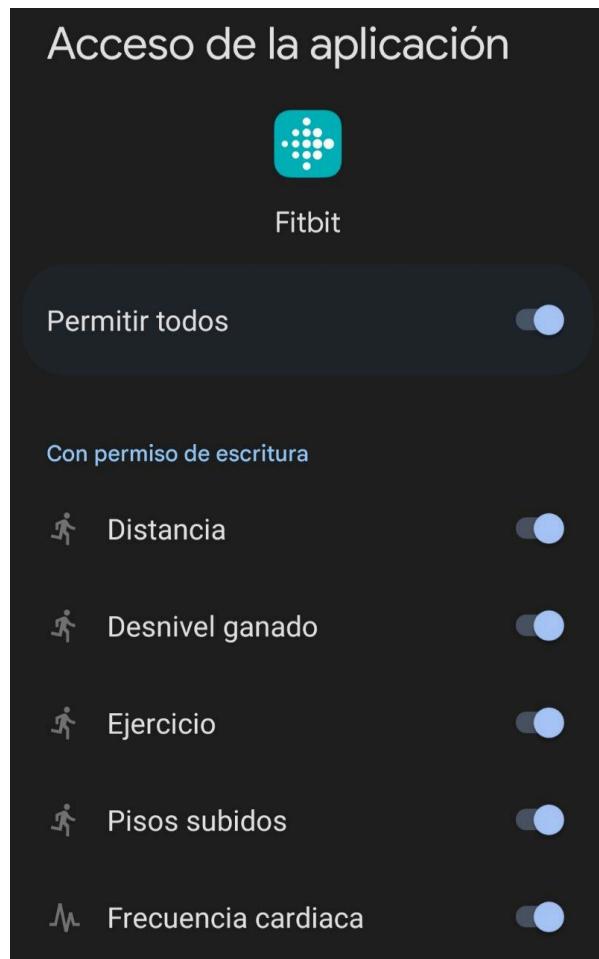


Figura 2.9: Granularidad de los permisos de *Salud Conectada*.

Jetpack Compose permite desarrollar en el ecosistema Android de forma nativa interfaces gráficas de manera declarativa como en los sistemas React, Flutter o SwiftUI, siguiendo las tendencias actuales de la industria en el desarrollo de aplicaciones móviles.

Hasta la aparición de esta herramienta, el desarrollo interfaces gráficas nativas en Android se realizaba con el enfoque conocido como **programación imperativa**. En este tipo de desarrollo es necesario especificar exhaustivamente cómo se va a construir dicha interfaz gráfica. En dicho proceso (conocido en Android como sistema de vistas) se codificaba un fichero *eXtensible Markup Language (XML)*, en el que se describían todos los elementos gráficos (botones, textos, etc.) para que la aplicación accediera a dichos elementos y le aplicara manualmente modificaciones y transformaciones [93].

En cambio, el **enfoque declarativo** permite describir cómo se desea que sea la interfaz gráfica. Las interfaces que se construyen mediante *Jetpack Compose* pueden estar interconectadas a estados des-

critos por el programador, describiendo cómo es la interfaz para cada posible estado. Cuando dicho estado cambia, el sistema cambia automáticamente la interfaz gráfica mostrada, simplificando y reduciendo enormemente el proceso de desarrollo [94].

A diferencia del sistema anterior, los componentes gráficos están desacoplados del sistema operativo; por lo que ya no se depende de la versión del terminal para mostrar correctamente la interfaz gráfica. Como se vio en la Sección 2.2.2, la fragmentación en Android es un problema endémico, lo que complicaba notablemente el diseño de las aplicaciones. Asimismo, es compatible con los componentes XML del sistema anterior, lo que facilita la migración de los proyectos antiguos a este nuevo paradigma.

No obstante, está diseñado para ser utilizado casi exclusivamente desde Kotlin, por lo que en algunos casos puede resultar en un pico de dificultad relevante si el equipo de desarrolladores no domina el lenguaje.

2.2.6 Material Design 3

Material Design 3 (también conocido como *Material You*) es la tercera iteración del conjunto de principios y directrices de diseño de Google, como respuesta a la creciente ubiquidad de Android: móviles con pantallas plegables, smartwatch, televisores [95], etc. Su primera implementación estable para *Jetpack Compose* fue lanzada el 24 de octubre de 2022 [96].

Al ser utilizado por Google para la creación de elementos gráficos tanto en sus aplicaciones como en el sistema operativo, se convirtió en la guía de diseño *de facto* dentro del ecosistema Android.

Sus principales características son las siguientes [97]:

- Apuesta por la personalización de la interfaz gráfica: los diseñadores pueden elaborar su paleta de colores mediante la herramienta *Material Design Builder* [98] (mostrada en la Figura 2.10), la cual garantiza el cumplimiento de la guía de accesibilidad *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)* 2.0 del consorcio *World Wide Web Consortium (W3C)* [99]. Para ello se pueden definir hasta tres colores principales, los cuales serán utilizados para los elementos gráficos de forma totalmente transparente al programador.

Además, si el dispositivo dispone de Android 12 o superior, pueden tomarse dichos colores desde el fondo de pantalla del usuario, incrementando exponencialmente la personalización; si bien se permite establecer colores fijos para ciertos contenidos.

- Soporte nativo para categorizar el tamaño de la pantalla del dispositivo, tanto en altura

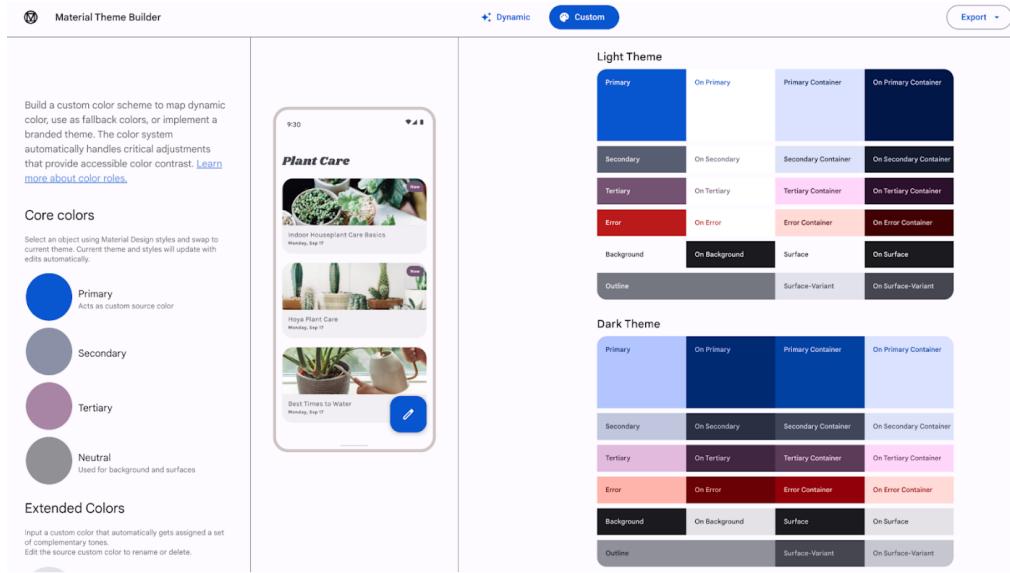


Figura 2.10: Ejemplo de uso de la herramienta *Material Design Builder*. Imagen extraída de [96].

como en anchura, como se muestra en las Figuras 2.11 y 2.12 respectivamente.

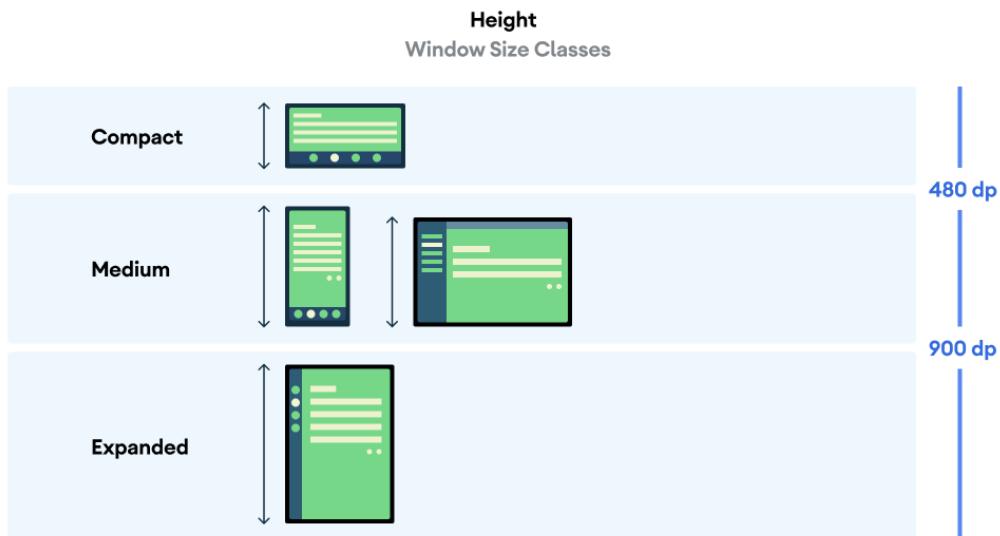


Figura 2.11: Categorías de pantalla según altura. Imagen extraída de [100]

- Sistema de fuentes basado en estilos principales para cada tipo de contenido: desde titulares hasta etiquetas, pasando por títulos, cuerpos de texto, etc.
- Soporte nativo para animaciones, las cuales ya son utilizadas en los componentes gráficos nativos, como los *switch*.



Figura 2.12: Categorías de pantalla según anchura. Imagen extraída de [100]

- Evolución de muchos elementos gráficos, como las tarjetas, botones, selectores de fechas, etc. La Figura 2.13 muestra algunos de estos elementos.

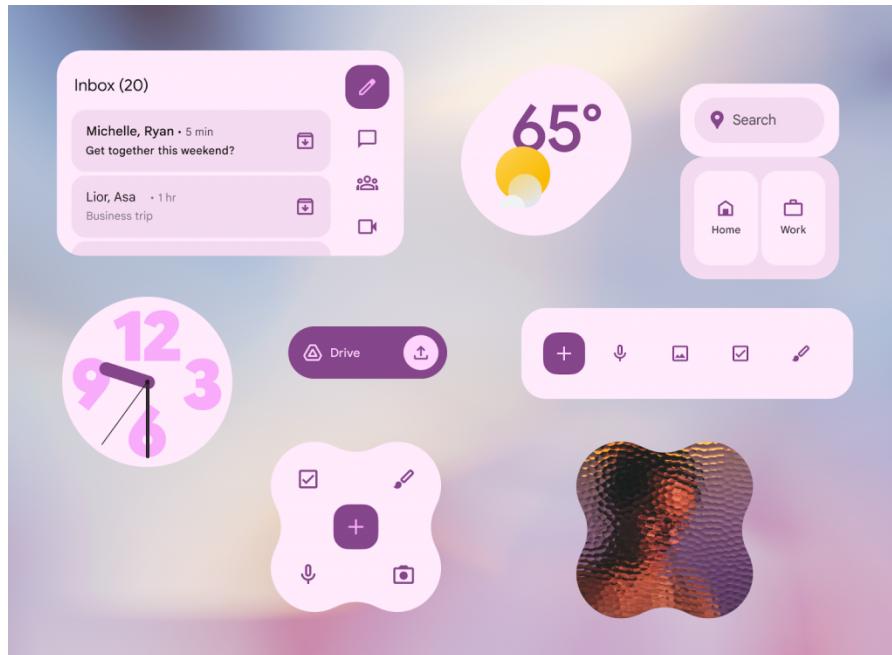


Figura 2.13: Algunos elementos gráficos de *Material Design 3*. Imagen extraída de [101]

- Sistema de formas o *redondeo multinivel* para modernizar los elementos gráficos y hacerlos más distinguibles entre sí.

- Mejoras en el concepto conocido como *elevación*, basándose en colores y no en sombras. Este elemento permite superponer elementos y transmitir gráfica y visualmente la importancia de cada uno de ellos.
- Soporte nativo para tema claro y oscuro, resolviendo la ausencia de dicho soporte.

Se trata en definitiva de una modernización del lenguaje de diseño haciéndolo más atractivo y completo a la vez que se garantiza cierta accesibilidad para los usuarios. Se han alejado de lo puramente funcional para abrazar el mundo de la personalización para el usuario.

2.2.7 Room

Uno de los servicios que provee Android es SQLite, un [Sistema Gestor de Base de Datos \(SGBD\)](#) relacionales de bajo nivel destinado para ser utilizado por las aplicaciones finales. No obstante, para muchas de ellas es un modelo demasiado rígido, por lo que Google creó en 2017 esta librería, la cual hace de intermediario entre SQLite y las aplicaciones [102].

Técnicamente hablando, se trata de una capa de abstracción sobre dicho sistema gestor, la cual permite reducir la complejidad de los usos comunes de la base de datos; sin perder el acceso a SQLite. Asimismo, esta librería brinda otras ventajas, como la verificación de las consultas [Structured Query Language \(SQL\)](#) en tiempo de compilación [77].

Los elementos básicos para utilizar esta librería son los siguientes:

- [Data Access Object \(DAO\)](#): en este elemento se crean todas las operaciones que se realizan sobre la base de datos: consultas, inserciones, etc.
- Entidades, las cuales se corresponden con una clase en Kotlin y normalmente con una tabla de base de datos. Con esta estructura se crean las tablas bases de datos, realizándose un mapeo de dichas tablas a objetos. Sobre los atributos de los objetos se pueden realizar anotaciones para establecer claves, índices, etc.
- Clase base de datos, donde se especificarán las entidades de la propia base de datos y cómo se instancia, reduciendo el código [boilerplate](#). Este procedimiento se detalla mediante una función que configura ciertos parámetros, como el nombre del fichero de la base de datos o características extra, como el uso de cifrado. Para la construcción de dicha instancia Room implementa el patrón factoría.

2.2.8 Work Manager

Work Manager es el componente oficial de Android para la planificación de subtareas, diseñada para simplificar el uso del amalgama de librerías para esta funcionalidad presentes en Android. Hasta entonces, según la versión del sistema, debían utilizarse unas u otras, estableciendo *Work Manager* una única interfaz para esta funcionalidad; encargándose internamente de utilizar la librería correcta a bajo nivel [103].

Este componente admite dos tipos de tareas las **puntuales** y las **periódicas** las cuales se pueden planificar o cancelar. Además de la planificación temporal, permite el establecimiento de algunas restricciones como que el dispositivo esté cargándose o disponga de conexión a internet, ejecutándose la tarea en cuestión solo cuando se cumplan todas las restricciones y directrices [104].

Asimismo, permite establecer una política de reintentos si las tareas no se han ejecutado correctamente, por lo que es la solución recomendada para los casos de uso que necesiten realizar ciertas operaciones de manera fiable.

2.2.9 Lottie

Lottie es una biblioteca creada por Airbnb, la cual que busca facilitar la creación y uso de animaciones en entornos multiplataforma (web, iOS, Android, entre otros) [105]. A diferencia de archivos como los *Graphics Interchange Format (GIF)*, esta librería permite que las animaciones puedan escalarse sin perder calidad (como en los ficheros *Scalable Vector Graphics (SVG)*), haciendo hincapié en el rendimiento.

Concretamente, la librería renderiza en tiempo real animaciones de *Adobe After Effects*, las cuales son exportadas como ficheros *JavaScript Object Notation (JSON)* que serializan dicha animación [106] utilizando una extensión *open source* conocida como *Bodymovin*. Por tanto, estas animaciones pueden ser personalizadas completamente, a la vez que se reducen las necesidades de cómputo para mostrarlas.

En este TFM será abordada únicamente la personalización de animaciones gratuitas aportadas por la comunidad y su presentación en la aplicación; y no la creación de nuevas. Para conseguir dichas animaciones se ha utilizado el portal *LottieFiles*.

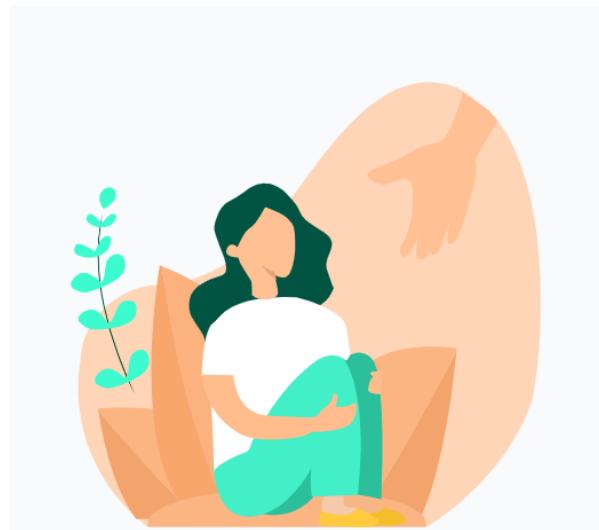


Figura 2.14: Vista previa de una animación personalizada

2.2.10 Vico

Vico es una biblioteca *open source* para la realización de gráficos creada por Patryk Goworowski. Su particularidad reside en su compatibilidad tanto con el sistema de vistas tradicional como con *Jetpack Compose*, algo único en el ecosistema de Android [107]. Si bien no es tan potente como otras librerías como *MPAndroid*, sus posibilidades son más que suficientes para este TFM.

Gracias al soporte nativo de *Jetpack Compose* y *Material Design 3*, esta librería introduce algunas mejoras en las gráficas como una interconexión directa con los colores que se utilizan en tiempo de ejecución, incrementando la coherencia visual de la aplicación.

Vico permite crear únicamente gráficos de barras y de líneas, ejemplificadas en las Figuras 2.15 y 2.16, respectivamente. Su humilde enfoque, si bien puede condicionar y limitar notablemente su uso, permite que contenga numerosos añadidos completamente personalizables, tales como: leyendas, marcadores (tanto fijos como temporales), *líneas umbral*, personalización de los ejes, etc.

Asimismo, su mantenimiento y mejora es notable y constante. Nuevas versiones son lanzadas cada pocas semanas [108], mientras que el soporte ofrecido en su repositorio es rápido y detallado [109]. Además, dispone de numerosa documentación para aprender a utilizarla rápidamente, si bien no cubre los casos de uso más avanzados. Por último, dispone de una aplicación de demostración que permite ver rápidamente las posibilidades que ofrece la librería.

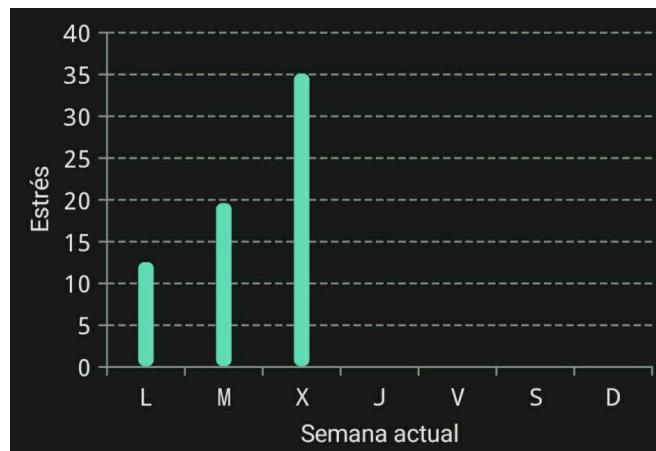


Figura 2.15: Ejemplo de gráfica de barras realizada con Vico

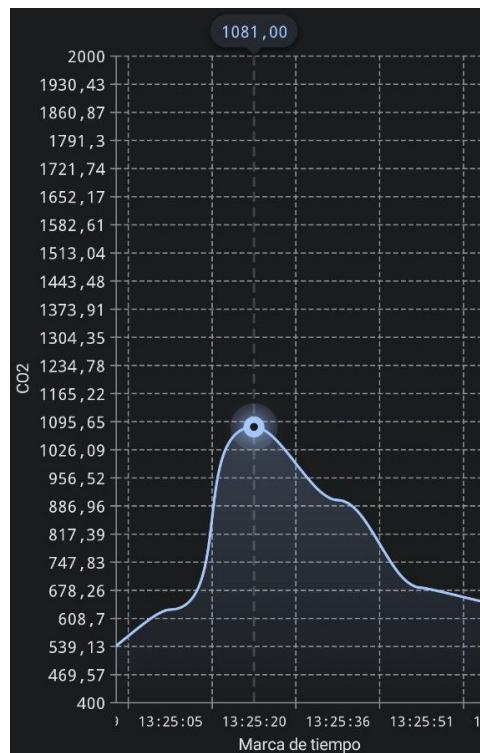


Figura 2.16: Ejemplo de gráfica de líneas realizada con Vico

2.2.11 Python

Python es un lenguaje de programación interpretado creado por Guido Van Rossum en 1991, con un marcado enfoque de construir código de la manera más clara y legible posible. Es uno de los lenguajes más populares de la escena, gracias a su facilidad de uso y a su enorme comunidad de desarrolladores. Estos últimos han creado un enorme ecosistema de librerías que facilita la creación de nuevos proyectos, especialmente para prototipos.

Actualmente, este es utilizado para todo tipo de tareas, tales como desarrollo web, aplicaciones científicas, inteligencia artificial o análisis de datos casi siempre apoyándose en potentes librerías que mejoran notablemente el propio lenguaje.

Sus principales características son las siguientes:

- Soporte mutiparadigma: como Kotlin, se puede utilizar programación imperativa, orientada a objetos o funcional en cualquier momento.
- Gran biblioteca estándar, la cual facilita muchas operaciones mundanas, como la lectura de archivos [JSON](#).
- Soporte multiplataforma, gracias a la compatibilidad de su intérprete con todos los sistemas operativos principales. Llega hasta tal punto que un subconjunto del lenguaje (*MicroPython*) es compatible con algunos microcontroladores.
- Sistema de tipos fuertemente tipado y dinámico, lo que permite que una variable pueda cambiar de tipo fácilmente.
- Facilidad de instalación de librerías gracias a la herramienta pip.

2.2.12 Flask

Flask es un popular entorno ligero o [microframework](#) de Python utilizado para construir aplicaciones web, tanto como páginas como [API](#). Diseñado para ser ligero y fácil de usar, *Flask* proporciona las herramientas necesarias para crear dichas aplicaciones web de una manera minimalista, rápida y eficiente, en sintonía con la propia filosofía del lenguaje.

A diferencia de otros [framework](#) más completos como *Django*, *Flask* se enfoca en brindar solo lo esencial, permitiendo crear prototipos fácilmente; si bien puede quedarse corto para aplicaciones relativamente complejas [110]. Su sistema de enrutamiento [Hypertext Transfer Protocol \(HTTP\)](#) es sencillo y claro, mientras que posee extensiones para autenticación de usuarios, integración con bases de datos, etc.

Gracias a esta simplicidad será utilizado en este [TFM](#) para realizar prototipos en el componente servidor. Asimismo, debido a su enfoque modular y a su sistema de plantillas permite expandir la funcionalidad con más elementos web sin necesidad de realizar profundas adaptaciones del código ya existente.

2.2.13 MongoDB

MongoDB es un [SGBD](#) no relacional orientado a documentos, diseñado para manejar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y escalable. A diferencia de las bases de datos relacionales tradicionales, no cuenta con registros; sino documentos, unos ficheros con una extensión *Binary JSON (BSON)* [111].

Este enfoque no relacional le permite ofrecer un modelo de datos flexible, sin un esquema predefinido o rígido. Esto se traduce en una mayor libertad para almacenar datos y cambiar el modelo de los mismos, ya que para cambiar cualquier atributo no es necesario reconstruir el modelo, algo especialmente útil para prototipos o modelos de datos dinámicos.

Por otra parte, el modelo de consultas ofrece posibilidades similares a las de [SQL](#) lo que no supone una desventaja. También implementa conceptos presentes en las base de datos relacionales, como los índices. Además, al disponer de una gran comunidad detrás, existen numerosos módulos que lo permiten integrar con lenguajes de programación, como *pymongo* para Python.

Asimismo, posee otras dos grandes fortalezas, a saber: un núcleo distribuido, lo que permite una alta disponibilidad y escalabilidad; y una licencia de uso gratuito desde octubre de 2018, bajo la licencia *GNU Affero General Public License (AGPL)* [112].

3.

Estado del arte

Solo sé que no se nada.

Sócrates

En este capítulo se introduce una revisión del estado del arte y del estado de la cuestión en lo que respecta al marco teórico del proyecto que se propone en este TFM, así como una descripción sobre los sistemas que existen en el mercado o que han sido reportados en la literatura, los cuales presentan aspectos comunes con la solución propuesta.

3.1 Análisis de la situación actual

En esta sección, se pone en valor y/o contraste la información introducida en las secciones anteriores, de tal forma que pueda realizarse un análisis del entorno en el que se desarrolla este proyecto, así como también se pueda poner de manifiesto la relevancia y la idoneidad del desarrollo propuesto.

3.1.1 Monitorización mediante dispositivos biométricos

Durante los últimos años se han realizado numerosos experimentos en el ámbito científico con el objetivo de encontrar medidas biométricas que puedan servir de indicadores de algunos de los trastornos de salud mental con medidas biométricas, o bien patrones de comportamiento que también puedan servir de predictor.

En un estudio comparativo del año 2021 [113], los investigadores realizaron una revisión de los 21 artículos publicados para tratar de identificar las medidas biométricas que permitan identificar depresión, ansiedad y estrés.

Según este estudio, la [variabilidad de la frecuencia cardíaca](#) es una medida muy utilizada para detectar estrés y ansiedad, mejorando su efectividad si se utiliza junto con [electroencefalogramas](#). Por otra parte, la [actividad electrodérmica](#) se vislumbra como otro buen indicador para el estrés, con la desventaja de su falta de fiabilidad. En cuanto a la depresión, se determinó un uso sistemático de los [electroencefalogramas](#), pero con dispositivos que no se encuentran a la venta en los mercados.

En este área de trabajo se puede encontrar al estudio *WESAD* [114] del año 2018. En este artículo fue construido un [dataset](#) para la detección de estrés con datos de 15 voluntarios, mediante un dispositivo colocado en el pecho y otro en la muñeca. El primero de ellos se encargó de recoger datos de [electrocardiogramas](#), respiración y de movimiento (mediante acelerómetros), mientras que el segundo de ellos recogía datos de temperatura corporal, [actividad electrodérmica](#), [volumen de pulso sanguíneo](#) y nuevamente de movimiento mediante acelerómetros.

Con estos datos se planteó un problema de clasificación binaria (estrés o ausencia del mismo) mediante diversos algoritmos (árboles de decisión, *random forest*, k-vecinos más cercanos o *KNN*), obteniéndose precisiones entre el 69% y el 86% si se utilizaban los datos del dispositivo de pecho y entre el 67% y el 88% para los correspondientes a la muñeca. Si el lector lo desea, puede consultar en [114] las tablas del estudio donde se detalla la precisión por cada algoritmo y dato utilizado.

En una línea similar, el artículo *PASS* [115] del año 2020 también plantea la construcción de un [dataset](#) para la detección de estrés con datos de 48 participantes. La principal diferencia con el estudio anterior es el establecimiento de un entorno controlados para provocar cambios en los niveles de estrés a través de videojuegos; mientras que los datos recolectados son fundamentalmente los mismos: [electrocardiogramas](#), [actividad electrodérmica](#), respiración, temperatura corporal y [electroencefalogramas](#).

3.1.2 Monitorización mediante datos de smartphones

Los estudios anteriores construyeron [datasets](#) en condiciones de laboratorio, utilizando [mediciones invasivas](#) para la monitorización de las constantes de los voluntarios. En contraposición a estas mediciones existen otros estudios que apuestan por un enfoque basados en [mediciones no invasivas](#), en este caso mediante [wearables](#) o con [smartphones](#), siendo éstos, procedimientos más cercanos a los usuarios en su día a día. En este ámbito se puede encontrar los proyectos *DemonicSalmon* [116] y *StudentLife* [117].

DemonicSalmon es un proyecto realizado en 2018, en el cual se monitorizó la salud mental diaria-

mente de 72 estudiantes en un intervalo de dos semanas. En particular, se estudió la ansiedad social y los síntomas de depresión, obteniéndose correlaciones significativas con patrones de movilidad (detectados mediante GPS), niveles de actividad (medidos mediante acelerómetros) y patrones de comunicación (obtenidos mediante registros de llamadas y SMS) [116]. Los datos obtenidos fueron recogidos en un *dataset* para su uso en trabajos futuros.

El segundo de ellos, *StudentLife*, se trata del más veterano de ellos, ya que data de 2014. Este artículo, entre otras cuestiones, estudia la salud mental en el marco de una clase de 48 estudiantes en un periodo de 10 semanas. Entre otras medidas, se estudiaron niveles de estrés, depresión y soledad, estando dichos niveles caracterizados por los cuestionarios PSS-10, PHQ-9 y UCLA-20 respectivamente, realizados antes y después del periodo de estudio.

A partir de los *smartphones*, los investigadores realizaron un profundo trabajo de extracción de datos, recogiendo datos de llamadas y SMS, inferiendo perfiles de actividad física, duración de sueño y patrones de movilidad, entre otros. Asimismo, los estudiantes realizaron una serie de cuestionarios diarios durante el proceso.

Con estos datos, se obtuvieron entre otras las siguientes correlaciones y asociaciones, detalladas en [117]:

- Estrés con la duración de las conversaciones y la duración del sueño.
- Depresión con la duración y frecuencia de las conversaciones, cúbicación¹ y la duración de sueño.
- Sentimiento de soledad con la actividad física y la movilidad del usuario.

3.1.3 Cuidado del bienestar emocional mediante aplicaciones móviles

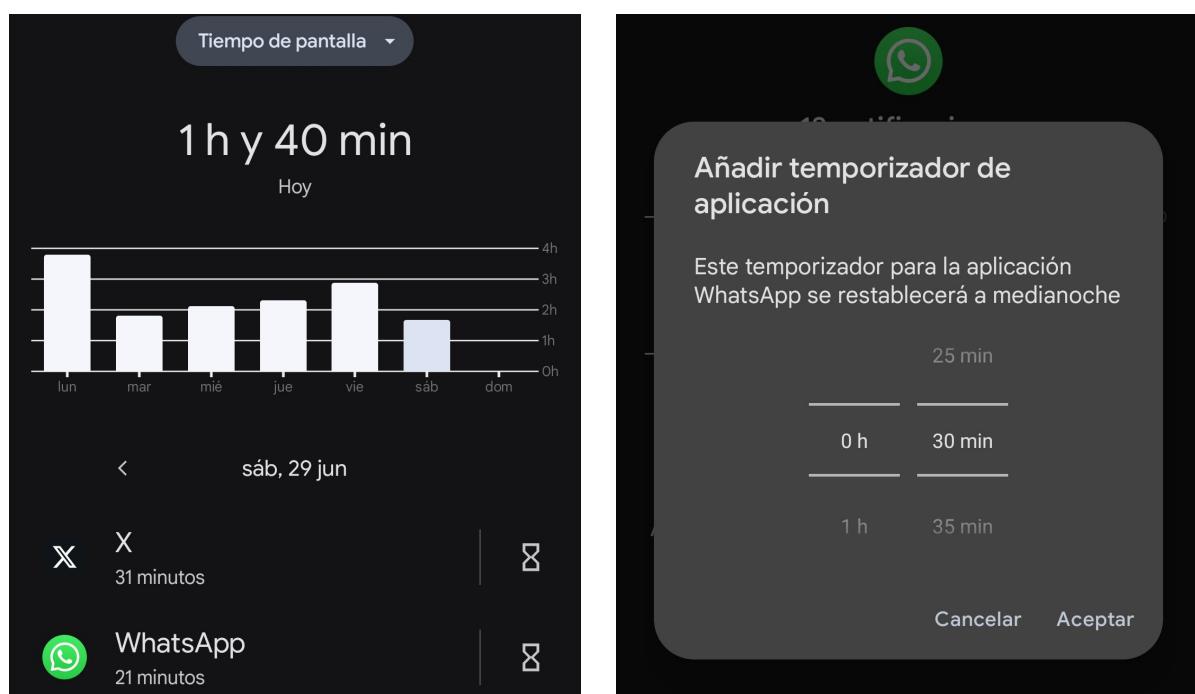
Fuera del ámbito académico, la creciente digitalización de la sociedad impulsada por las aplicaciones móviles también se ha reflejado en el campo de la salud mental en los últimos años, con una gran variedad de iniciativas por parte de numerosos actores.

Se puede considerar en primer lugar los esfuerzos *oficiales* de Google y Apple para añadir nuevas funcionalidades a sus sistemas operativos, Android e iOS, respectivamente. En el caso de Google

¹El artículo lo define como *el número de dispositivos Bluetooth co-ubicados*, lo que se podría entender como la cantidad de personas que están junto al usuario en cada momento.

se trata de un componente nuevo *Bienestar Digital* [118], mientras que Apple decidió ampliar la funcionalidad de su aplicación *Salud* [119].

La herramienta *Bienestar Digital*, incluida por defecto en las nuevas versiones de Android permite, entre otras funciones, establecer un modo descanso en el que no se reciben notificaciones, otro modo denominado *sin distracciones* que pone temporalmente en pausa aplicaciones escogidas por el usuario, visualizar mediante *widgets* y paneles estadísticas relacionadas con el uso de cada aplicación o la posibilidad de limitar el tiempo de uso de ciertas aplicaciones. En la Figura 3.1 se pueden ver ejemplos tomados desde el móvil del autor.



Por otra parte, en la versión 17 de iOS, fueron incorporadas a la aplicación *Salud* características para que los usuarios reflexionaran sobre su estado de bienestar emocional, elementos de evaluación de ansiedad y depresión usados en los centros sanitarios, o estadísticas relacionadas con la salud visual. Nuevamente, se presentan algunos ejemplos en la Figura 3.2.

En cuanto a las aplicaciones específicas desarrolladas por terceros, se trata de un mercado con gran proyección. El uso de estas aplicaciones creció, entre 2019 y 2021, un 54,6% [120], a la vez que el mercado global de estas apps se estimó en un valor aproximado de 6.200 millones de dólares en 2023 proyectándose un crecimiento incremento anual del 15,8% hasta en 2030 según un análisis de *Grand View Research* [121].

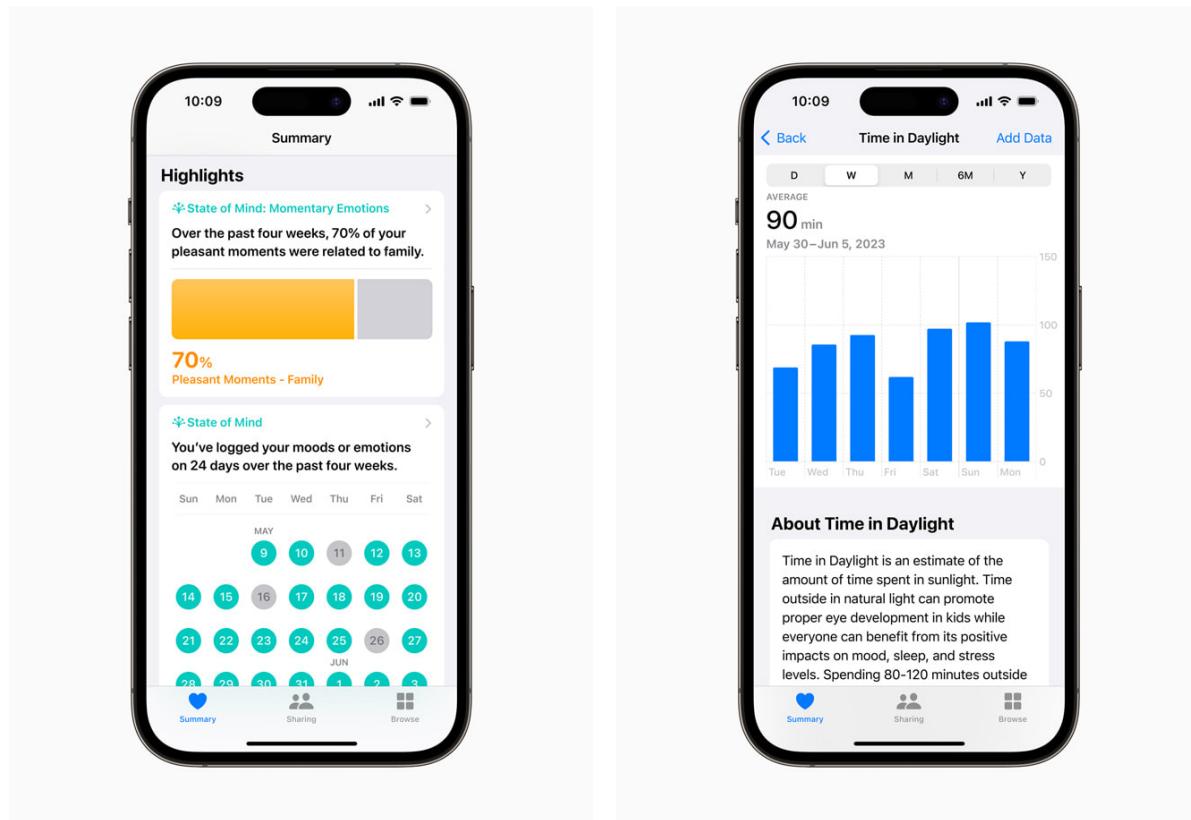


Figura 3.2: Ejemplos de las funciones de bienestar de la aplicación *Salud* de iOS, extraídos de [119].

Dentro de estas aplicaciones se pueden hallar varios enfoques. Por una parte existen plataformas como *BetterHelp* o *Talkspace*, las cuales hacen de intermediarios de usuarios con terapeutas, digitalizando el acceso al tratamiento. Otras como *Happify* no recurren a profesionales y exploran el ámbito de la gamificación, incluyendo actividades y juegos para mejorar el estado de ánimo del usuario y que este tome un rol más activo. Por otra parte, el planteamiento que se observa más común es el de aplicaciones como *Calm*, *Yana* o *Headspace*; las cuales se caracterizan por presentar meditaciones, música o ejercicios al usuario para reducir sus niveles, generalmente, de estrés [122] [123]. Para el acceso al contenido normalmente el usuario debe suscribirse, bien mensualmente o anualmente.

Estas aplicaciones presentan la ventaja de poder ser utilizadas en cualquier momento a la vez que su precio suele ser notablemente inferior al coste de un tratamiento con un especialista. Suscripciones anuales como la de *Calm* cuestan en torno a 65 euros anuales [122], mientras que el coste de una consulta de una hora con un psicólogo asciende de media a 52 euros [124]. No obstante, el precio de una consulta no muestra el trabajo previo que realiza el profesional para preparar la sesión, ni tampoco muestra la diferencia en la atención al paciente.

Sin embargo, las aplicaciones tienen una serie de desventajas claras. En primer lugar, para garantizar el rigor científico del contenido ofrecido se necesita que en su desarrollo trabajen profesionales especializados en salud mental, hecho que no suele reflejarse en la información de dichas aplicaciones. Asimismo, casos como el de *Headspace*, una aplicación con más de 60 millones de usuarios, que fue creada por un “*un monje budista tibetano y titulado en Artes Circenses en el Conservatorio de Danza y Teatro de Londres*” [124] siembran ciertas dudas de su rigurosidad científica.

En esta línea se han realizado algunos trabajos científicos debido a la popularidad de estas aplicaciones y su influencia en la salud mental en la sociedad. Según un análisis realizado en 2019 a 293 aplicaciones [125], solo el 3,41% de las mismas presentaban pruebas científicas de su eficacia: “*de estas 10 aplicaciones, sólo en tres casos la investigación era independiente; es decir, había sido realizada por una institución que no participaba en el desarrollo de la app*” [124].

Por otra parte, existen fundadas preocupaciones sobre la privacidad de dichas aplicaciones. Según un análisis de la Fundación Mozilla a 37 aplicaciones [126], a fecha de junio de 2024, unas 22 de ellas fueron marcadas con la etiqueta *privacidad no incluida*. Asimismo, se han reportado faltas de consentimiento para tratar datos confidenciales, ausencia de transparencia en los procesos o incluso, transcripciones de los chats entre los terapeutas y los usuarios. En el caso de *Talkspace*, según dos ex-empleados “*los científicos de datos de Talkspace compartían frases de estas transcripciones con el equipo de marketing para personalizar la publicidad de los usuarios*” [120].

En general, actualmente se pueden observar numerosas objeciones a estas aplicaciones tanto sobre su calidad como a la privacidad de los datos tratados, más teniendo en cuenta el impacto que pueden tener sobre la salud de las personas.

3.2 Contribución de la solución propuesta

En este apartado se introducen las ideas principales que distinguen la solución propuesta en este TFM con las encontradas en la literatura y que se han descrito e introducido en la sección anterior, así como también las cuestiones que se pretenden mejorar.

Los resultados de los trabajos previos detallados en las Secciones 3.1.1 y 3.1.2 otorgan un fundamento científico para la monitorización de la salud mental a partir de datos, bien biométricos o bien generados mediante *smartphones*.

En primer lugar, las propuestas vistas en la Sección 3.1.1 presentan el hándicap del uso de *mediciones invasivas*. En la Figura 3.3 puede verse el dispositivo colocado en el pecho en el estudio

WESAD, mientras que en la Figura 3.4 se hace referencia al componente de cabeza del artículo PASS. Como el lector puede observar, resulta muy complicado poner en marcha proyectos de monitorización de salud mental que impliquen este tipo de mediciones.

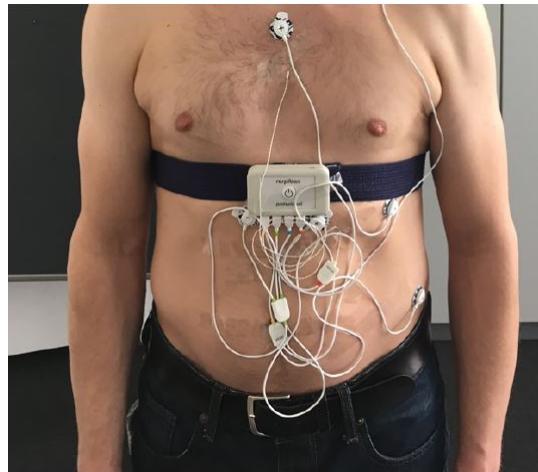


Figura 3.3: Posicionamiento de los sensores de pecho en el estudio WESAD. Imagen extraída de [114].



Figura 3.4: Posicionamiento del sensor de cabeza en el estudio PASS. Imagen extraída de [115].

No obstante, con la publicación de los *datasets* la comunidad científica puede crear modelos que permitan extraer más información del paciente a partir de estas medidas, mientras que con la progresiva miniaturización y mejora del hardware es posible que en el futuro se puedan extraer datos similares con *mediciones no invasivas*. Como se detalló en la Sección 2.2.1, actualmente es

posible encontrar *wearables*, que si bien de una manera mucho más simple y limitada, permiten realizar pruebas más complejas como los *electrocardiogramas* [127].

En segundo lugar, los significativos avances producidos en el ámbito de los *wearables* permiten mejorar el enfoque visto en la Sección 3.1.2 incorporando los datos recogidos por estos sensores. Gracias al *framework* de *Salud Conectada*, es posible abstraerse de la complejidad del hardware, siendo viable leer datos de una gran variedad de dispositivos.

Mientras en *StudentLife* se inferían los ámbitos de sueño mediante la luz y los sonidos capturados por el *smartphone*, con un *wearable* se pueden obtener incluso las fases del sueño del usuario con mayor precisión. En el caso de la movilidad ya no es necesario estimarla mediante GPS o balizas WiFi, es posible obtener directamente la distancia recorrida o los pasos caminados. Análogamente, con el estado del arte actual es practicable el poder leer datos de actividad física más complejos, como las calorías quemadas del usuario o el tipo de ejercicio realizado.

Por otra parte, en la Sección 3.1.3 se pudo comprobar que la sociedad está consumiendo aplicaciones de salud mental (especialmente, de estrés), estando dispuesta a abonar suscripciones para obtener recomendaciones y consejos. Sin embargo, también se pudo evidenciar que dependen notablemente de los datos suministrados por el usuario, a la vez de sus flaquezas en los ámbitos de privacidad y de rigor científico.

Por tanto, el valor de la solución propuesta en este TFM y planteada en la Sección 1.1 reside en los siguientes puntos:

1. Explorar las posibilidades de *Salud Conectada* para la obtención de datos de *wearables* logrando obtener datos más precisos y fiables con menores costes de desarrollo.
2. Disponer de cuestionarios y consejos con fundamento científico, los cuales puedan llegar a los usuarios finales. Asimismo, se crea el medio técnico para que investigadores de otras áreas, como la Psicología, puedan desplegar sus experimentos en la realización de pautas y cuestionarios.
3. A través de este documento y de la publicación del código fuente de todos los componentes del proyecto, aportar mayor transparencia y privacidad para los usuarios en el campo de las aplicaciones de salud mental.
4. Mediante el diseño del sistema, permitir que futuros proyectos puedan añadir el soporte para leer nuevos datos o conectar de forma sencilla módulos de aprendizaje automático que permitan una mejor estimación del estrés, depresión y/o soledad, o bien profundizar

en la construcción de un *dataset* con los datos recopilados que aporte valor a la comunidad científica.

Por último, se quiere recalcar que esta solución pretende ante todo, mediante el desarrollo de un sistema que pueda ser utilizado en un escenario real, asentar los conceptos teórico/prácticos aprendidos en el Máster. Si bien los aspectos relacionados con la ISS y el desarrollo de aplicaciones móviles juegan un papel predominante, también se pueden aplicar en menor medida algunos relacionados con otras materias, tales como las redes inalámbricas o los sistemas distribuidos.

4.

Metodología

Caer está permitido, levantarse es obligatorio.

Proverbio ruso

En primer lugar, se puede definir como metodología de desarrollo software al conjunto de técnicas, prácticas y métodos que se utilizan para diseñar e implementar un sistema basado en *software*, con la finalidad de organizar de la mejor manera posible los equipos de trabajo involucrados en el desarrollo software [128].

La elección de la metodología para un proyecto de desarrollo software depende de factores como el tamaño del equipo de desarrollo del proyecto, los requisitos del mismo y su posible cambio, las restricciones de tiempo, entre otros. Asimismo, dicha elección impacta notablemente en ámbitos como la gestión de los recursos, la planificación de las actividades, la comunicación entre los miembros del equipo o a la evaluación de la calidad del producto.

4.1 Metodologías de desarrollo del *software* de Sistemas

Las metodologías para el desarrollo de software han sufrido una constante evolución desde su aparición en los años 60 del siglo pasado y presentan grandes diferencias entre sí. En esta sección serán introducidas algunas de las metodologías más relevantes, remitiendo al lector a las publicaciones citadas si desea profundizar en las mismas.

4.1.1 Metodologías Tradicionales

Estas metodologías se basan en una estructura lineal, donde se completan las fases del desarrollo en secuencia. El calificativo tradicional se debe a su creación en los inicios de la Ingeniería del Software como área de la Informática.

- **Cascada:** este modelo, según [129], separa las actividades fundamentales tales como la especificación, desarrollo, validación y evolución, en una secuencia de fases: definición de requerimientos, diseño del sistema software, implementación y prueba de unidad, integración y pruebas del sistema y, por último, operación y mantenimiento. El desarrollo se lleva a cabo completando cada una de estas fases de forma secuencial, pudiendo regresar a cualquiera de las fases anteriores solo tras haber completado previamente la secuencia completa.

Por otra parte, existen modificaciones de esta metodología, como *cascada con retroalimentación*, que añaden la posibilidad de considerar volver a la fase anterior de desarrollo en caso de identificarse problemas, sin necesidad de finalizar todas las etapas; como puede verse en la Figura 4.1.

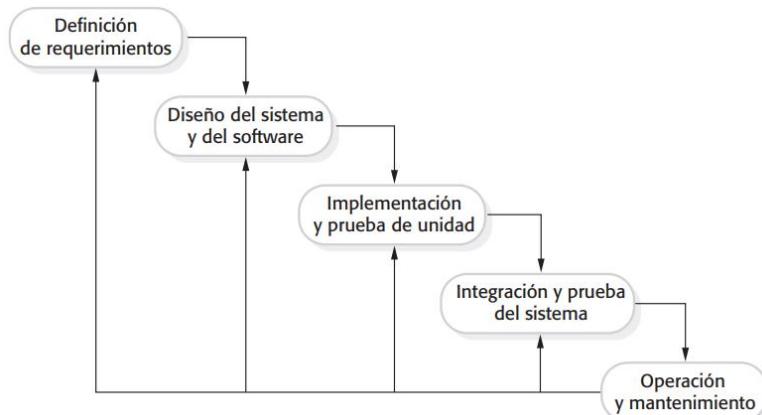


Figura 4.1: Modelo en cascada con retroalimentación, extraído de [129]

- **Modelo en V:** considerado como una variante de la metodología en cascada, se representan las acciones a seguir en una V, como se puede ver en la Figura 4.2. Segundo [130], a medida que el equipo de software avanza hacia abajo desde el lado izquierdo de la V, los requerimientos básicos del problema mejoran hacia representaciones técnicas cada vez más detalladas del problema y de su solución.

Una vez que se ha generado el código, el equipo sube por el lado derecho de la V, y en esencia ejecuta una serie de pruebas (acciones para asegurar la calidad) que validan cada uno de los modelos creados cuando el equipo fue hacia abajo por el lado izquierdo donde se aprecia la

relación entre las acciones para el aseguramiento de la calidad y aquellas asociadas con la comunicación, modelado y construcción temprana.

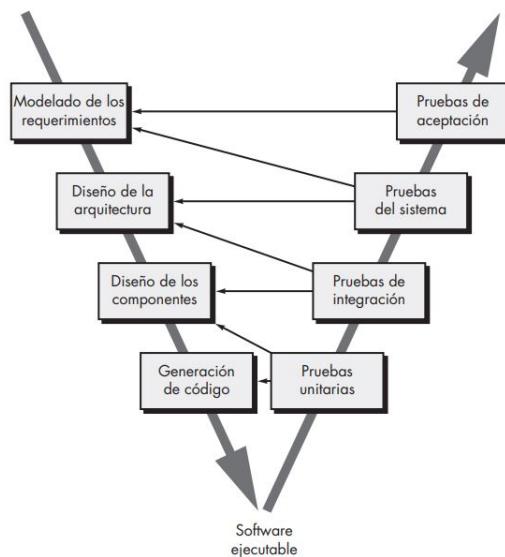


Figura 4.2: Modelo en V, extraído de [130]

4.1.2 Metodologías Ágiles

Este conjunto de métodos deben su nombre al *Manifiesto Ágil* [131], donde se reivindica un enfoque que apueste por “individuos e interacciones sobre procesos y herramientas, software funcionando sobre documentación extensiva, colaboración con el cliente sobre negociación contractual y respuesta ante el cambio sobre seguir un plan”. Algunas de las metodologías que implementan estos principios son:

- **Scrum**, si bien es previa al *Manifiesto Ágil*, sus principios son congruentes con el manifiesto. En esta aproximación se utiliza un enfoque iterativo para el desarrollo, bajo el concepto de *sprint*, tal y como se puede visualizar en la Figura 4.3. Un *sprint* es una unidad de trabajo de duración fija (normalmente dos semanas) en la cual no se pueden introducir cambios, permitiendo cierta estabilidad a la vez que se abraza el cambio [130].

Asimismo, en esta unidad de tiempo se incorporan una serie de reuniones o ceremonias, tales la reunión diaria o *daily*, en la que en 15 minutos cada integrante del equipo expresa qué ha hecho desde la reunión anterior, sus planes de cara a la siguiente y los obstáculos que está encontrando; la *Sprint Planning*, en la que el equipo de desarrollo decide las tareas a realizar en el siguiente sprint, o la *Sprint Retrospective*, donde se analiza la ejecución del sprint anterior para plantear posibles mejoras.

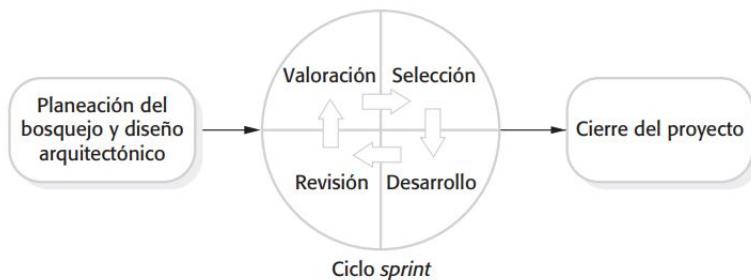


Figura 4.3: El proceso de Scrum, extraído de [129]

Por otra parte, se definen roles en el equipo tales como *Scrum Master*, el cual se encarga de la comunicación con otros equipos y clientes, modera las reuniones y registra las decisiones entre otras cuestiones, o el *Product Owner*, siendo el responsable del proyecto en cuanto al desarrollo, mantenimiento y priorización de las tareas [132].

- **Kanban** es una metodología ágil creada por Toyota, la cual tiene como elemento diferenciador el uso de tarjetas visuales (kanban en japonés) [133], representadas en forma de un tablero donde se refleja el flujo de los procesos en un trabajo designado, permitiendo a cada responsable mover sus tareas libremente según los avances. Ese flujo de trabajo puede ser algo tan sencillo como “Por hacer”, “En curso” y “Terminado”. [134], como se puede ver en la Figura 4.4.

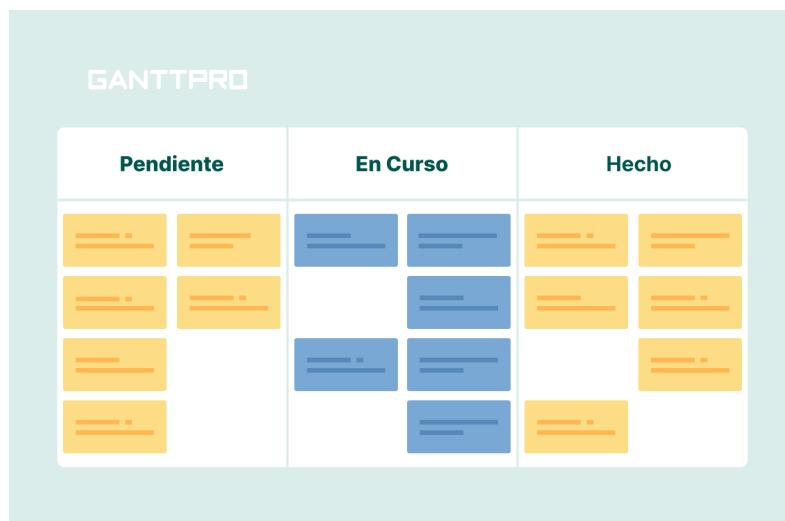


Figura 4.4: Tablero Kanban, extraído de [135]

Según [132], algunos de sus principios son:

1. Visualizar lo que hace. La visualización por parte de todos los responsables del proyecto en el flujo de las tareas permite mantenerse atentos sobre el desarrollo del proyecto.
2. Limitar la cantidad de trabajo en proceso. El establecimiento de metas alcanzables permite al grupo un equilibrio en el flujo del trabajo y previene el exceso de procesos centralizados en pocos responsables.
3. Realizar seguimiento del tiempo. El manejo del tiempo de forma organizada permite obtener resultados precisos en el proyecto.
4. Lectura fácil de indicadores visuales. La visualización de los tipos de trabajo, prioridades, fechas y demás detalles empodera al equipo en el desarrollo de soluciones ajustadas a la realidad.

4.2 Metodología de desarrollo seleccionada

Para el desarrollo de este proyecto se ha elegido la metodología **en cascada con retroalimentación**, justificándose dicha elección con las siguientes razones:

- **Equipo reducido:** el equipo de desarrollo de este proyecto se ha compuesto únicamente por el autor, con la supervisión de sus dos directoras. Como se describió anteriormente, metodologías como Scrum definen una serie de roles claramente diferenciados; por lo que no se adaptan a un equipo tan reducido.
- **Estabilidad de los requisitos:** los requisitos que fundamentan este proyecto son definidos claramente desde el inicio, siendo poco propensos a ser modificados durante la ejecución del mismo.
- **Definición clara y sencilla de las fases:** se busca una metodología que permita trabajar eficientemente, con la menor sobrecarga posible mientras se garantice la calidad. Al asumirse un cambio inexistente o relativamente pequeño, se puede contemplar el uso de metodologías tradicionales en lugar de las ágiles, al no necesitarse la sobrecarga de roles y ceremonias.
- **Retroalimentación periódica:** si bien no se contemplan cambios significativos durante el desarrollo del proyecto, se desea cierta flexibilidad que permita descubrir y corregir errores de forma temprana. Metodologías tradicionales, como en cascada sin retroalimentación, muestran un enfoque muy rígido para la identificación y resolución de problemas durante el transcurso del proyecto.

5. Análisis del sistema propuesto

Cada día me gusta levantarme porque hay otro reto.

Roger Penske

El propósito de este capítulo consiste en la [Especificación de Requisitos Software \(ERS\)](#) correspondiente al proyecto desarrollado en este [TFM](#). Para la elaboración de la misma se ha tomado como base el estándar IEEE 830 [136].

Esta especificación recoge todas las características, objetivos, restricciones y suposiciones para el desarrollo del proyecto, definiendo claramente el sistema a desarrollar y sirviendo asimismo de referencia para la verificación y validación de la solución implementada. Para dicha definición en primer lugar serán documentadas qué restricciones, suposiciones y dependencias son asumidas para posteriormente determinar los requisitos de usuario, los requisitos no funcionales y por último, los requisitos de interfaces externas.

Por otra parte, dado que este proyecto tiene una naturaleza abierta y transparente, en especial al tratar datos sensibles; el público objetivo de esta especificación de requisitos es cualquier persona que desee conocer las características del sistema y sobre qué criterios, restricciones o supuestos ha sido diseñado, incrementando la confianza social en el proyecto.

5.1 Alcance

Como ya se mencionó en la Sección 1.1, el objetivo principal de este [TFM](#) es la creación de un prototipo de un sistema que permita la detección precoz y la mejora de los trastornos de salud mental en la comunidad universitaria.

Este proyecto se fundamenta en la alarmante situación psicológica que atraviesa nuestra sociedad,

partiendo de la premisa de que en numerosas ocasiones las personas desconocen factores, conductas o síntomas relacionados con problemas de salud mental, pero que mejorando la conciencia de los mismos se podría reducir el número y la gravedad de los casos.

Para ello, este sistema se encargará de monitorizar y visualizar las medidas de estrés, soledad, depresión y suicidio, en base a cuestionarios que la persona rellene diariamente; planteándose un complemento para mejorar la sensibilidad de los usuarios sobre la evolución de su salud mental. Para ello, aportará consejos y remitiendo a un profesional cuando la situación del usuario sea delicada; quedando fuera del proyecto cuestiones como el asesoramiento médico profesional o una atención psicológica personalizada.

Dichos consejos estarán personalizados para el nivel de gravedad (o ausencia de la misma) de cada medida permitiendo además, que el usuario pueda ver claramente cómo se ha sentido durante los últimos días, semanas o meses para cada variable.

Por otra parte, para reducir la estigmatización que aún hoy se percibe de la Salud Mental, el sistema presentará al usuario una visualización de una serie de datos sobre estrés, soledad y depresión del resto de usuarios.

Asimismo, la aplicación recopilará los datos de su dispositivo *wearable* a los que el usuario haya dado acceso con la finalidad de construir un conjunto de datos anonimizado con el que se pueda desarrollar un modelo predictivo de esas medidas, permitiendo un apoyo más integral al usuario.

Finalmente, tanto la información de los datos de las medidas del usuario como sus datos sanitarios, serán enviados a un servidor alojado en la universidad para su guardado únicamente en el caso de los datos sanitarios. En cuanto a las medidas de los usuarios, serán guardadas y procesadas para presentar al usuario las tendencias del resto de usuarios.

La **ERS** que se presenta a continuación se estructura de la siguiente forma:

1. En la Sección 5.2 se especifica la descripción general del producto a desarrollar. Para ello, se pone al usuario en contexto (Sección 5.2.1), para continuar especificando los usuarios del producto (Sección 5.2.2). Tras ello se detallarán las restricciones generales del producto, sus suposiciones y dependencias en las secciones 5.2.3, 5.2.4 y 5.2.5, respectivamente.
2. Posteriormente, en la Sección 5.3 se detalla la especificación formal de los requisitos del proyecto propiamente dicha. En la Sección 5.3.1 se definirán los requisitos de los usuarios finales que especifican las necesidades de los mismos. Cada requisito de usuario será des-

compuesto en uno o más requisitos funcionales, mientras que los no funcionales estarán desglosados por categorías en la Sección 5.3.2.

3. Por último, en la Sección 5.4 se detallarán los requisitos de interfaces hardware y software que caracterizan las conexiones entre componentes (Secciones 5.4.1 y 5.4.2, respectivamente), y las restricciones de desarrollo en la Sección 5.4.3.

5.2 Descripción general del producto

5.2.1 Perspectiva del producto

Como se detalló en las secciones 1.1 y 5.1, el objetivo principal de este TFM es la creación de un prototipo de un Sistema para el Bienestar Emocional, sobre el cual pueda servir como punto de partida para proyectos de futuros alumnos, incorporando más funcionalidades y profundidad en las mismas sin necesidad de rehacer gran parte del trabajo.

Este prototipo, a través de su aplicación móvil, se apoyará en el sistema operativo Android para su posible uso en una enorme variedad de dispositivos móviles. Asimismo, a través de su SDK, se interactuará con el sistema operativo para ciertos escenarios, como la planificación de tareas.

Por otra parte, para la lectura de datos de los *wearables* se contará con en el nuevo componente de Android *Salud Conectada* (o *Health Connect* en inglés). Dicho componente permitirá la abstracción de los componentes hardware delegando a los fabricantes la conexión de sus dispositivos con este sistema y unificando el acceso y uso de los datos de actividad física. La extracción de datos por otros canales queda fuera de este proyecto, ya que los cauces legales están fuertemente restringidos.

En cuanto al procesamiento de los datos será utilizado un servidor puesto a disposición por la Universidad como prototipo, no contemplándose ningún trabajo de despliegue en un escenario real del mismo.

Asimismo, para el diseño de las medidas de seguimiento y los consejos para los usuarios se ha contado con la colaboración de dos psicólogas investigadoras, las cuales han asesorado en la elección de los cuestionarios puntuales y han elaborado el contenido tanto de los cuestionarios diarios como de las recomendaciones.

Por último, se busca que este sistema sea un marco para la investigación en el campo de la Psicología permitiendo la realización de experimentos que necesiten acceso a datos de actividad física

o cuestionarios.

5.2.2 Características de los usuarios finales

Los usuarios finales de este sistema serán los miembros de la comunidad universitaria que deseen monitorizar su salud mental, sin necesidad de conocimientos específicos. No obstante, deberán de cumplir con las siguientes pautas:

1. Los usuarios dispondrán de un *smartphone* con sistema operativo Android, cuya versión cumpla la **RG-2**.
2. El usuario realizará de forma habitual los cuestionarios ofrecidos por la aplicación.
3. El usuario estará dispuesto a que sus respuestas a los cuestionarios sean subidas a un servidor de la universidad, con un identificador de usuario anónimo.
4. Opcionalmente, el usuario dispondrá de un dispositivo *wearable* compatible con *Salud Conectada*, con la aplicación del fabricante¹ correspondiente instalada y el dispositivo conectado a su *smartphone*.

5.2.3 Restricciones generales

Debido funcionalmente a los componentes en los que se apoya el proyecto para ser implementable, es necesario definir ciertas restricciones generales, a saber:

RG-1 La aplicación se ejecutará sobre el sistema operativo Android. Concretamente, se tomará Android 14 como referencia.

RG-2 La aplicación especificará Android 9 como versión mínima, pudiéndose ejecutar la aplicación en cualquier versión entre la mínima y la referente.

5.2.4 Suposiciones

SUP-1 El usuario de la aplicación dispone de conexión a Internet de forma habitual.

SUP-2 El usuario de la aplicación es el mismo que utiliza el dispositivo *wearable*.

¹A fecha de realización de este proyecto, los fabricantes que garantizan compatibilidad con este ecosistema son Fitbit o Samsung

SUP-3 Las respuestas del usuario a los cuestionarios serán veraces y verídicas.

SUP-4 El usuario llenará frecuentemente los cuestionarios.

SUP-5 El usuario utilizará con cierta asiduidad el dispositivo *wearable*.

SUP-6 El servidor donde se aloja el componente homónimo está disponible.

SUP-7 El usuario desactiva el ahorro de batería relativo a la aplicación, para que la optimización de energía del sistema operativo no interfiera con la aplicación en determinados escenarios.

SUP-8 Se supone que habrá más de un usuario utilizando la aplicación diariamente.

SUP-9 Se supone que el dispositivo móvil que ejecute la aplicación es un *smartphone* o una tableta, no otros dispositivos Android como televisores o bajo emulación, los cuales teóricamente podrían ejecutar la aplicación.

5.2.5 Dependencias

DEP-1 Para garantizar la lectura de los datos del dispositivo *wearable*, el fabricante debe integrar su sistema con el *framework* de *Salud Conectada*, escribiendo regularmente en este componente los datos recogidos por el *wearable*.

DEP-2 En relación con DEP-1, el *wearable* del usuario escribirá en *Salud Conectada* los datos recogidos.

DEP-3 Para la ejecución de las tareas recurrentes es necesario que el sistema operativo otorgue recursos de ejecución a la aplicación.

5.3 Requisitos específicos

5.3.1 Requisitos funcionales

Siguiendo las pautas de algunas metodologías tradicionales o híbridas dentro de la Ingeniería de Requisitos, aquellas que, como por ejemplo tienen descritas sus prácticas en el libro *Software Requirements* [137], en esta sección se definirán los requisitos funcionales del sistema a desarrollar agrupados por sus correspondientes requisitos de usuario. En este contexto, los requisitos de usuario tiene como finalidad describir las necesidades de usuario de las que se derivan dichos requisitos funcionales.

RU-1 Como usuario, quiero realizar un seguimiento del estrés para controlar mi evolución del mismo.

RF-1 El seguimiento del estrés se realizará mediante cuestionarios diarios que recogerán la siguiente información del usuario: nerviosismo, angustia, sensación de actividad y preocupación.

RF-2 La aplicación desplegará un cuestionario matutino diario de estrés sobre las 9:00 hora local del usuario, recogiendo la siguiente información del nerviosismo, angustia, sensación de actividad y preocupación relativa al momento correspondiente. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.1.1](#).

RF-3 La aplicación desplegará un cuestionario vespertino diario de estrés sobre las 21:00 hora local del usuario, recogiendo la siguiente información del nerviosismo, angustia, sensación de actividad y preocupación relativa al día en su totalidad. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.2.1](#).

RF-4 La aplicación desplegará un cuestionario puntual para el seguimiento del estrés sobre las 15:00 hora local del usuario, cada dos semanas. Dicho cuestionario será el PSS-10, cuya definición se recoge en el Anexo [B.1](#).

RF-5 La medida estrés estará calibrada en tres umbrales, a saber: baja, moderada y alta.

RF-6 Para cada umbral de la medida de estrés se dispondrá de al menos un mensaje o recomendación.

RF-7 La creación de cada cuestionario de estrés será notificada al usuario.

RF-8 La aplicación permitirá ir guardando parcialmente las respuestas que un usuario realice de un cuestionario de estrés.

RF-9 La aplicación mostrará al usuario si dispone de cuestionarios de estrés por completar para su finalización.

RF-10 Al finalizar un cuestionario de estrés, se le presentará al usuario el resultado numérico del mismo.

RF-11 Al finalizar un cuestionario de estrés, se le presentará al usuario el resultado cualitativo del mismo.

RF-12 Al finalizar un cuestionario de estrés, se le presentará al usuario un consejo o recomendación según su nivel de estrés.

RU-2 Como usuario quiero realizar un seguimiento de la depresión para controlar mis niveles de la misma.

- RF-13** El seguimiento de la depresión se realizará mediante cuestionarios diarios que recogerán la siguiente información del usuario: tristeza, apatía y sensación de vacío.
- RF-14** La aplicación desplegará un cuestionario matutino diario de depresión sobre las 9:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de la tristeza, apatía y sensación de vacío relativa al momento correspondiente. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.1.2](#).
- RF-15** La aplicación desplegará un cuestionario vespertino diario de depresión sobre las 21:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de la tristeza, apatía y sensación de vacío relativa al día en su totalidad. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.2.2](#).
- RF-16** La aplicación desplegará un cuestionario puntual para el seguimiento de la depresión sobre las 15:00, hora local del usuario, cada dos semanas. Dicho cuestionario será el PHQ-9, cuya definición se recoge en el Anexo [B.2](#).
- RF-17** La medida depresión estará calibrada en tres umbrales, a saber: baja, moderada y alta.
- RF-18** Para cada umbral de la medida depresión se dispondrá de al menos un mensaje o recomendación.
- RF-19** La creación de cada cuestionario de depresión será notificada al usuario.
- RF-20** La aplicación permitirá ir guardando parcialmente las respuestas que un usuario realice de un cuestionario de depresión.
- RF-21** La aplicación mostrará al usuario si dispone de cuestionarios de depresión por completar.
- RF-22** Al finalizar un cuestionario de depresión, se le presentará al usuario el resultado numérico del mismo.
- RF-23** Al finalizar un cuestionario de depresión, se le presentará al usuario el resultado cualitativo del mismo.
- RF-24** Al finalizar un cuestionario de depresión, se le presentará al usuario un consejo o recomendación según su nivel de depresión.

RU-3 Como usuario, quiero realizar un seguimiento de la soledad para controlar mis niveles de la misma.

- RF-25** El seguimiento de la soledad se realizará mediante cuestionarios diarios que recogerán la siguiente información del usuario: sensación de soledad, sentimiento de incomprendión y sensación de falta de apoyo.

- RF-26** La aplicación desplegará un cuestionario matutino diario de soledad sobre las 9:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de la sensación de soledad, sentimiento de incomprendión y sensación de falta de apoyo relativa al momento correspondiente. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo A.1.3.
- RF-27** La aplicación desplegará un cuestionario vespertino diario de soledad sobre las 21:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de la sensación de soledad, sentimiento de incomprendión y sensación de falta de apoyo relativa al día en su totalidad. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo A.2.3.
- RF-28** La aplicación desplegará un cuestionario puntual para el seguimiento de la soledad sobre las 15:00, hora local del usuario, cada dos semanas. Dicho cuestionario será el UCLA-20, cuya definición se recoge en el Anexo B.3.
- RF-29** La medida soledad estará calibrada en tres umbrales, a saber: baja, moderada y alta.
- RF-30** Para cada umbral de la medida soledad se dispondrá de al menos un mensaje o recomendación.
- RF-31** La creación de cada cuestionario de soledad será notificada al usuario.
- RF-32** La aplicación permitirá ir guardando parcialmente las respuestas que un usuario realice de un cuestionario de soledad.
- RF-33** La aplicación mostrará al usuario si dispone de cuestionarios de soledad por completar para su finalización.
- RF-34** Al finalizar un cuestionario de soledad, se le presentará al usuario el resultado numérico del mismo.
- RF-35** Al finalizar un cuestionario de soledad, se le presentará al usuario el resultado cualitativo del mismo.
- RF-36** Al finalizar un cuestionario de soledad, se le presentará al usuario un consejo o recomendación según su nivel de soledad.

RU-4 Como usuario, quiero realizar un seguimiento del riesgo de suicidio para controlar mi nivel del mismo.

- RF-37** El seguimiento del riesgo de suicidio se realizará mediante cuestionarios diarios que recogerán la siguiente información del usuario: pensamientos suicidas y posibilidades de suicidio.
- RF-38** La aplicación desplegará un cuestionario matutino diario de riesgo de suicidio sobre las 9:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de los pensamien-

tos suicidas y posibilidades de suicidio relativa al momento correspondiente. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.1.4](#).

- RF-39** La aplicación desplegará un cuestionario vespertino diario de riesgo de suicidio sobre las 21:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información de los pensamientos suicidas y posibilidades de suicidio relativa al día en su totalidad. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo [A.2.4](#).
- RF-40** La medida de riesgo de suicidio estará calibrada en tres umbrales, a saber: bajo, moderado y alto.
- RF-41** Para cada umbral de la medida riesgo de suicidio se dispondrá de al menos un mensaje o recomendación.
- RF-42** La creación de cada cuestionario de riesgo de suicidio será notificada al usuario.
- RF-43** La aplicación permitirá ir guardando parcialmente las respuestas que un usuario realice de un cuestionario de suicidio.
- RF-44** La aplicación mostrará al usuario si dispone de cuestionarios de riesgo de suicidio por completar.
- RF-45** Al finalizar un cuestionario de riesgo de suicidio, se le presentará al usuario un consejo o recomendación según su nivel de riesgo de suicidio.

RU-5 Como usuario, quiero visualizar mi nivel más reciente de estrés de forma fácil para que pueda tomar conciencia de mi estado y recordarlo.

- RF-46** La aplicación mostrará al usuario el resultado numérico del último cuestionario de estrés.
- RF-47** La aplicación mostrará al usuario el nivel cualitativo del último cuestionario de estrés.

RU-6 Como usuario, quiero visualizar mi nivel más reciente de la depresión de forma fácil para que pueda tomar conciencia de mi estado y recordarlo.

- RF-48** La aplicación mostrará al usuario el resultado numérico del último cuestionario de depresión.
- RF-49** La aplicación mostrará al usuario el nivel cualitativo del último cuestionario de depresión.

RU-7 Como usuario, quiero visualizar mi nivel más reciente de soledad de forma fácil para que pueda tomar conciencia de mi estado y recordarlo.

- RF-50** La aplicación mostrará al usuario el resultado numérico del último cuestionario de soledad.
- RF-51** La aplicación mostrará al usuario el nivel cualitativo del último cuestionario de soledad.
- RU-8** Como usuario, quiero disponer de al menos un consejo para cada nivel de estrés para saber cómo reducirlo en cada momento.
- RF-52** La aplicación mostrará un consejo sobre el nivel de estrés registrado al terminar un cuestionario.
- RF-53** En la visualización de la última medición de estrés se podrá consultar un consejo sobre el mismo.
- RU-9** Como usuario, quiero disponer de al menos un consejo para cada nivel de depresión para saber cómo reducirlo en cada momento.
- RF-54** La aplicación mostrará un consejo sobre el nivel de depresión registrado al terminar un cuestionario.
- RF-55** En la visualización de la última medición de depresión se podrá consultar un consejo sobre el mismo.
- RU-10** Como usuario, quiero disponer de al menos un consejo para cada nivel de soledad para saber cómo reducirlo en cada momento.
- RF-56** La aplicación mostrará un consejo sobre el nivel de soledad registrado al terminar un cuestionario.
- RF-57** En la visualización de la última medición de soledad se podrá consultar un consejo sobre el mismo.
- RU-11** Como usuario, quiero disponer de al menos un consejo para cada nivel de riesgo de suicidio para saber cómo reducirlo en cada momento.
- RF-58** La aplicación mostrará un consejo sobre el nivel de riesgo de suicidio registrado al terminar un cuestionario.

RU-12 Como usuario, quiero visualizar la evolución de mis registros de estrés para observarla a lo largo del tiempo.

RF-59 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de estrés agrupadas por día.

RF-60 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de estrés agrupadas por semana.

RF-61 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de estrés agrupadas por mes.

RF-62 El usuario podrá escoger el intervalo de tiempo sobre el cual desea consultar sus estadísticas de estrés.

RU-13 Como usuario, quiero visualizar la evolución de mis registros de depresión para observarla a lo largo del tiempo.

RF-63 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de depresión agrupadas por día.

RF-64 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de depresión agrupadas por semana.

RF-65 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de depresión agrupadas por mes.

RF-66 El usuario podrá escoger el intervalo de tiempo sobre el cual desea consultar sus estadísticas de depresión.

RU-14 Como usuario, quiero visualizar la evolución de mis registros de soledad para observarla a lo largo del tiempo.

RF-67 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de soledad agrupadas por día.

RF-68 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de soledad agrupadas por semana.

RF-69 El usuario podrá visualizar sus estadísticas de soledad agrupadas por mes.

RF-70 El usuario podrá escoger el intervalo de tiempo sobre el cual desea consultar sus estadísticas de soledad.

RU-15 Como usuario, deseo consultar estadísticas de estrés de la comunidad de usuarios para poner en contexto mis niveles y apreciar la evolución de la comunidad.

RF-71 El usuario podrá visualizar la media de estrés que han exhibido los usuarios de la comunidad durante el día anterior.

RF-72 El usuario podrá visualizar la media de estrés de los usuarios de la comunidad que se ha observado en los últimos siete días.

RF-73 El usuario podrá visualizar la media de estrés de los usuarios de la comunidad sobre los datos de la semana actual.

RU-16 Como usuario, deseo consultar estadísticas de depresión de la comunidad de usuarios para poner en contexto mis niveles y apreciar la evolución de la comunidad.

RF-74 El usuario podrá visualizar la media de depresión que han exhibido los usuarios de la comunidad durante el día anterior.

RF-75 El usuario podrá visualizar la media de depresión de los usuarios de la comunidad que se ha observado en los últimos siete días.

RF-76 El usuario podrá visualizar la media de depresión de los usuarios de la comunidad sobre los datos de la semana actual.

RU-17 Como usuario, deseo consultar estadísticas de soledad de la comunidad de usuarios para poner en contexto mis niveles y apreciar la evolución de la comunidad.

RF-77 El usuario podrá visualizar la media de soledad que han exhibido los usuarios de la comunidad durante el día anterior.

RF-78 El usuario podrá visualizar la media de soledad de los usuarios de la comunidad que se ha observado en los últimos siete días.

RF-79 El usuario podrá visualizar la media de soledad de los usuarios de la comunidad sobre los datos de la semana actual.

RU-18 Como usuario, quiero visualizar mis datos de actividad física recogidos por la aplicación.

RF-80 La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de la distancia recorrida recogidos desde el dispositivo *wearable*.

RF-81 La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos del desnivel obtenido recogidos desde el dispositivo *wearable*.

RF-82 La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de las sesiones de ejercicio realizadas recogidos desde el dispositivo *wearable*.

RF-83 La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de los pisos subidos durante la actividad física recogidos desde el dispositivo *wearable*.

RF-84 La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de la frecuencia cardíaca recogidos desde el dispositivo *wearable*.

- RF-85** La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de sueño recogidos desde el dispositivo *wearable*.
- RF-86** La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de los pasos realizados recogidos desde el dispositivo *wearable*.
- RF-87** La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos de las calorías quemadas recogidos desde el dispositivo *wearable*.
- RF-88** La aplicación solicitará al usuario explícitamente el permiso de lectura de los datos del peso corporal recogidos desde el dispositivo *wearable*.
- RF-89** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de la distancia recorrida por el usuario.
- RF-90** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de desnivel ganado por el usuario.
- RF-91** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de las sesiones de ejercicio realizadas por el usuario.
- RF-92** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de las plantas subidas por el usuario.
- RF-93** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de la frecuencia cardíaca del usuario.
- RF-94** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de sueño del usuario.
- RF-95** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de los pasos realizados por el usuario.
- RF-96** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* datos de las calorías quemadas por el usuario.
- RF-97** La aplicación extraerá del dispositivo *wearable* los datos de peso del usuario.
- RF-98** La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de distancia recorrida.
- RF-99** La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos del desnivel obtenido.
- RF-100** La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de sesiones de ejercicio.
- RF-101** La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de plantas subidas.

RF-102 La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de frecuencia cardíaca.

RF-103 La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de sueño.

RF-104 La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de pasos realizados.

RF-105 La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de calorías quemadas.

RF-106 La aplicación dispondrá de un panel para visualizar los datos recogidos de peso.

RU-19 Como analista de datos quiero poder consultar los datos de estrés recogidos de todos los usuarios para utilizarlos en mi investigación.

RF-107 Para cada cuestionario de estrés diario se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.

RF-108 Para cada cuestionario de estrés puntual se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.

RF-109 El servidor recogerá de cada usuario sus cuestionarios de estrés finalizados, agrupados por identificador de usuario.

RU-20 Como analista de datos quiero poder consultar los datos de depresión recogidos de todos los usuarios para utilizarlos en investigación.

RF-110 Para cada cuestionario de depresión diario se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.

RF-111 Para cada cuestionario de depresión puntual se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.

RF-112 El servidor recogerá de cada usuario sus cuestionarios de depresión finalizados, agrupados por identificador de usuario.

RU-21 Como analista de datos quiero poder consultar los datos de soledad recogidos de todos los usuarios para utilizarlos en mi investigación.

- RF-113** Para cada cuestionario de soledad diario se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.
- RF-114** Para cada cuestionario de soledad puntual se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, la puntuación numérica, el nivel cualitativo y la opción marcada para cada pregunta.
- RF-115** El servidor recogerá de cada usuario sus cuestionarios de soledad finalizados, agrupados por identificador de usuario.

RU-22 Como analista de datos quiero poder consultar los datos de riesgo de suicidio de todos los usuarios recogidos para utilizarlos en mi investigación.

- RF-116** Para cada cuestionario de riesgo de suicidio se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no y la opción marcada para cada pregunta.
- RF-117** El servidor recogerá de cada usuario sus cuestionarios de riesgo de suicidio finalizados, agrupados por identificador de usuario.

RU-23 Como analista de datos quiero un cuestionario de contraste para validar la percepción general de la persona.

- RF-118** Los cuestionarios contraste se realizarán diariamente y recogerán la siguiente información del usuario: apetito, energía, descanso, concentración, libido y dolor físico.
- RF-119** La aplicación desplegará un cuestionario vespertino diario de contraste sobre las 21:00, hora local del usuario, recogiendo la siguiente información del apetito, energía, descanso, concentración, libido y dolor físico relativa al día en su totalidad. La definición de este cuestionario se recoge en el Anexo A.2.5.
- RF-120** La creación de cada cuestionario de contraste será notificada al usuario.
- RF-121** El usuario podrá terminar un cuestionario de contraste en curso en otro momento.
- RF-122** La aplicación mostrará al usuario si dispone de cuestionarios de contraste por completar para su finalización.
- RF-123** Para cada cuestionario de contraste se guardará un identificador del mismo, el instante de creación, el instante de la última modificación, si está completado o no, y los niveles del usuario de ese día.

- RF-124** El servidor recogerá de cada usuario sus cuestionarios de contraste finalizados, agrupados por identificador de usuario.
- RU-24** Como analista de datos, quiero poder consultar los datos de actividad física recogidos de todos los usuarios para correlacionarlos con los niveles de estrés, depresión, soledad y riesgo de suicidio.
- RF-125** El servidor recogerá de cada usuario sus datos de actividad física, agrupados por identificador de usuario.
- RF-126** Para cada dato de distancia recorrida se guardará la medida en metros y el intervalo de tiempo donde se efectuó la medida.
- RF-127** Para cada dato de desnivel obtenido se guardará la medida en metros y el intervalo de tiempo donde se efectuó la medida.
- RF-128** Para cada dato de las sesiones de ejercicio realizadas se guardará el tipo de ejercicio realizado y el intervalo de tiempo donde se realizó dicho ejercicio.
- RF-129** Para cada dato de las plantas subidas se guardará la medida y el intervalo de tiempo donde se efectuó dicha medición.
- RF-130** Para cada dato de la frecuencia cardíaca se guardará una lista de mediciones en formato instante, pulsaciones; y el intervalo de tiempo al que pertenecen las mediciones.
- RF-131** Para cada dato de sueño se guardará una lista de mediciones en formato instante, fase del sueño; y el intervalo de tiempo donde se efectuó la medida.
- RF-132** Para cada dato de los pasos realizados se guardará la medida y el intervalo de tiempo donde se efectuó dicha medición.
- RF-133** Para cada dato de datos de las calorías quemadas se guardará la medida en kilocalorías (kcal) y el intervalo de tiempo donde se efectuó la medida.
- RF-134** Para cada dato de peso se guardará la medida en kilogramos (kg) y el instante de tiempo donde se efectuó la medición.

5.3.2 Requisitos no funcionales

Eficiencia (Efficiency)

- RNF-1** La aplicación sólo intentará enviar datos al servidor cuando se disponga de conexión a Internet.

RNF-2 Si en el momento de envío de datos el dispositivo no dispone de conexión a Internet se aplazará la subida de los mismos para realizarse en cuanto se disponga de conexión.

RNF-3 En cada envío de datos la aplicación sólo enviará los datos recogidos desde el último envío.

Extensibilidad (Extensibility)

RNF-4 El diseño y la aplicación garantizarán, en la medida de lo posible, el soporte a nuevas versiones de Android.

RNF-5 El diseño y la aplicación garantizarán, en la medida de lo posible, la incorporación y/o eliminación de tipos de datos de actividad física.

Mantenibilidad (Maintainability)

RNF-6 Se desarrollará el código software siguiendo los principios S.O.L.I.D.

Instalabilidad (Installability)

RNF-7 La aplicación notificará al usuario si necesita instalar el componente *Health Connect* para los dispositivos con versiones de Android inferiores a la 14.

Rendimiento (Performance)

RNF-8 La aplicación subirá al servidor los datos de actividad física cada 8 horas.

RNF-9 La aplicación subirá al servidor los datos de los cuestionarios diarios terminados cada 8 horas.

RNF-10 La aplicación subirá al servidor los datos de los cuestionarios puntuales terminados cada 8 horas.

RNF-11 La aplicación guardará cuándo se realizó con éxito la última subida de datos para procesar únicamente los datos nuevos desde ese momento.

Portabilidad (Portability)

RNF-12 La aplicación deberá funcionar en cualquier dispositivo móvil o tableta Android, que cumpla las restricciones **RG-1** y **RG-2**.

RNF-13 La aplicación deberá poder leer los datos de cualquier dispositivo *wearable* que haya integrado el fabricante del mismo con *Health Connect*.

Seguridad (Safety)

RNF-14 El identificador de usuario será generado aleatoriamente por la aplicación para garantizar la anonimidad del mismo.

RNF-15 La base de datos de la aplicación estará cifrada con el algoritmo *Advanced Encryption Standard (AES)*, usando el modo de cifrado *Galois/Counter Mode (GCM)*.

RNF-16 La aplicación garantizará la inmutabilidad de los datos de los cuestionarios completados.

RNF-17 El acceso a los datos anonimizados de los usuarios solo estará permitido para propósitos científicos.

RNF-18 El servidor que aloje los datos anonimizados deberá estar protegido antes ataques de denegación de servicio y accesos no autorizados.

Security / Integrity

RNF-19 Las comunicaciones entre aplicación y servidor deberán estar cifradas.

RNF-20 Se deberá definir una política de privacidad de acuerdo al *Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)* [138] y a las directrices de *Salud Conectada* [139].

Usabilidad (Usability)

RNF-21 La interfaz gráfica será diseñada de forma *responsive*.

RNF-22 La interfaz de usuario deberá adaptarse, en la medida de lo posible, al tamaño de la pantalla del dispositivo móvil.

RNF-23 La interfaz de usuario deberá permitir el uso de la aplicación con la pantalla en posición tanto vertical como horizontal.

RNF-24 La interfaz de usuario de la aplicación deberá adaptarse en tiempo real al cambio de orientación de la pantalla.

RNF-25 La aplicación deberá contar con una sección de bienvenida para introducir al usuario los aspectos más relevantes de la aplicación.

RNF-26 El usuario podrá visualizar la sección de bienvenida en cualquier momento.

Accesibilidad (Accessibility)

RNF-27 Se deberá garantizar un contraste entre los elementos gráficos de $3:1 \frac{cd}{m^2}$ o nits, en concordancia con la guía de accesibilidad WCAG 2.0 del consorcio W3C[99].

RNF-28 La paleta de colores de la aplicación deberá transmitir tranquilidad al usuario.

RNF-29 El diseño de la interfaz de usuario contemplará dos ajustes de colores principales: modo claro y oscuro.

RNF-30 La aplicación tomará por defecto el modo de colores general del sistema.

RNF-31 El usuario podrá cambiar el modo de colores de la aplicación en todo momento.

RNF-32 La aplicación ofrecerá la posibilidad, en los dispositivos móviles que lo soporten, la posibilidad de usar un esquema de colores basado en el fondo de pantalla del dispositivo.

Internacionalidad (Internationality)

RNF-33 La aplicación estará disponible en el idioma español.

RNF-34 La aplicación estará disponible en el idioma inglés.

RNF-35 La aplicación usará como idioma por defecto el español.

5.4 Requisitos de Interfaces Externas

5.4.1 Interfaces Hardware

RIS-1 La aplicación podrá utilizar como dispositivo *wearable* cualquiera que sea compatible con el *framework* de Android *Salud Conectada*.

5.4.2 Interfaces Software

RIS-1 La comunicación con los dispositivos *wearables* se realizará mediante el *framework* de Android *Salud Conectada*.

RIS-2 La planificación y ejecución de tareas periódicas de la aplicación se realizará mediante el componente de Android *Work Manager*, satisfaciendo **DEP-3**.

RIS-3 La comunicación entre aplicación móvil y servidor se implementará mediante una API REST.

5.4.3 Restricciones de desarrollo

RD-1 Para la realización de pruebas, se utilizará como *wearable* la pulsera *Fitbit Inspire 2*².

RD-2 La aplicación será implementada utilizando el lenguaje de programación Kotlin.

RD-3 El componente servidor será implementado mediante el lenguaje de programación Python.

RD-4 Para el diseño de interfaces de usuario, se utilizará el sistema *Material Design 3*.

RD-5 Para la implementación de **RIS-3**, se utilizará la librería *Retrofit*.

RD-6 Para el guardado local de los datos del usuario, se utilizará una base de datos relacional implementada mediante la librería *Room*.

RD-7 Para el guardado de los datos en el servidor, se utilizará el *SGBD* Mongo DB.

RD-8 La visualización de estadísticas se realizará utilizando la librería *Vico*.

²La compra de este dispositivo ha sido realizada por la ETSISI a través de su programa de ayudas para trabajos final de grado o de máster.

6. Diseño del sistema propuesto

¿Por qué?

José Mourinho

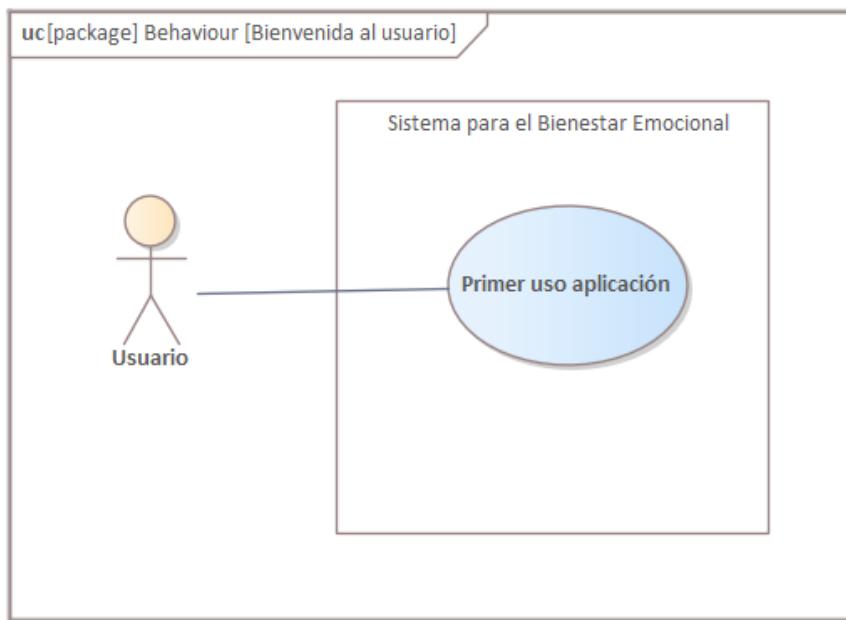
En este capítulo se describe el proceso de diseño del sistema propuesto. En primer lugar, se describirán las características principales o *features* del sistema, contando cada una de ellas con un diagrama de casos de uso parcial donde se visualizan las interacciones de los diferentes actores con el sistema. Los casos de uso reflejados en estos diagramas serán detallados mediante una descripción extendida y mediante un diagrama de secuencia, ayudando este último en la visualización de los flujos de eventos.

A continuación, se planteará la arquitectura del sistema, describiendo los componentes del sistema junto con sus responsabilidades. Cada uno de ellos será diseñado detallando cuestiones como la arquitectura del propio componente, la persistencia de datos o la interfaz gráfica de los mismos.

6.1 Modelado de las interacciones con el sistema

Feature 1: Bienvenida al usuario e inicialización de la aplicación

La primera *feature* a analizar es la *bienvenida al usuario e inicialización de la aplicación*. Esta característica permitirá al usuario comprender cómo se usa la aplicación y para qué sirve, además de realizar tareas iniciales como la aprobación de ciertos permisos. El diagrama de casos de uso de esta *feature* se puede encontrar en la Figura 6.1.

Figura 6.1: Diagrama de casos de uso de la *feature* F-1

Del diagrama anterior únicamente se puede extraer el caso de uso CU-1: *Primer uso de la aplicación*. La especificación detallada de este caso de uso se encuentra en la Tabla 6.2; mientras que su diagrama de secuencia se puede encontrar en la Figura 6.2.

ID: CU-1	Nombre: Primer uso de la aplicación	
Evento activador	El usuario abre por primera vez la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario tiene instalado el <i>framework</i> Salud Conectada en su dispositivo	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación presenta al usuario el panel de bienvenida
	2	El usuario finaliza u omite el panel de bienvenida
	3	La aplicación presenta al usuario una ventana de permisos, solicitando el permiso de notificaciones y de cada tipo de dato de actividad física
	3.1	Para cada permiso, la aplicación muestra un botón para otorgar dicho permiso y su motivación
	4	El usuario otorga los permisos según sus preferencias
	5	El usuario confirma su elección de permisos
	6	La aplicación crea los canales de notificación
	7	La aplicación planifica las tareas recurrentes
	8	La aplicación guarda en la base de datos para cada tipo de dato de actividad física la marca de tiempo actual
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	El usuario es redirigido a la página principal	
Excepciones	Ninguna	

Cuadro 6.2: Especificación del caso de uso CU-1

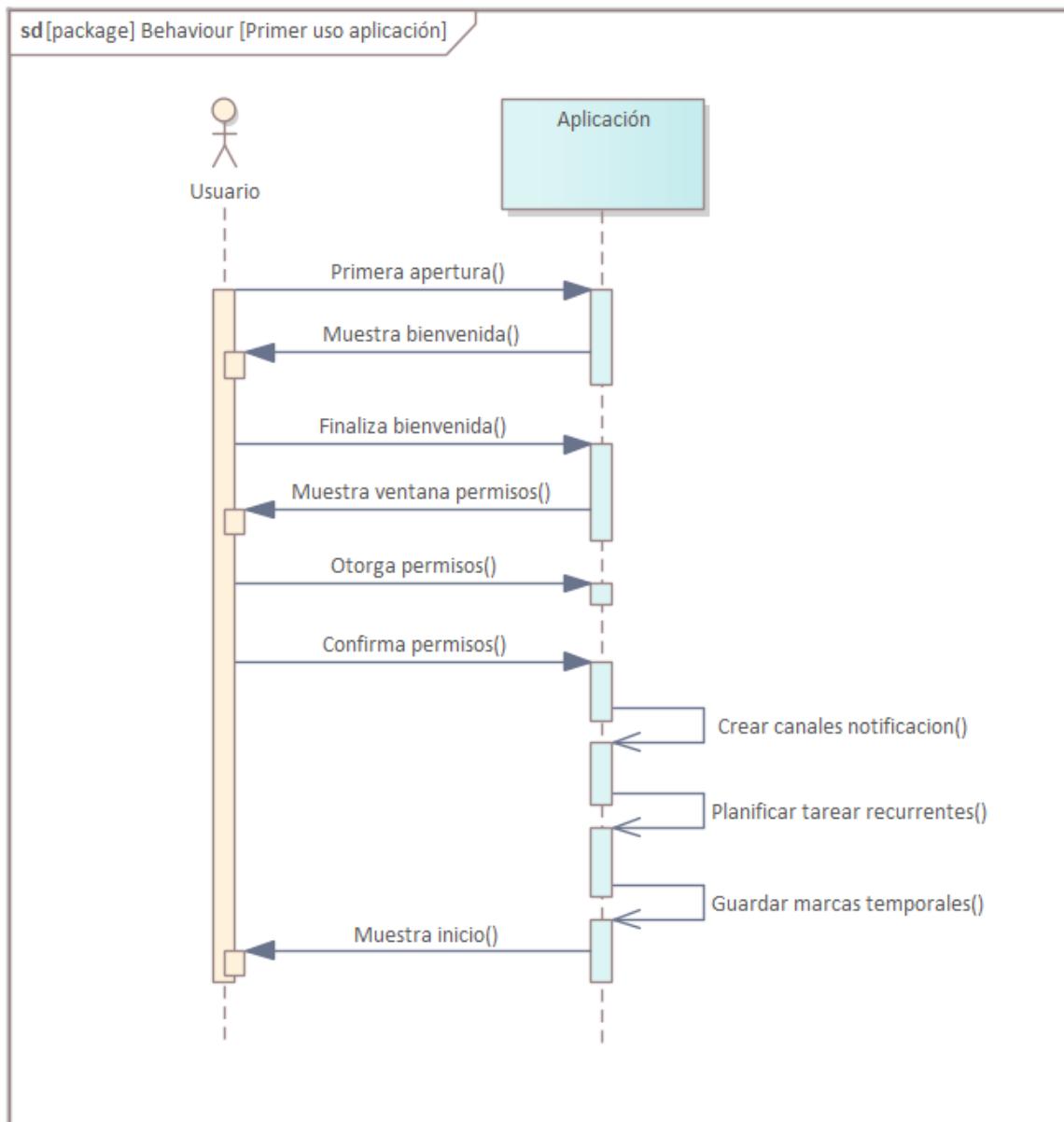


Figura 6.2: Diagrama de secuencia de CU-1

Feature 2: Extracción de datos de un dispositivo wearable

Esta *feature* describe la funcionalidad asociada a la extracción de datos de un dispositivo *wearable*, permitiendo la aplicación el acceso a los mismos, la visualización de los datos recogidos del usuario por el propio usuario y la visualización de todos los datos recolectados por parte del analista de datos. En la Figura 6.3 se presenta el diagrama de casos de uso correspondiente.

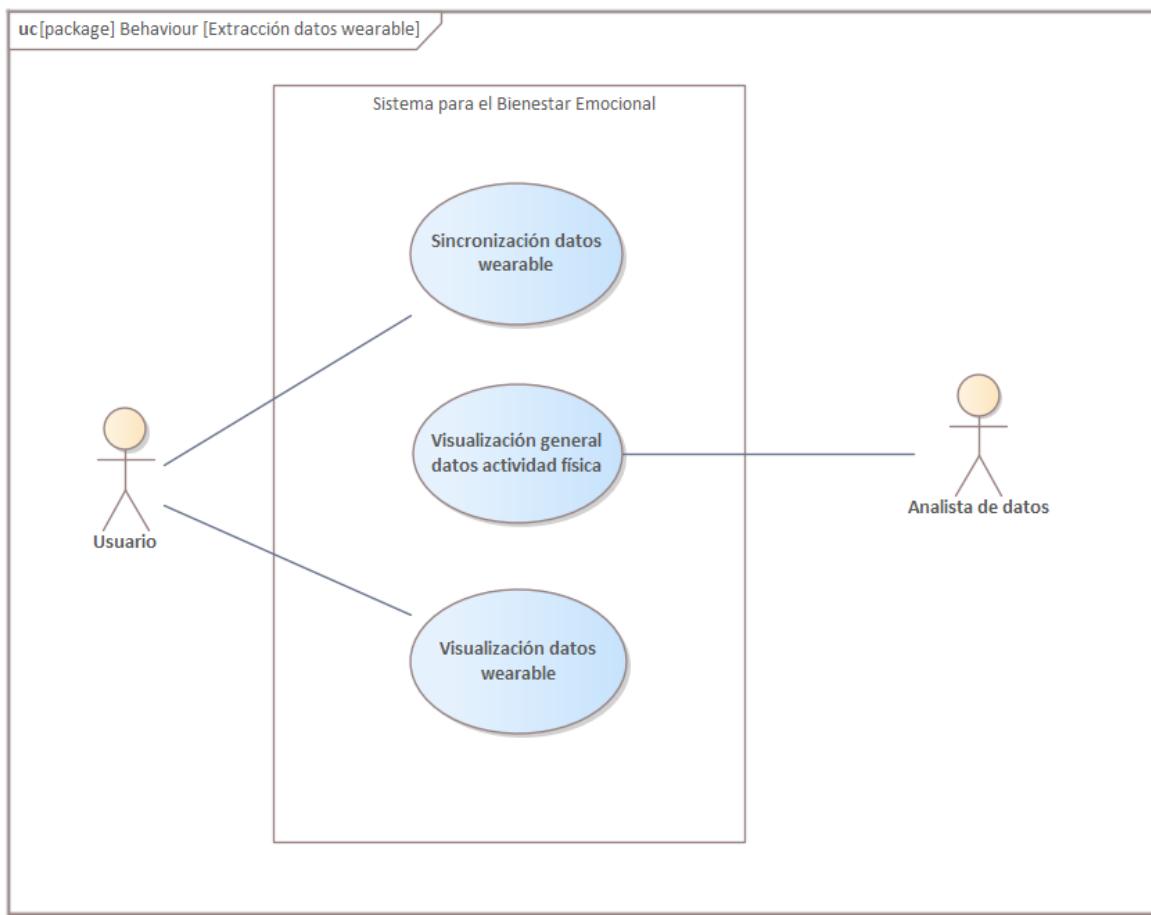


Figura 6.3: Diagrama de casos de uso de la *feature* F-2

Del diagrama anterior se pueden extraer los siguientes casos de uso:

CU-2 Sincronización de los datos del dispositivo *wearable*

CU-3 Visualización local de los datos del dispositivo *wearable*

CU-4 Visualización general de los datos de actividad física

La especificación detallada de estos casos de uso se encuentran en la Tablas 6.3, 6.4 y 6.5 respectivamente, mientras que los diagramas de secuencia correspondientes se pueden encontrar en las Figuras 6.4 6.5 y 6.6 respectivamente.

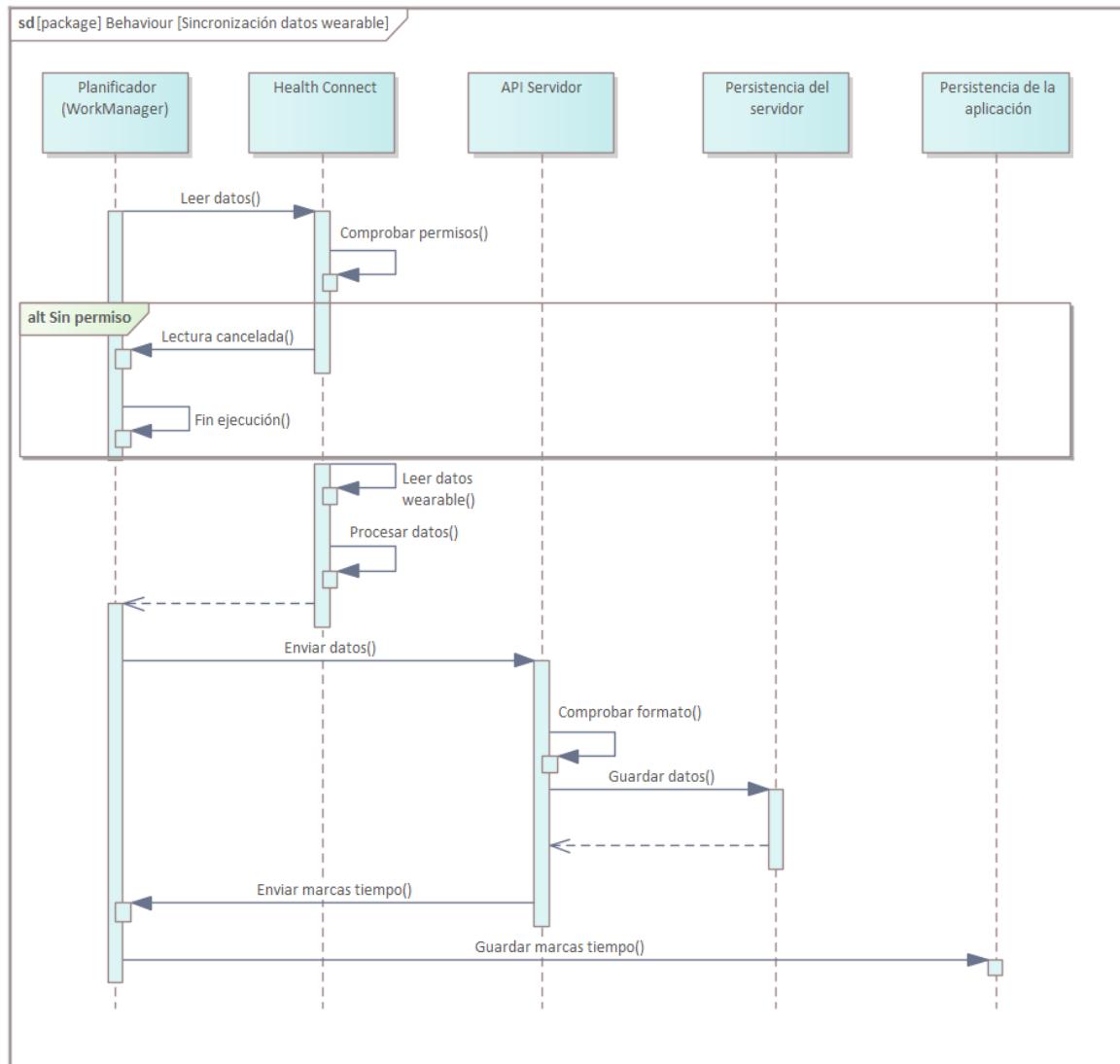


Figura 6.4: Diagrama de secuencia de CU-2

ID: CU-2	Nombre: Sincronización de los datos del dispositivo <i>wearable</i>	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de extracción de datos	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario dispone de un <i>wearable</i> , lo utiliza y ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	El sistema comprueba si dispone de permisos para al menos un tipo de dato
	2	Para cada tipo de dato
	2.1	Se comprueba el permiso de lectura
	2.2	Si el usuario otorgó el permiso, la aplicación lee los registros del usuario de ese tipo de dato desde la última lectura registrada hasta el instante actual
	2.3	Se procesa cada registro leído para mantener únicamente las marcas de tiempo y los datos de la propia medición
	3	La aplicación envía al servidor la información recopilada junto al identificador de usuario
	4	El servidor comprueba el formato de los datos enviados
	5	El servidor guarda en su base de datos la información recibida
	6	El servidor envía, para cada tipo de dato, la marca de tiempo del último registro insertado en base de datos (o nulo si no se ha insertado ningún registro para ese tipo de dato)
	7	La aplicación guarda en su base de datos las marcas de tiempo recibidas junto a su tipo de datos
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.2	Si el usuario no otorgó el permiso, se omite la lectura de ese tipo de dato
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si la aplicación no dispone de permiso de lectura para ningún tipo de datos, el caso de uso termina
	3	Si no se puede enviar correctamente la información, el caso de uso termina
	4	Si el formato de los datos enviados es inválido, el servidor envía un código de error y el caso de uso termina

Cuadro 6.3: Especificación del caso de uso **CU-2**

ID: CU-3	Nombre: Visualización local de los datos del <i>wearable</i>	
Evento activador	El usuario ha indicado visualizar sus datos del <i>wearable</i>	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación dispone al usuario un panel con cada uno de los tipos de datos disponibles
	2	El usuario pulsa sobre el tipo de datos que quiere visualizar
	3	La aplicación comprueba si dispone de permiso de lectura
	4	La aplicación lee todos los datos recopilados sobre ese tipo de datos
	5	La aplicación procesa cada registro para dotarle de interfaz gráfica
	6	La aplicación muestra los datos procesados
Flujo alternativo	Paso	Acción
	3	Si la aplicación no dispone de permiso de lectura, se mostrará un botón para que el usuario pueda otorgarlo
	3.1	Si el usuario otorga el permiso de lectura, se retoma el flujo normal en el paso 4
	3.2	Si el usuario no otorga el permiso de lectura, se finaliza el caso de uso
	4	Si no hay datos recopilados, la aplicación mostrará un mensaje indicando la ausencia de datos, retomándose el flujo normal en el paso 7
	7	Si el usuario pulsa sobre otro tipo de dato, se retoma el flujo normal en el paso 3
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Ninguna	

Cuadro 6.4: Especificación del caso de uso **CU-3**

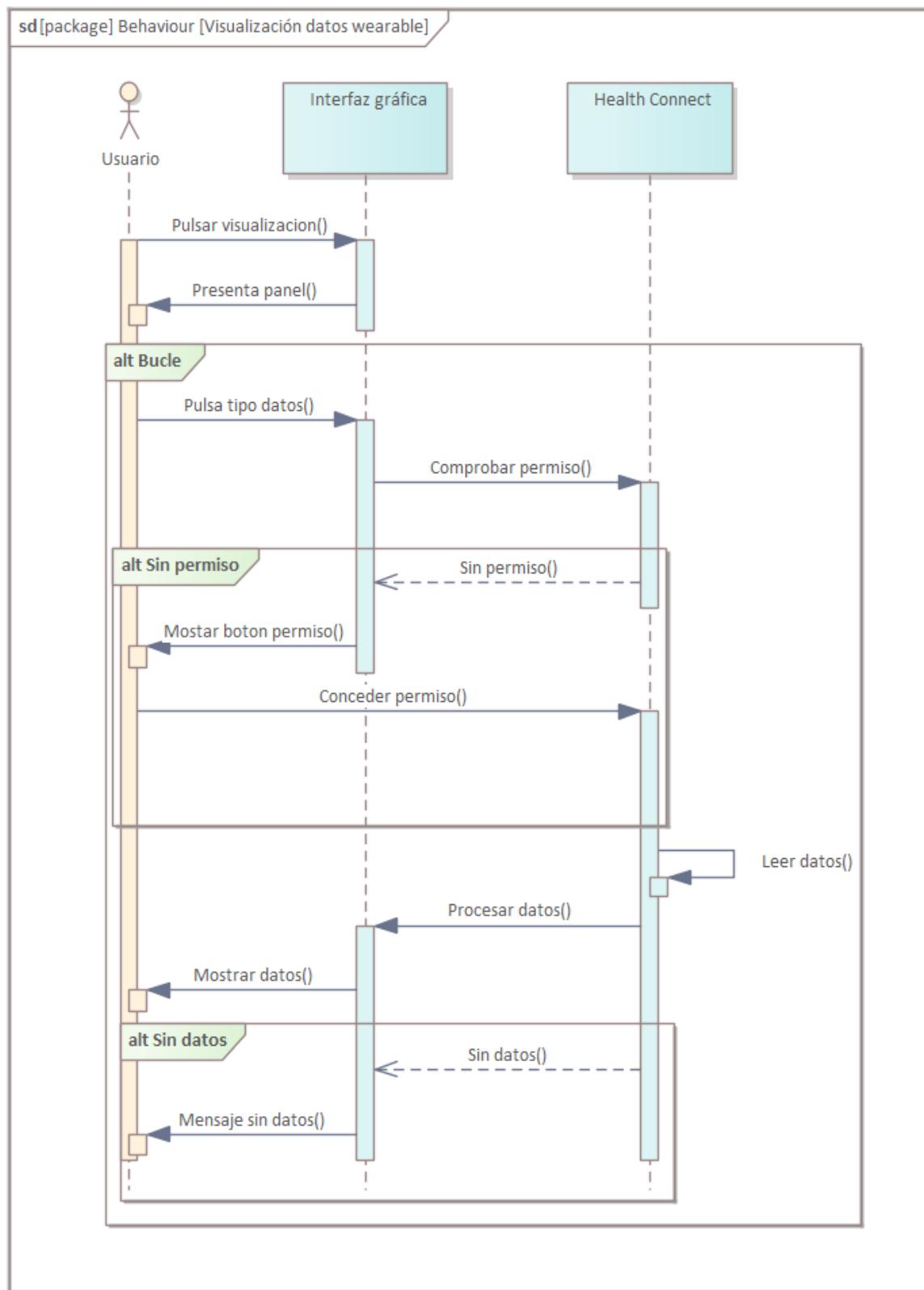
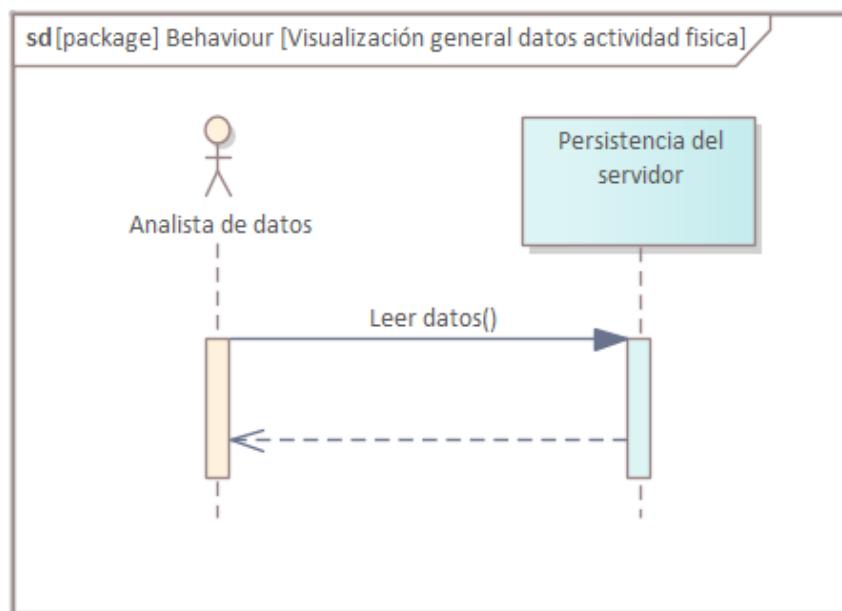


Figura 6.5: Diagrama de secuencia de CU-3

ID: CU-4	Nombre: Visualización general de los datos de actividad física	
Evento activador	El analista de datos ha indicado visualizar los datos generales de actividad física	
Actor primario	Analista de datos	
Precondición	Ninguna	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	El analista de datos se conecta a la base de datos del servidor
	2	El analista de datos puede consultar para cada identificador de usuario, los datos de actividad física
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Ninguna	

Cuadro 6.5: Especificación del caso de uso **CU-4**Figura 6.6: Diagrama de secuencia de **CU-4**

Feature 3: Seguimiento individual

Esta característica describe todas las acciones que el usuario puede realizar acerca del seguimiento individual de las diferentes enfermedades. Por una parte el sistema realizará el seguimiento del estrés, depresión y riesgo de suicidio, implementará el cuestionario de contraste y permitirá visualizar los niveles de estrés, soledad y depresión.

El diagrama de casos de uso de esta *feature* se puede encontrar en la Figura 6.7.

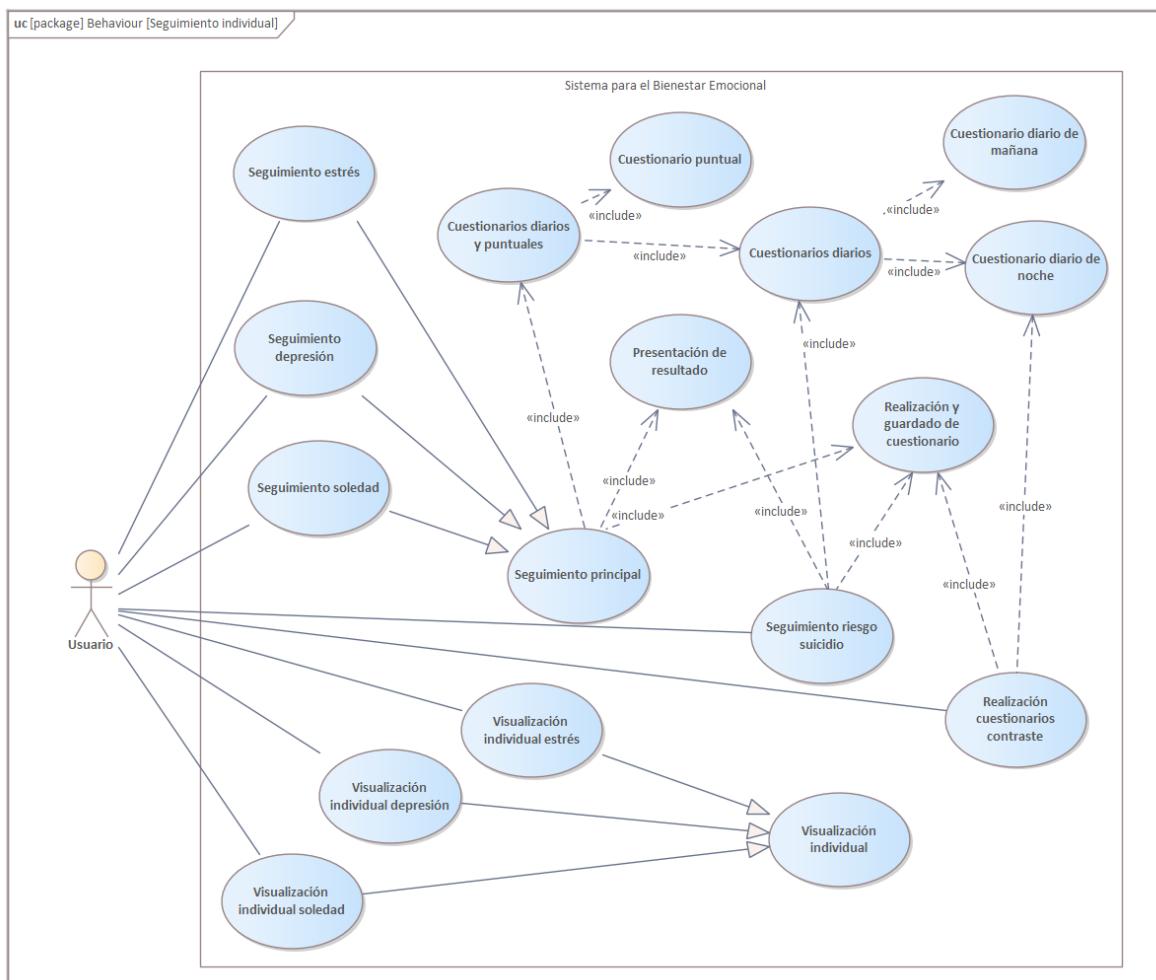


Figura 6.7: Diagrama de casos de uso de la *feature* F-3

A diferencia de las *features* anteriores, esta consta de mayor complejidad, ya que según la enfermedad en cuestión aplican unas frecuencias de cuestionarios diferentes o se varía la necesidad de presentar de resultados.

Del diagrama anterior los casos de uso asociados con el usuario son, a saber:

CU-5 Seguimiento del estrés

CU-6 Seguimiento de la depresión

CU-7 Seguimiento del riesgo de suicidio

CU-8 Seguimiento de la soledad

CU-9 Realización de los cuestionarios contraste

CU-10 Visualización individual del estrés

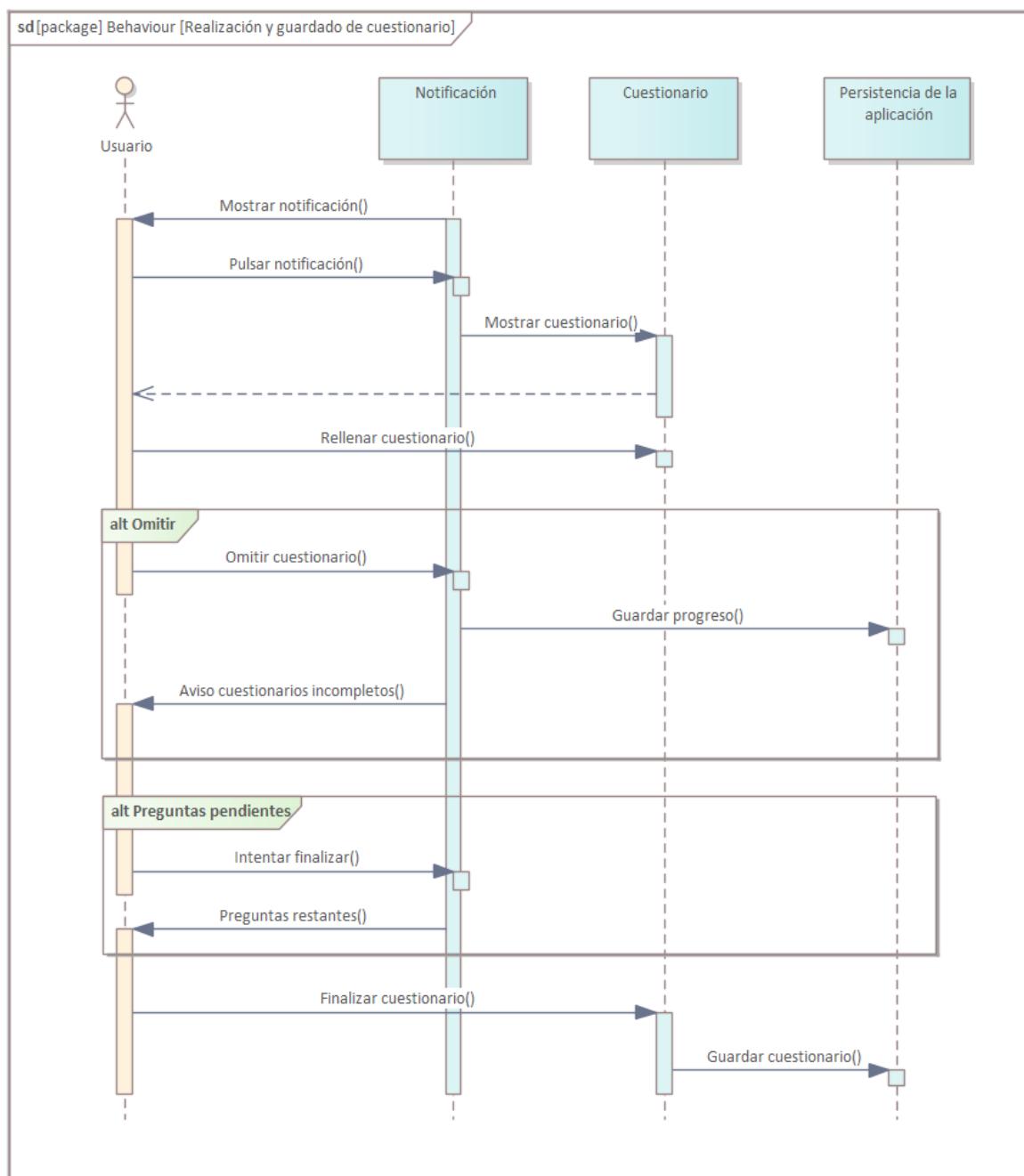
CU-11 Visualización individual de la depresión

CU-12 Visualización individual de la soledad

La especificación detallada de estos casos de uso se encuentran en la Tablas [6.6](#), [6.7](#), [6.8](#), [6.9](#), [6.10](#), [6.11](#), [6.12](#) y [6.13](#) respectivamente.

A diferencia de los casos anteriores, los diagramas de secuencia propuestos no hacen referencia a los casos de uso que interactúan con el usuario sino con los abstractos. Mediante el modelado de estos casos de uso se permite generalizar flujos de eventos del sistema, logrando mejorar la legibilidad del proceso de modelado.

En particular, las Figuras [6.8](#), [6.9](#), [6.10](#) hacen referencia a los casos de uso *Realización y guardado de cuestionario*, *Presentación de resultado* y *Visualización individual* respectivamente.

Figura 6.8: Diagrama de secuencia del caso de uso *Realización y guardado de cuestionario*

ID: CU-5	Nombre: Seguimiento del estrés	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de seguimiento del estrés	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación crea uno de los siguientes tres cuestionarios
	1.1	Diario matutino
	1.2	Diario vespertino
	1.3	Puntual
	2	La aplicación crea una notificación al usuario
	3	El usuario pulsa en la notificación
	4	La aplicación muestra al usuario el cuestionario
	5	El usuario rellena el cuestionario
	6	El usuario finaliza el cuestionario
Flujo alternativo	7	La aplicación computa el cuestionario, obteniendo su puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo de estrés según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	8	La aplicación muestra al usuario la puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	9	El cuestionario se guarda en base de datos
	Paso	Acción
	5	El usuario omite la finalización del cuestionario
	5.1	Se guarda en base de datos la información disponible del cuestionario
	5.2	Cuando el usuario visite la página principal, se mostrará un aviso de cuestionarios incompletos para que el usuario pueda retomarlo, reanudándose el flujo normal en el paso 4
	6	El usuario no ha respondido a todas las preguntas
	6.1	La aplicación muestra al usuario las preguntas restantes, reanudándose el flujo normal en el paso 5
Postcondición	La aplicación devuelve al usuario a la página principal	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el usuario no ha indicado el permiso de notificaciones, el usuario podrá abrir el cuestionario mediante el aviso de cuestionarios incompletos de la página principal

Cuadro 6.6: Especificación del caso de uso **CU-5**

ID: CU-6	Nombre: Seguimiento de la depresión	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de seguimiento de la depresión	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la depresión	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación crea uno de los siguientes tres cuestionarios
	1.1	Diario matutino
	1.2	Diario vespertino
	1.3	Puntual
	2	La aplicación crea una notificación al usuario
	3	El usuario pulsa en la notificación
	4	La aplicación muestra al usuario el cuestionario
	5	El usuario rellena el cuestionario
	6	El usuario finaliza el cuestionario
Flujo alternativo	Paso	Acción
	7	La aplicación computa el cuestionario, obteniendo su puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo de depresión según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	8	La aplicación muestra al usuario la puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	9	El cuestionario se guarda en base de datos
	Paso	Acción
	5	El usuario omite la finalización del cuestionario
	5.1	Se guarda en base de datos la información disponible del cuestionario
	5.2	Cuando el usuario visite la página principal, se mostrará un aviso de cuestionarios incompletos para que el usuario pueda retomarlo, reanudándose el flujo normal en el paso 4
	6	El usuario no ha respondido a todas las preguntas
	6.1	La aplicación muestra al usuario las preguntas restantes, reanudándose el flujo normal en el paso 5
Postcondición	La aplicación devuelve al usuario a la página principal	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el usuario no ha indicado el permiso de notificaciones, el usuario podrá abrir el cuestionario mediante el aviso de cuestionarios incompletos de la página principal

Cuadro 6.7: Especificación del caso de uso **CU-6**

ID: CU-7	Nombre: Seguimiento del riesgo de suicidio	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de seguimiento del riesgo de suicidio	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la depresión	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación crea uno de los siguientes dos cuestionarios
	1.1	Diario matutino
	1.2	Diario vespertino
	2	La aplicación crea una notificación al usuario
	3	El usuario pulsa en la notificación
	4	La aplicación muestra al usuario el cuestionario
	5	El usuario rellena el cuestionario
	6	El usuario finaliza el cuestionario
	7	La aplicación computa el cuestionario, obteniendo el nivel de riesgo de suicidio y un consejo acorde al nivel
Flujo alternativo	8	La aplicación muestra al usuario un consejo acorde al nivel de riesgo e suicidio
	9	El cuestionario se guarda en base de datos
	Paso	Acción
	5	El usuario omite la finalización del cuestionario
	5.1	Se guarda en base de datos la información disponible del cuestionario
	5.2	Cuando el usuario visite la página principal, se mostrará un aviso de cuestionarios incompletos para que el usuario pueda retomarlo, reanudándose el flujo normal en el paso 4
Postcondición	6	El usuario no ha respondido a todas las preguntas
	6.1	La aplicación muestra al usuario las preguntas restantes, reanudándose el flujo normal en el paso 5
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el usuario no ha indicado el permiso de notificaciones, el usuario podrá abrir el cuestionario mediante el aviso de cuestionarios incompletos de la página principal

Cuadro 6.8: Especificación del caso de uso **CU-7**

ID: CU-8	Nombre: Seguimiento de la soledad	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de seguimiento de la soledad	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la soledad	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación crea uno de los siguientes tres cuestionarios
	1.1	Diario matutino
	1.2	Diario vespertino
	1.3	Puntual
	2	La aplicación crea una notificación al usuario
	3	El usuario pulsa en la notificación
	4	La aplicación muestra al usuario el cuestionario
	5	El usuario rellena el cuestionario
	6	El usuario finaliza el cuestionario
Flujo alternativo	7	La aplicación computa el cuestionario, obteniendo su puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo de soledad según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	8	La aplicación muestra al usuario la puntuación numérica del cuestionario, el nivel cualitativo según el cuestionario y un consejo acorde al nivel
	9	El cuestionario se guarda en base de datos
	Paso	Acción
	5	El usuario omite la finalización del cuestionario
	5.1	Se guarda en base de datos la información disponible del cuestionario
	5.2	Cuando el usuario visite la página principal, se mostrará un aviso de cuestionarios incompletos para que el usuario pueda retomarlo, reanudándose el flujo normal en el paso 4
	6	El usuario no ha respondido a todas las preguntas
	6.1	La aplicación muestra al usuario las preguntas restantes, reanudándose el flujo normal en el paso 5
Postcondición	La aplicación devuelve al usuario a la página principal	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el usuario no ha indicado el permiso de notificaciones, el usuario podrá abrir el cuestionario mediante el aviso de cuestionarios incompletos de la página principal

Cuadro 6.9: Especificación del caso de uso **CU-8**

ID: CU-9	Nombre: Realización de los cuestionarios contraste	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de cuestionarios contraste	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación crea el cuestionario diariamente en horario vespertino
	2	La aplicación crea una notificación al usuario
	3	El usuario pulsa en la notificación
	4	La aplicación muestra al usuario el cuestionario
	5	El usuario rellena el cuestionario
	6	El usuario finaliza el cuestionario
	7	El cuestionario se guarda en base de datos
Flujo alternativo	Paso	Acción
	5	El usuario omite la finalización del cuestionario
	5.1	Se guarda en base de datos la información disponible del cuestionario
	5.2	Cuando el usuario visite la página principal, se mostrará un aviso de cuestionarios incompletos para que el usuario pueda retomarlo, reanudándose el flujo normal en el paso 4
	6	El usuario no ha respondido a todas las preguntas
	6.1	La aplicación muestra al usuario las preguntas restantes, reanudándose el flujo normal en el paso 5
Postcondición	La aplicación devuelve al usuario a la página principal	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si el usuario no ha indicado el permiso de notificaciones, el usuario podrá abrir el cuestionario mediante el aviso de cuestionarios incompletos de la página principal

Cuadro 6.10: Especificación del caso de uso **CU-9**

ID: CU-10	Nombre: Visualización individual del estrés	
Evento activador	El usuario accede a la ventana principal de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación accede al último cuestionario de estrés
	2	La aplicación muestra la puntuación de dicho cuestionario, el nivel cualitativo, un consejo sobre el mismo y un botón para el acceso a estadísticas más detalladas
	3	El usuario visualiza los datos
	4	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas
	5.1	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de estrés del día anterior
	5.2	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de estrés de los últimos siete días
	5.3	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de estrés de la semana actual
	6.1	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de estrés del día anterior y el nivel cualitativo correspondiente
	6.2	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de estrés de los últimos siete días y el nivel cualitativo correspondiente
	6.3	La aplicación computará, para cada día de la semana actual, la media de las puntuaciones de los cuestionarios de estrés
	7	La aplicación mostrará los datos computados en el paso anterior, junto con un botón para visualizar estadísticas más detalladas
	8	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2	Si el último cuestionario de estrés no ha sido finalizado, se mostrará una puntuación y nivel nulos
	4	El usuario finaliza la visualización de los datos saliendo de la ventana. Se termina el caso de uso
	8	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas, siendo redirigido a la ventana de historial
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	6.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	6.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	6.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.11: Especificación del caso de uso **CU-10**

ID: CU-11	Nombre: Visualización individual de la depresión	
Evento activador	El usuario accede a la ventana principal de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la depresión	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación accede al último cuestionario de depresión
	2	La aplicación muestra la puntuación de dicho cuestionario, el nivel cualitativo, un consejo sobre el mismo y un botón para el acceso a estadísticas más detalladas
	3	El usuario visualiza los datos
	4	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas
	5.1	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de depresión del día anterior
	5.2	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de depresión de los últimos siete días
	5.3	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de depresión de la semana actual
	6.1	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de depresión del día anterior y el nivel cualitativo correspondiente
	6.2	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de depresión de los últimos siete días y el nivel cualitativo correspondiente
	6.3	La aplicación computará, para cada día de la semana actual, la media de las puntuaciones de los cuestionarios de depresión
	7	La aplicación mostrará los datos computados en el paso anterior, junto con un botón para visualizar estadísticas más detalladas
	8	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2	Si el último cuestionario de depresión no ha sido finalizado, se mostrará una puntuación y nivel nulos
	4	El usuario finaliza la visualización de los datos saliendo de la ventana. Se termina el caso de uso
	8	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas, siendo redirigido a la ventana de historial
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	6.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	6.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	6.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.12: Especificación del caso de uso **CU-11**

ID: CU-12	Nombre: Visualización individual de la soledad	
Evento activador	El usuario accede a la ventana principal de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la soledad	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación accede al último cuestionario de soledad
	2	La aplicación muestra la puntuación de dicho cuestionario, el nivel cualitativo, un consejo sobre el mismo y un botón para el acceso a estadísticas más detalladas
	3	El usuario visualiza los datos
	4	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas
	5.1	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de soledad del día anterior
	5.2	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de soledad de los últimos siete días
	5.3	La aplicación accede a los resultados de los cuestionarios de soledad de la semana actual
	6.1	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de soledad del día anterior y el nivel cualitativo correspondiente
	6.2	La aplicación computará la media de las puntuaciones de los cuestionarios de soledad de los últimos siete días y el nivel cualitativo correspondiente
	6.3	La aplicación computará, para cada día de la semana actual, la media de las puntuaciones de los cuestionarios de soledad
	7	La aplicación mostrará los datos computados en el paso anterior, junto con un botón para visualizar estadísticas más detalladas
	8	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2	Si el último cuestionario de soledad no ha sido finalizado, se mostrará una puntuación y nivel nulos
	4	El usuario finaliza la visualización de los datos saliendo de la ventana. Se termina el caso de uso
	8	El usuario pulsa en el botón de estadísticas más detalladas, siendo redirigido a la ventana de historial
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	6.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	6.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	6.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.13: Especificación del caso de uso **CU-12**

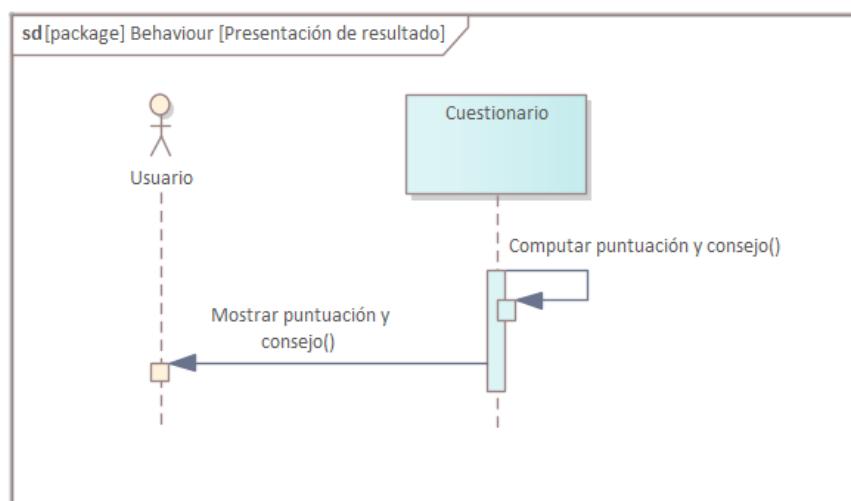
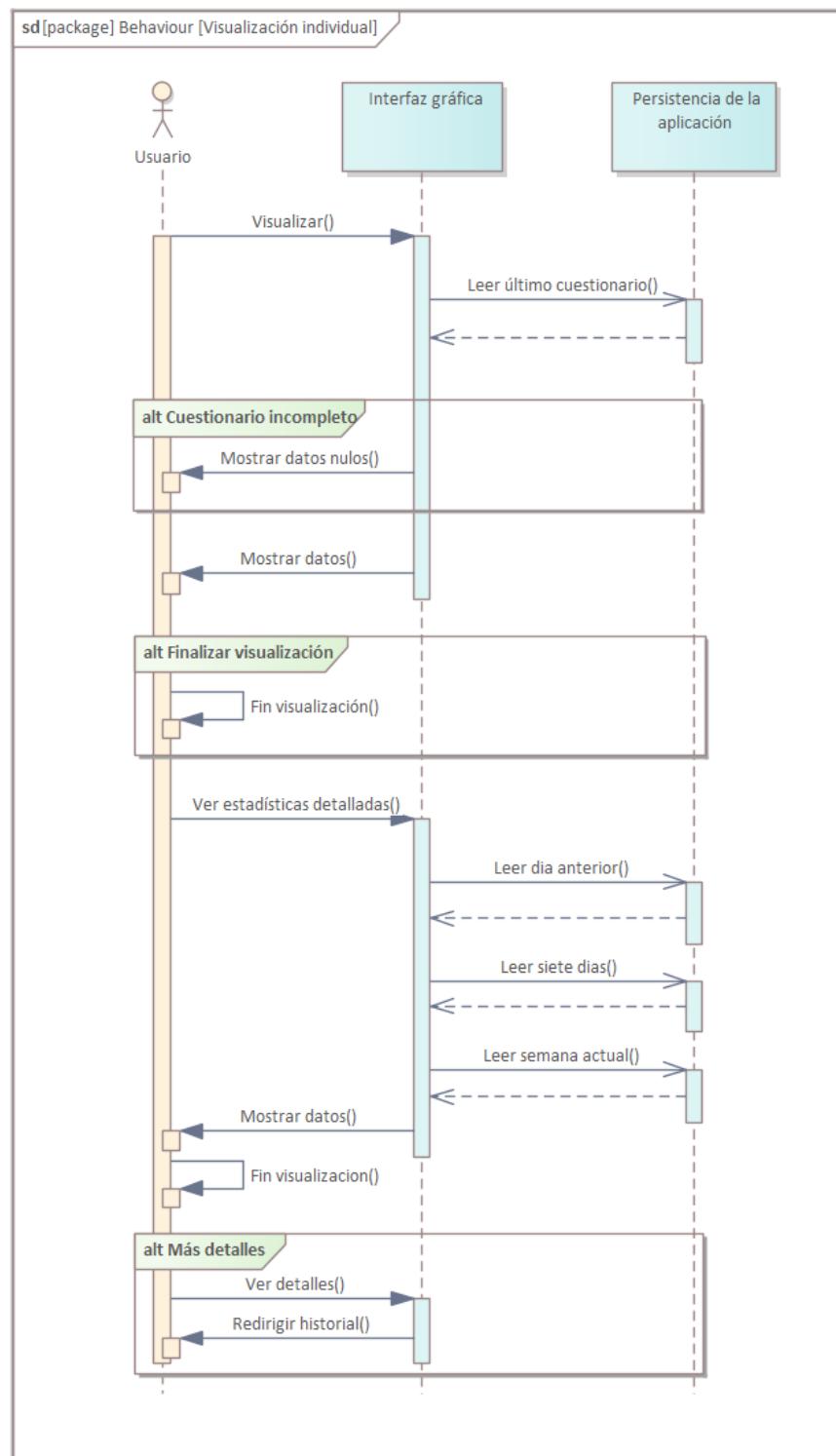


Figura 6.9: Diagrama de secuencia del caso de uso *Presentación de resultado*

Figura 6.10: Diagrama de secuencia del caso de uso *Visualización individual*

Feature 4: Seguimiento conjunto

Esta característica describe la funcionalidad relacionada con la visualización de estadísticas de la comunidad y la subida de datos en el caso de los usuarios y con el acceso a los datos de seguimiento por parte del analista de datos. El diagrama de casos de uso de esta *feature* se puede encontrar en la Figura 6.11.

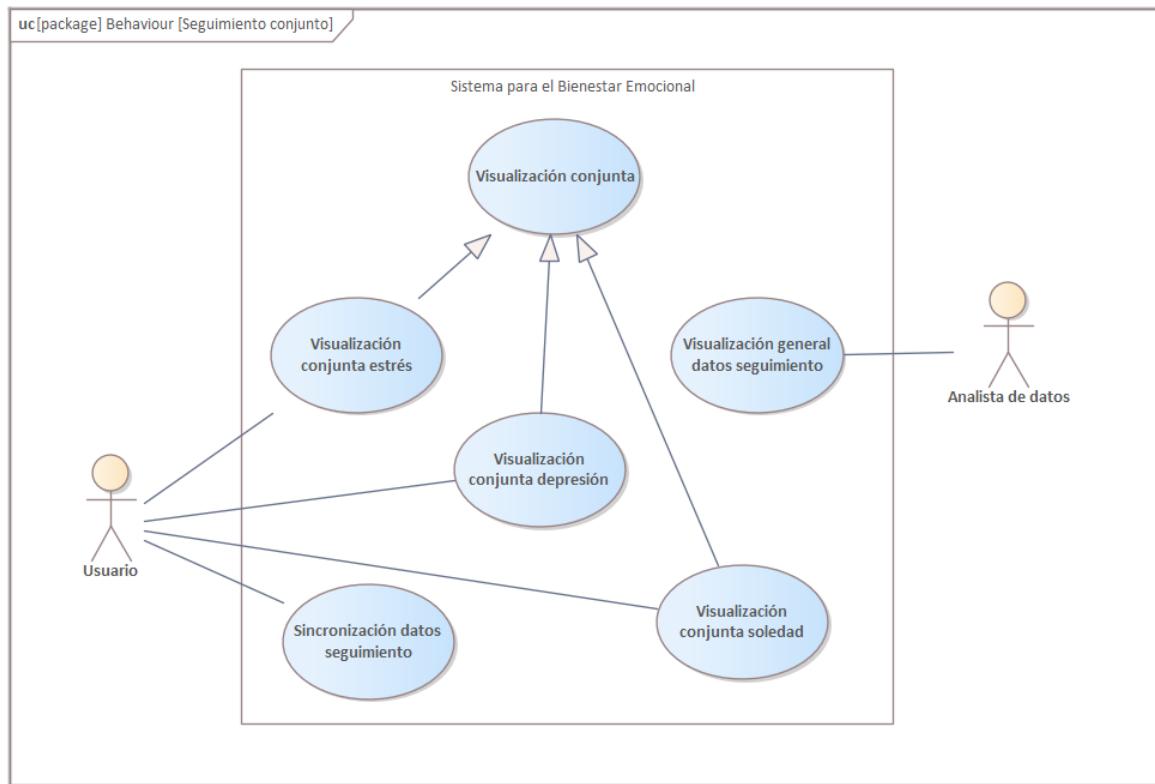


Figura 6.11: Diagrama de casos de uso de la *feature* F-4

Nuevamente se dispone de un diagrama que refleja cierta generalización en los casos de uso. En este caso, el caso de uso *Visualización conjunta* refleja la enorme similaridad entre las diferentes visualizaciones, como se podrá vislumbrar en las especificaciones detalladas.

Del diagrama anterior se pueden extraer los siguientes casos de uso asociados con los diferentes actores:

CU-13 Sincronización de los datos de seguimiento

CU-14 Visualización conjunta del estrés

CU-15 Visualización conjunta de la depresión

CU-16 Visualización conjunta de la soledad

CU-17 Visualización general de los datos de seguimiento

La especificación detallada de estos casos de uso se encuentran en la Tablas 6.14, 6.15, 6.16, 6.17 y 6.18 respectivamente. Por otra parte, la Figura 6.12 muestra el diagrama de secuencia de *Visualización conjunta*, mientras que los diagramas de secuencia correspondientes a los casos de uso **CU-13** y **CU-17** se pueden encontrar en las Figuras 6.13 y 6.14 respectivamente.

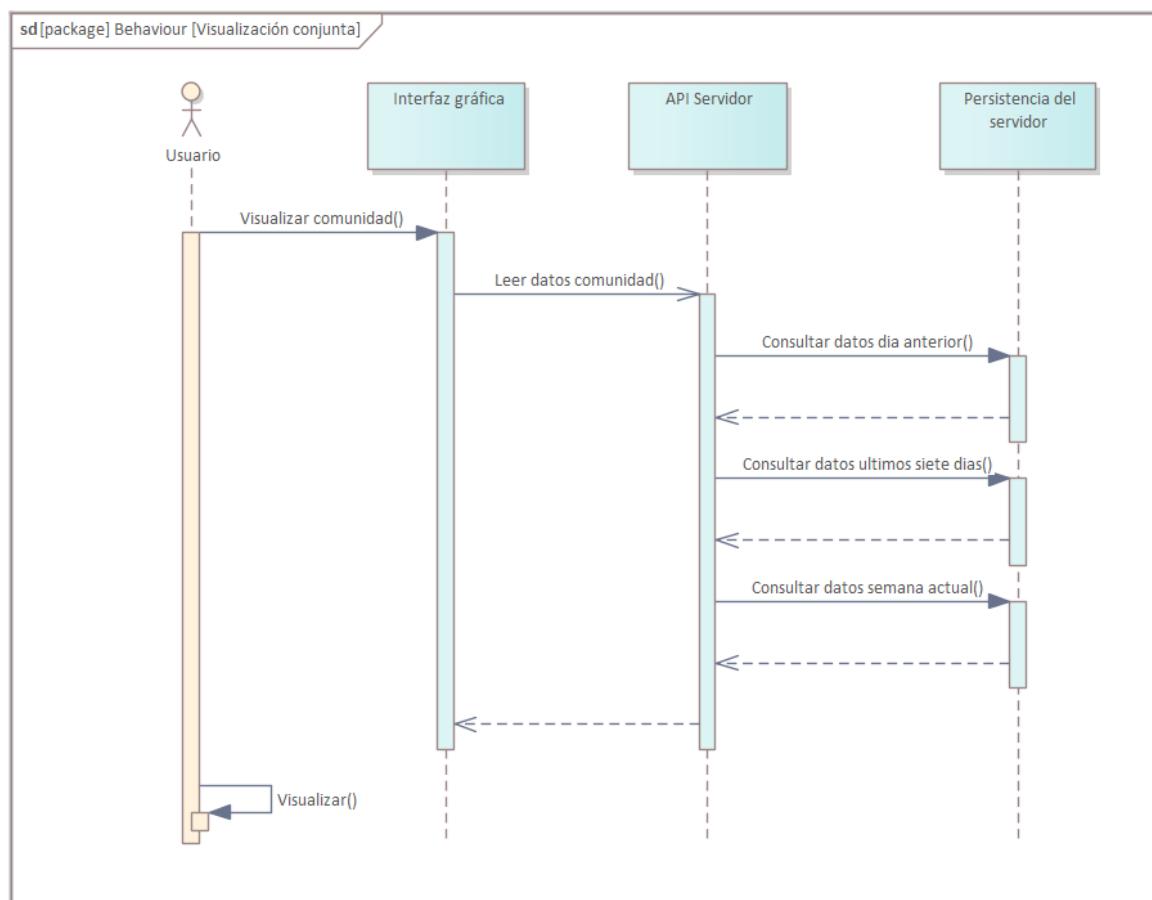


Figura 6.12: Diagrama de secuencia de *Visualización conjunta*

ID: CU-13	Nombre: Sincronización de datos de seguimiento	
Evento activador	Activación por parte de Android del procedimiento de sincronización	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	Para cada tipo de cuestionario
	1.1	La aplicación accede a todos los registros comprendidos entre la última sincronización registrada y el instante actual
	2	La aplicación envía al servidor los datos recopilados junto al identificador de usuario
	3	El servidor comprueba el formato de los datos enviados
	4	El servidor guarda en su base de datos la información recibida
	5	El servidor envía, para cada tipo de cuestionario, la marca de tiempo del último registro insertado en base de datos (o nulo si no se ha insertado ningún registro para ese tipo de dato)
Flujo alternativo	6	La aplicación guarda en su base de datos las marcas de tiempo recibidas junto a su tipo de datos
	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	2	Si no se puede enviar correctamente la información, el caso de uso termina
	3	Si el formato de los datos enviados es inválido, el servidor envía un código de error y el caso de uso termina

Cuadro 6.14: Especificación del caso de uso **CU-13**

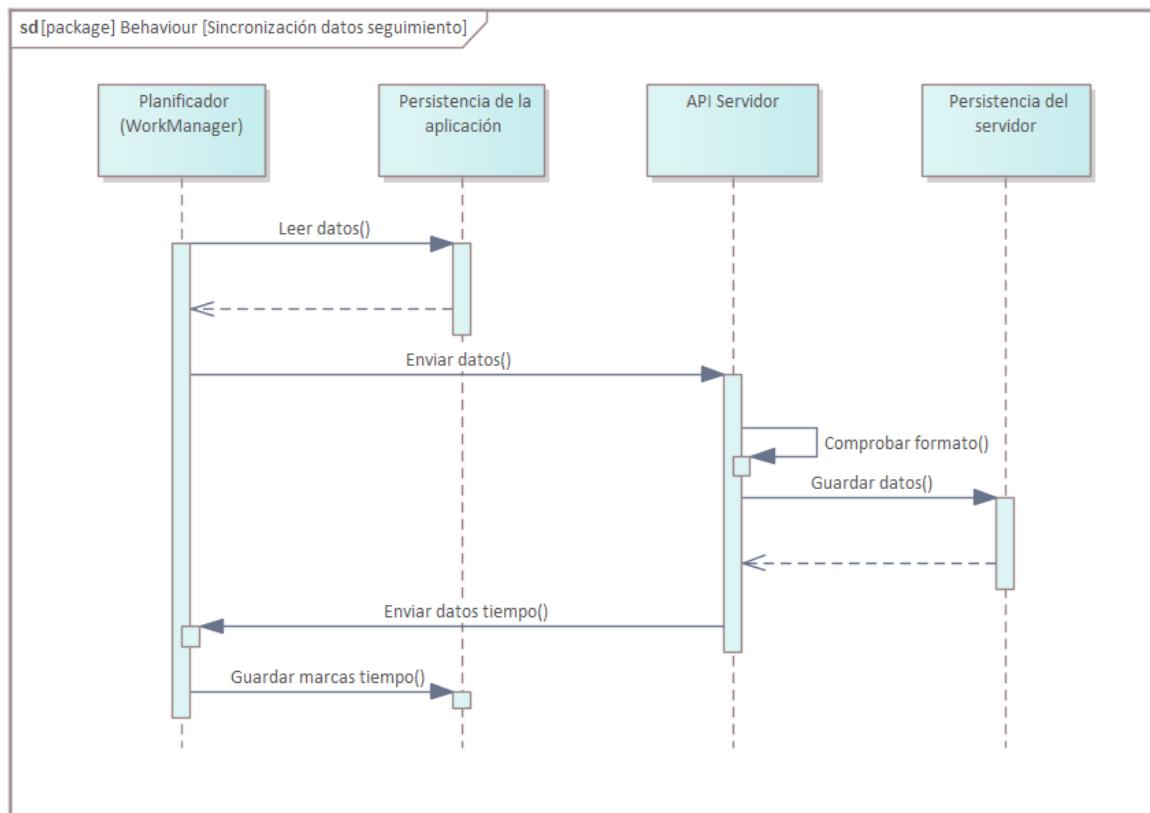


Figura 6.13: Diagrama de secuencia de CU-13

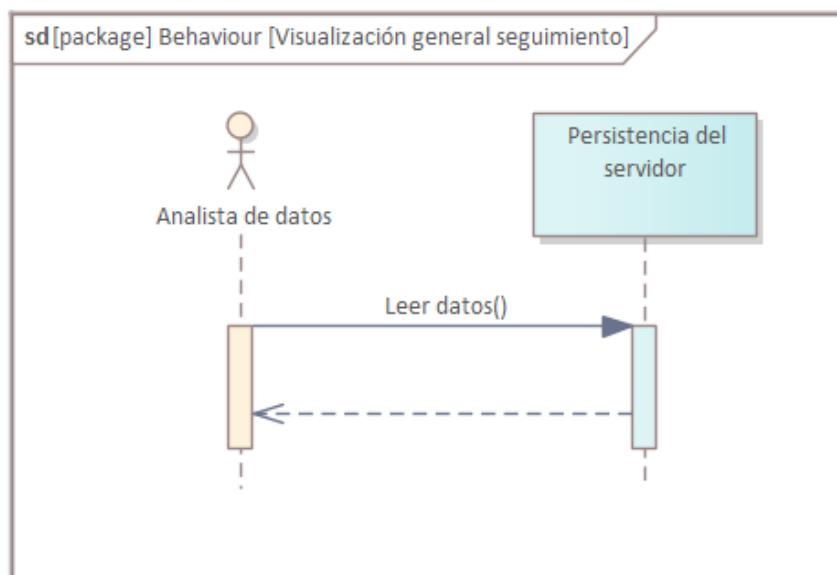


Figura 6.14: Diagrama de secuencia de CU-17

ID: CU-14	Nombre: Visualización conjunta del estrés	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de visualización conjunta de estrés	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación obtiene del servidor la media de la puntuación de los cuestionarios de estrés del día anterior, de los últimos siete días y de cada día de la semana actual
	2.1	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de estrés del día anterior y su nivel cualitativo
	2.2	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de estrés de los últimos siete días y su nivel cualitativo
	2.3	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de estrés para cada día de la semana actual
	3	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana, finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	2.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	2.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	2.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de estrés de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.15: Especificación del caso de uso **CU-14**

ID: CU-15	Nombre: Visualización conjunta de la depresión	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de visualización conjunta de depresión	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la depresión	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación obtiene del servidor la media de la puntuación de los cuestionarios de depresión del día anterior, de los últimos siete días y de cada día de la semana actual
	2.1	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de depresión del día anterior y su nivel cualitativo
	2.2	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de depresión de los últimos siete días y su nivel cualitativo
	2.3	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de depresión para cada día de la semana actual
	3	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana, finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	2.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	2.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	2.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de depresión de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.16: Especificación del caso de uso **CU-15**

ID: CU-16	Nombre: Visualización conjunta de la soledad	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de visualización conjunta de soledad	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la soledad	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación obtiene del servidor la media de la puntuación de los cuestionarios de soledad del día anterior, de los últimos siete días y de cada día de la semana actual
	2.1	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de soledad del día anterior y su nivel cualitativo
	2.2	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de soledad de los últimos siete días y su nivel cualitativo
	2.3	La aplicación muestra la media de la puntuación de los cuestionarios de soledad para cada día de la semana actual
	3	El usuario visualiza los datos hasta que sale de la ventana, finalizando el caso de uso
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Excepciones	Paso	Acción
	2.1	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad del día anterior, se asumirá media y nivel nulos
	2.2	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad de los últimos siete días, se asumirá media y nivel nulos
	2.3	Si no hay puntuaciones de los cuestionarios de soledad de la semana actual, se asumirá media nula

Cuadro 6.17: Especificación del caso de uso **CU-16**

ID: CU-17	Nombre: Visualización general de los datos de seguimiento	
Evento activador	El analista de datos ha indicado visualizar los datos generales de seguimiento	
Actor primario	Analista de datos	
Precondición	Ninguna	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	El analista de datos se conecta a la base de datos del servidor
	2	El analista de datos puede consultar para cada identificador de usuario, los datos de los cuestionarios realizados
Flujo alternativo	Ninguno	
Postcondición	Ninguna	
Expciones	Ninguna	

Cuadro 6.18: Especificación del caso de uso **CU-17**

Feature 5: Recopilación del histórico

Por último esta característica es exclusiva al usuario y describe la funcionalidad relativa a la visualización de estadísticas detalladas sobre las diferentes enfermedades. El diagrama de casos de uso de esta *feature* se puede encontrar en la Figura 6.15.

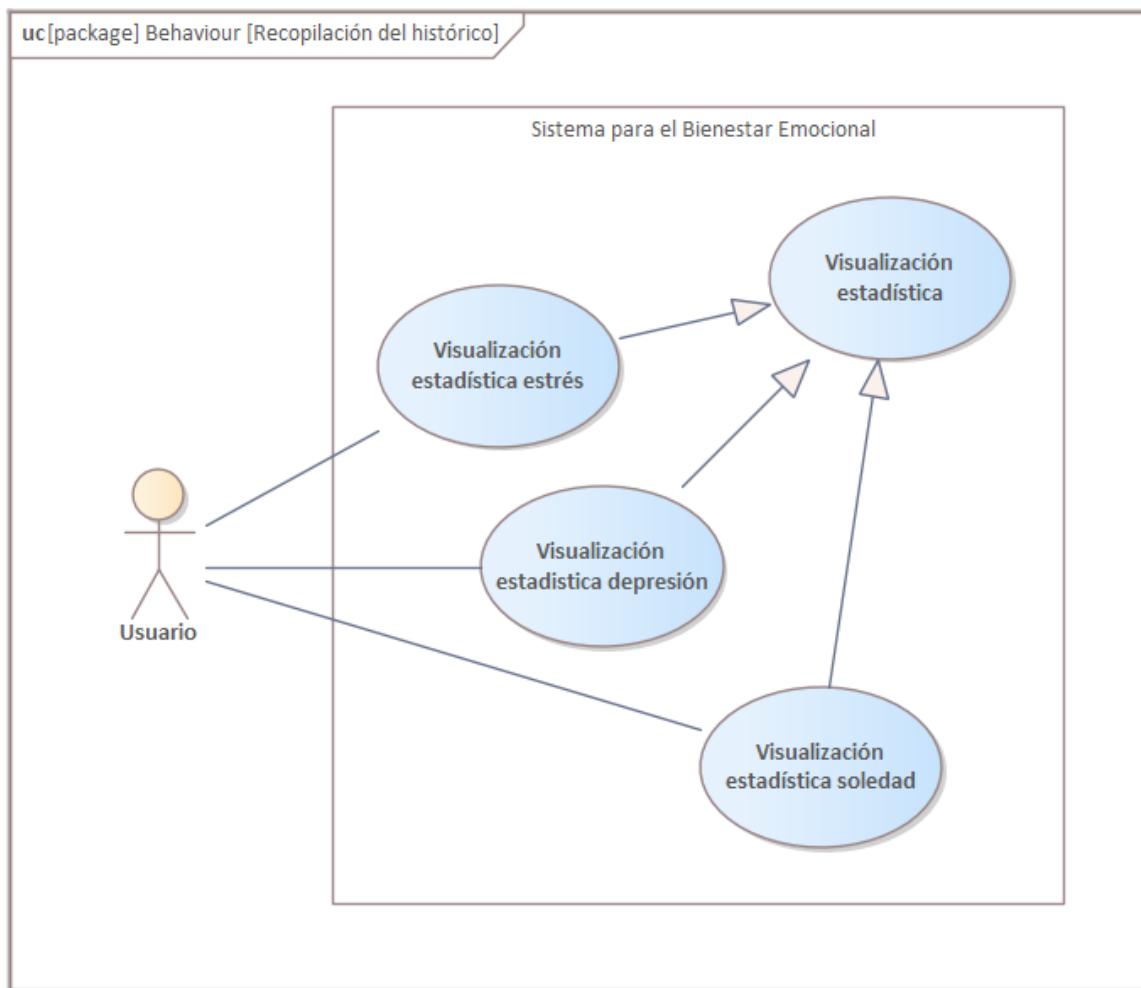


Figura 6.15: Diagrama de casos de uso de la *feature* F-5

Del diagrama anterior se pueden extraer los siguientes casos de uso:

CU-18 Visualización estadística de los datos de estrés

CU-19 Visualización estadística de los datos de depresión

CU-20 Visualización estadística de los datos de soledad

Los tres casos de uso con los que el usuario está asociado son generalizados por *Visualización estadística*, el cual será modelado como un diagrama de secuencia en la Figura 6.16, mientras que la especificación detallada de los casos de uso asociados con el usuario se encuentran en la Tablas 6.19, 6.20 y 6.21 respectivamente.

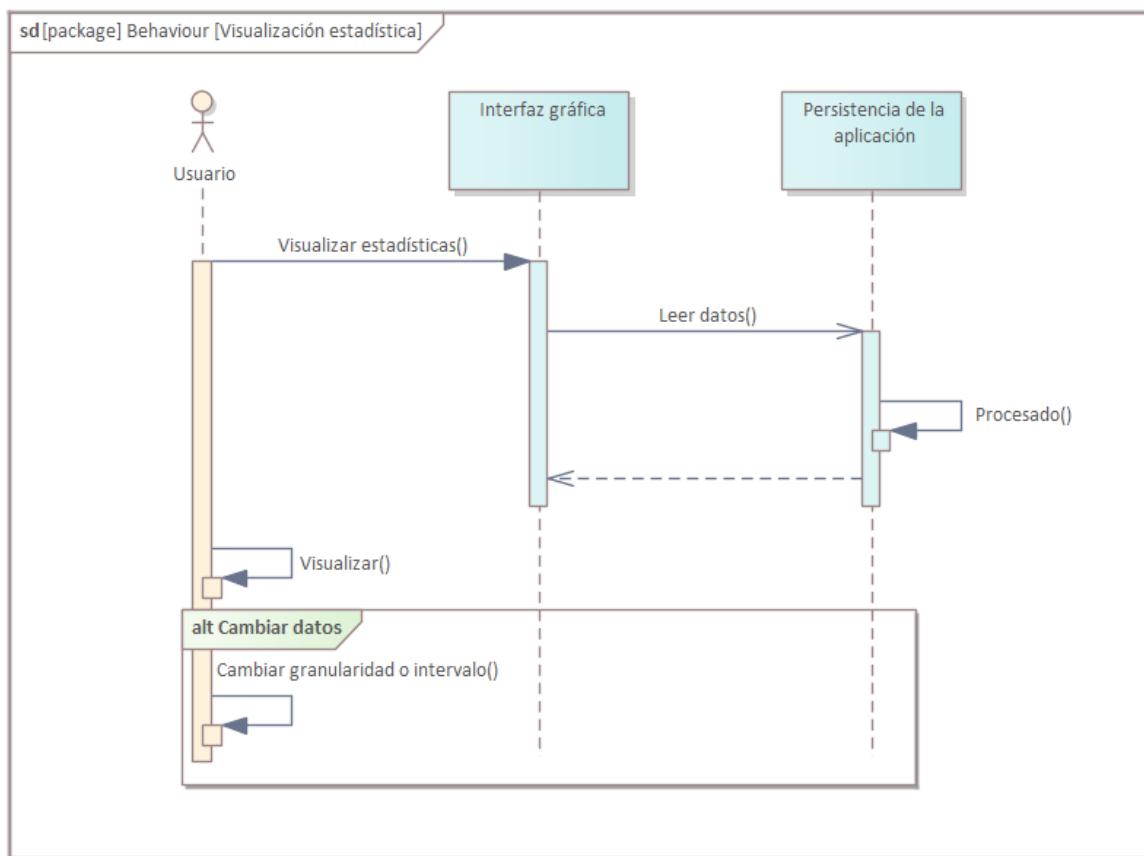


Figura 6.16: Diagrama de secuencia de *Visualización estadística*

ID: CU-18	Nombre: Visualización estadística de los datos de estrés	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de histórico de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación asume por defecto que los datos se agruparán por día y el intervalo de fechas son los últimos siete días
	2	La aplicación accede a los datos de los cuestionarios de estrés del intervalo de fechas
	3	La aplicación procesa los datos leídos, agrupando los datos según la granularidad y realizando la media
	4	La aplicación presenta los datos procesados
	5	El usuario visualiza los datos
Flujo alternativo	Paso	Acción
	3	Si en alguna de las agrupaciones no hay datos con lo que realizar la media, se realiza la siguiente imputación
	3.1	Si hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de estas
	3.2	Si no hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de todas las agrupaciones que tengan datos
	6	El usuario puede cambiar la granularidad de los datos, volviendo al paso 3 del flujo normal; o el intervalo de fechas, volviendo al paso 2 del flujo normal
Postcondición	Ninguna	
Expciones	Ninguna	

Cuadro 6.19: Especificación del caso de uso **CU-18**

ID: CU-19	Nombre: Visualización estadística de los datos de depresión	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de histórico de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la depresión	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación asume por defecto que los datos se agruparán por día y el intervalo de fechas son los últimos siete días
	2	La aplicación accede a los datos de los cuestionarios de depresión del intervalo de fechas
	3	La aplicación procesa los datos leídos, agrupando los datos según la granularidad y realizando la media
	4	La aplicación presenta los datos procesados
	5	El usuario visualiza los datos
	6	El usuario finaliza la visualización de los datos
Flujo alternativo	Paso	Acción
	3	Si en alguna de las agrupaciones no hay datos con lo que realizar la media, se realiza la siguiente imputación
	3.1	Si hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de estas
	3.2	Si no hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de todas las agrupaciones que tengan datos
	6	El usuario puede cambiar la granularidad de los datos, volviendo al paso 3 del flujo normal; o el intervalo de fechas, volviendo al paso 2 del flujo normal
Postcondición	Ninguna	
Expciones	Ninguna	

Cuadro 6.20: Especificación del caso de uso **CU-19**

ID: CU-20	Nombre: Visualización estadística de los datos de soledad	
Evento activador	El usuario accede a la ventana de histórico de la aplicación	
Actor primario	Usuario	
Precondición	El usuario ha completado la fase de bienvenida y ha permitido la monitorización de la soledad	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	La aplicación asume por defecto que los datos se agruparán por día y el intervalo de fechas son los últimos siete días
	2	La aplicación accede a los datos de los cuestionarios de soledad del intervalo de fechas
	3	La aplicación procesa los datos leídos, agrupando los datos según la granularidad y realizando la media
	4	La aplicación presenta los datos procesados
	5	El usuario visualiza los datos
	6	El usuario finaliza la visualización de los datos
Flujo alternativo	Paso	Acción
	3	Si en alguna de las agrupaciones no hay datos con lo que realizar la media, se realiza la siguiente imputación
	3.1	Si hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de estas
	3.2	Si no hay datos en las tres agrupaciones previas, se realiza la media de la puntuación de todas las agrupaciones que tengan datos
	6	El usuario puede cambiar la granularidad de los datos, volviendo al paso 3 del flujo normal; o el intervalo de fechas, volviendo al paso 2 del flujo normal
Postcondición	Ninguna	
Expciones	Ninguna	

Cuadro 6.21: Especificación del caso de uso **CU-20**

6.2 Diseño del sistema

6.2.1 Componentes del sistema

El sistema contará con tres componentes principales, ya planteados en la sección 5.2.1: una aplicación móvil, un componente servidor y un dispositivo *wearable*, siendo este último de carácter opcional para el usuario. En la Figura 6.17 se puede encontrar una representación gráfica de los mismos y de sus interacciones básicas.



Figura 6.17: Visión general de los componentes del sistema

En primer lugar, la aplicación móvil es el núcleo principal del proyecto y centralizará todas las interacciones con el usuario. En particular, las responsabilidades de este componente son:

1. Lectura de los datos extraídos por el dispositivo *wearable* a través del *framework* *Salud Connectada*.
2. Despliegue, realización, guardado y administración de los cuestionarios relativos a cada desorden mental. Para ello realizará el envío de notificaciones al usuario, presentará los cuestionarios, guardará el progreso de los mismos e informará al usuario si dispone de cuestionarios incompletos.
3. Presentación del estado actual del usuario de cada enfermedad, junto a los consejos correspondientes para la mejora del mismo.

4. Visualización de estadísticas detalladas relativas a cada desorden, tanto las correspondientes al usuario como las de la comunidad en su conjunto.
5. Envío de los datos recogidos del usuario al servidor para su posterior análisis.
6. Comunicación con el servidor para la obtención de los datos de la comunidad.
7. Gestión de aspectos transversales relacionados con el usuario, tales como la presentación del tutorial de bienvenida, la administración de los ajustes del usuario o la visualización de la información legal.

Por otra parte, el componente servidor contendrá todas las interacciones del analista de datos. Fundamentalmente se encargará tanto de recibir y guardar los datos de los usuarios como de suministrar los datos relativos a la comunidad a los usuarios, estando localizado este componente en un servidor de la [ETSI](#).

Por último, el dispositivo *wearable* es el encargado de la extracción de datos biométricos del usuario. Al ser escogido el uso de *Salud Conectada*, el sistema no se encargará de la extracción de estos datos, reutilizando la implementación del fabricante del dispositivo. Por tanto, se puede considerar a este componente como una *caja negra*, realizando lecturas de los datos recogidos¹.

6.2.2 Arquitectura

La arquitectura de este proyecto se ha diseñado utilizando los modelos cliente-servidor y multicapa. El primero de ellos permite plantear las interacciones entre la aplicación y el servidor, realizándose en este caso mediante una [API](#); mientras que el diseño basado en capas permite organizar los diferentes módulos software dentro de cada componente.

En primer lugar, las capas que se han planteado para el componente aplicación son:

- Capa *presentación*: se encarga de la interacción con el usuario en sus diversas formas. Aquí se pueden encontrar elementos como las pantallas de la aplicación, las notificaciones y las estadísticas.
- Capa *dominio*: implementa funciones relacionadas con el proceso de datos, la comunicación con el servidor o la simplificación del acceso a datos mediante la creación de repositorios.

¹A partir de este momento se considerará que el sistema consta de dos componentes principales (aplicación y servidor) a nivel práctico, ya que al ser accedidos los datos mediante *Salud Conectada* no es necesario desarrollar en la práctica un tercer componente independiente.

- Capa *datos*: en esta última capa se pueden localizar las funciones de lectura de datos de diversas fuentes, tales como de los *wearables* o de base de datos, o la implementación de los modelos de los cuestionarios detallados en los Anexos A y B.

La representación gráfica de la arquitectura de capas del componente aplicación se puede encontrar en la Figura 6.18.

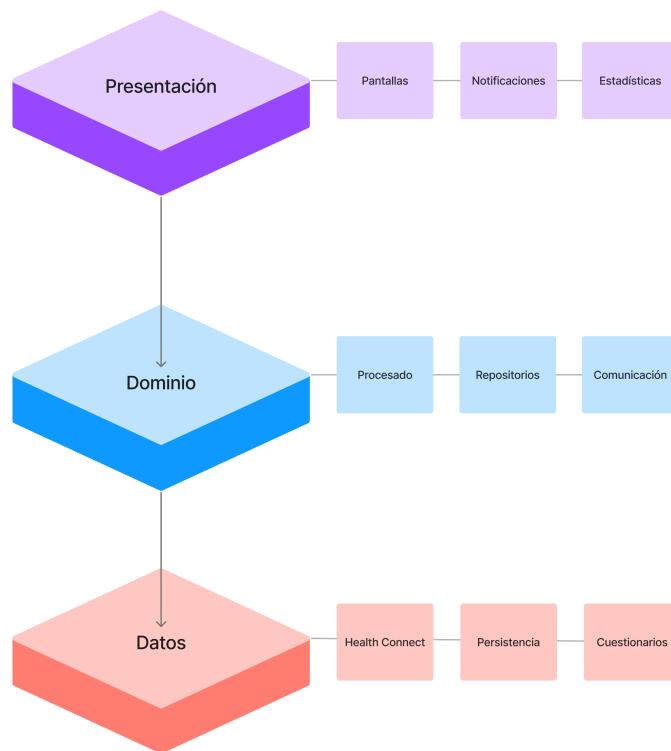


Figura 6.18: Arquitectura básica de la aplicación

Por otra parte, la arquitectura básica del componente servidor también consta de tres capas, a saber:

- Capa API: contiene los *endpoints* que se exponen al exterior, es decir, la interfaz externa.
- Capa de dominio, en la cual se puede encontrar los módulos *validator* y *response*, los cuales se encargan de verificar las peticiones recibidas y de la generación de las respuestas respectivamente.
- Capa de persistencia, donde se implementan los accesos a las diferentes colecciones de datos.

Análogamente, se puede encontrar la representación gráfica de las capas del componente servidor en la Figura 6.19.

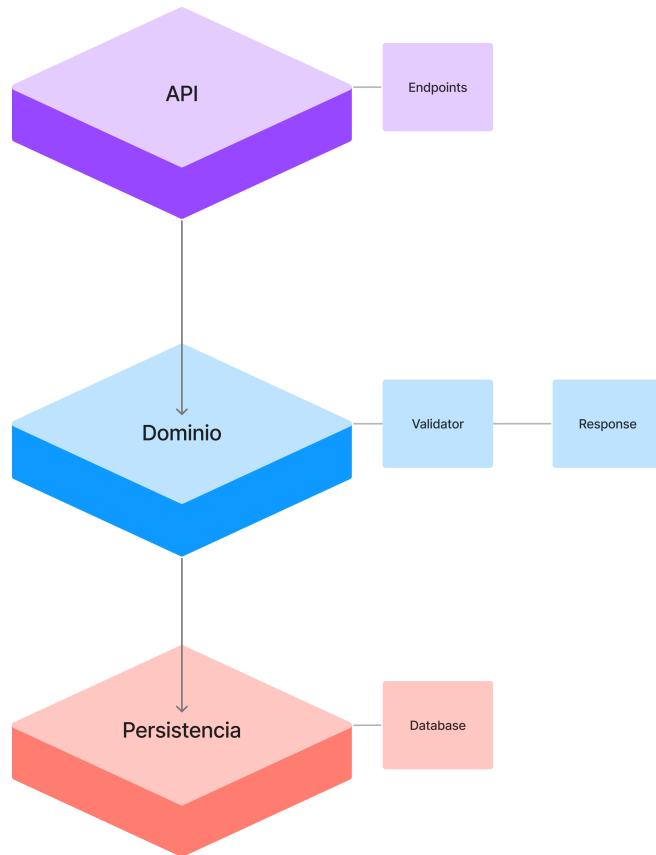


Figura 6.19: Arquitectura básica del servidor

6.2.3 Persistencia

Continuando con el diseño de la persistencia, en esta sección se presentarán los modelados tanto del componente aplicación como del servidor. En primer lugar, la persistencia del componente aplicación fue modelada mediante un diagrama entidad-relación, el cual se presenta en la Figura 6.20.

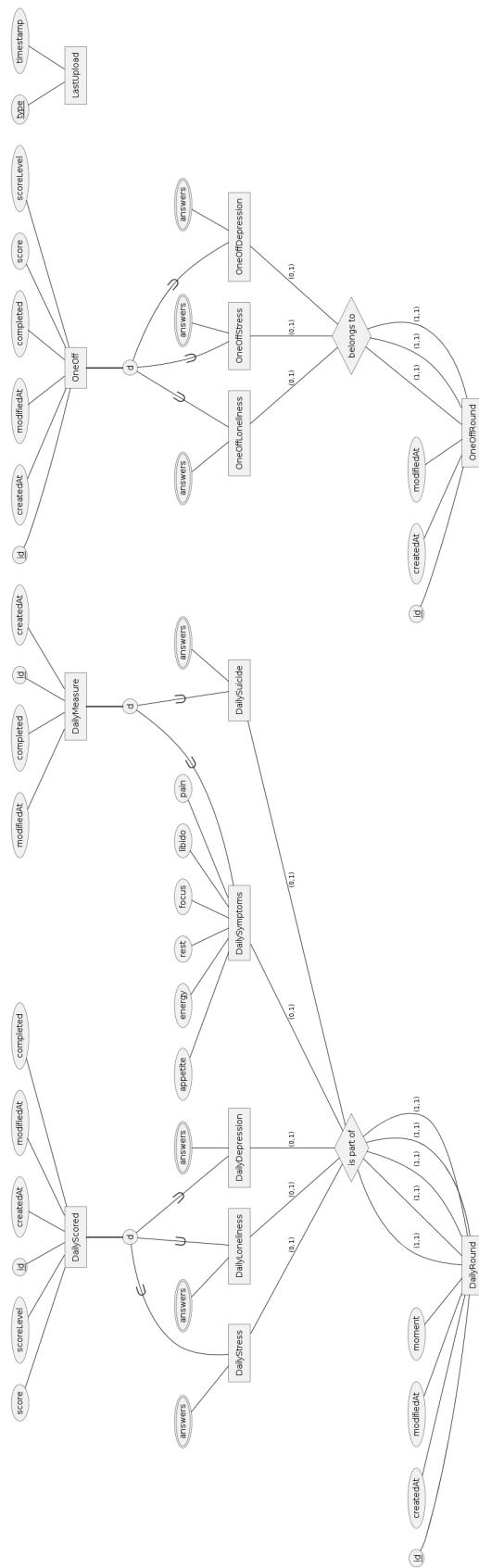


Figura 6.20: Diagrama Entidad Relación de la base de datos de la aplicación

Tras analizarse los diferentes diagramas de diseño, se tomó la decisión de agrupar los cuestionarios bajo el concepto de *Ronda de cuestionarios*, con la finalidad clara de simplificar la implementación de los diferentes cuestionarios. Se establecieron dos tipos de rondas, a saber, diarias² y puntuales.

Para el modelado de esta decisión de diseño, en el modelo entidad-relación fueron creadas una serie de entidades abstractas, *DailyScored*, *DailyMeasure* y *OneOff*, las cuales representan a los cuestionarios diarios con puntuación, los cuestionarios diarios que carecen de puntuación y los cuestionarios puntuales respectivamente. Estas entidades abstractas son extendidas por los diferentes cuestionarios, siendo estas entidades derivadas agrupadas según su frecuencia en las diferentes *rondas de cuestionarios*.

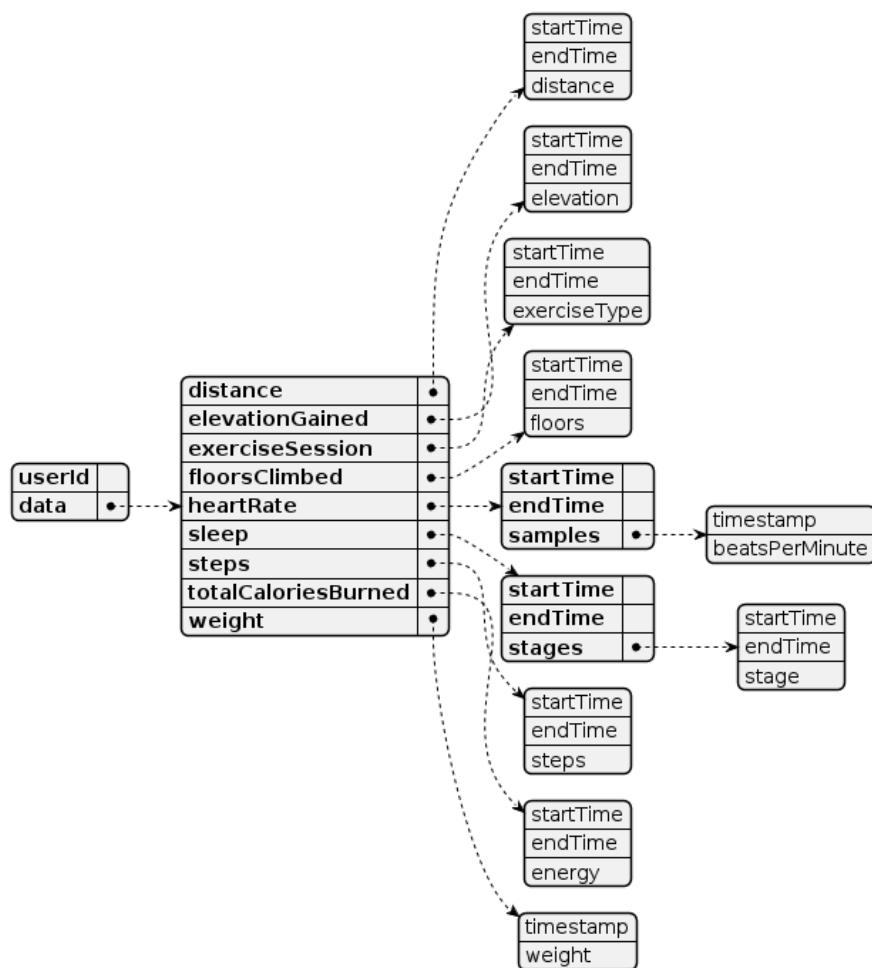
En cuanto a la persistencia de los datos en el componente servidor, al disponerse de un **SGBD** no relacional fueron diseñadas tres colecciones, a saber: datos de actividad física del usuario o *user data*, cuestionarios diarios o *daily questionnaires* y cuestionarios puntuales o *one off questionnaires*. Las Figuras 6.21, 6.22 y 6.23 respectivamente representan el modelado de estas colecciones.

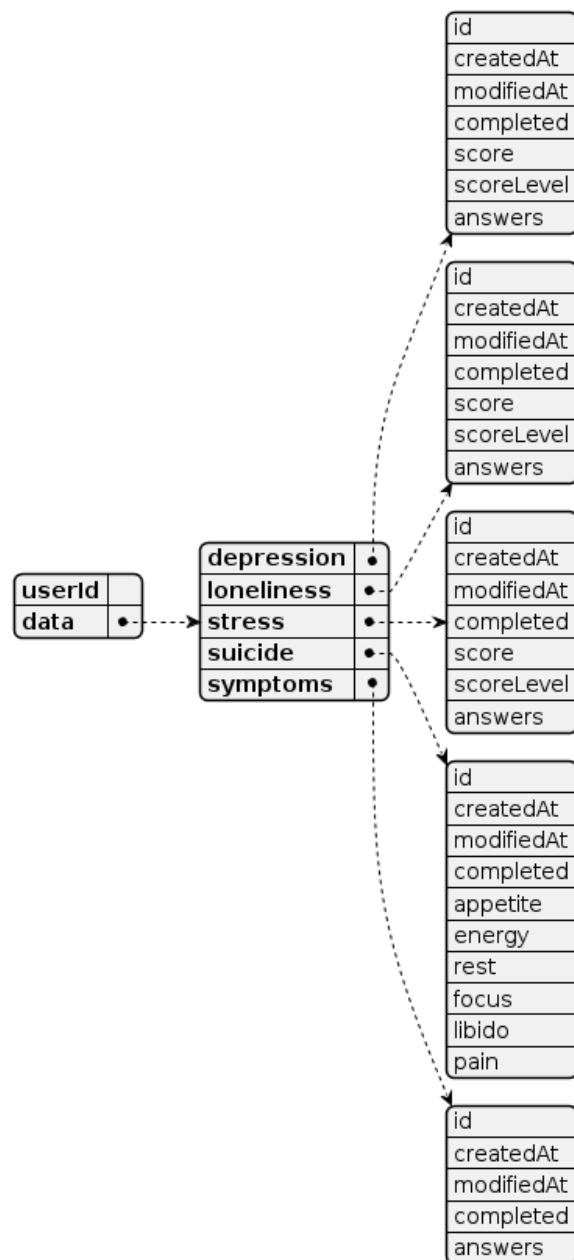
En el caso de la colección *user data*, se guarda para cada usuario los diferentes tipos de datos que se pueden recoger del *wearable* en un primer nivel. En un segundo nivel se detallan los intervalos de tiempo y las medidas, estableciéndose un tercer nivel de profundidad para aquellas medidas más complejas, como las fases del sueño o las muestras de la *variabilidad de la frecuencia cardíaca*.

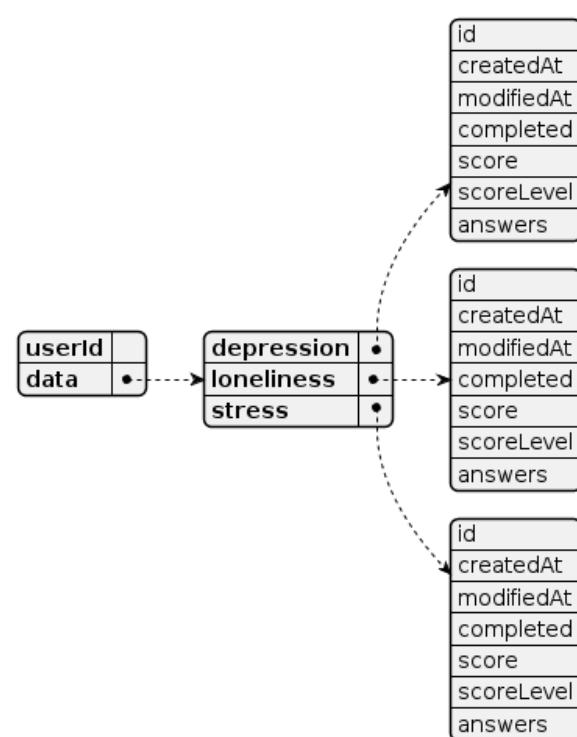
En cuanto a las colecciones de los cuestionarios, se establece en el nivel raíz el identificador de usuario. Los niveles de profundidad sucesivos definen los tipos de cuestionarios y la información de cada instancia de los mismos.

Por último, para simplificar notablemente la implementación, el formato **JSON** de estas colecciones será reutilizado para el envío de datos entre la aplicación y el servidor.

²Se pudo generalizar en base a los cuestionarios diarios ya que únicamente cambian los textos de los cuestionarios, por lo que se puede diferenciar entre matutino y vespertino en base de datos mediante un único atributo

Figura 6.21: Modelado de la colección `user data`

Figura 6.22: Modelado de la colección *daily questionnaires*

Figura 6.23: Modelado de la colección *one off questionnaires*

6.2.4 Interfaz gráfica

Los esquemas de colores de la interfaz gráfica de la aplicación fueron diseñados con la herramienta *Material Design Builder* [98]. Esta plataforma necesita una serie de colores principales o semilla, los cuales son utilizados en gran medida a lo largo de la aplicación.

La selección de los colores semilla fue realizada en colaboración con la asociación de la [ETSI](#) *LevelUp*, para obtener una mayor retroalimentación e ideas para los mismos. Los colores elegidos se pueden visualizar en la Figura 6.24, siendo su caracterización:



Figura 6.24: Colores semilla

- Principal:
 - Formato hexadecimal: #005843
 - Formato **HCT**: *Hue* 171,954, *Chroma* 34,299 y *Tone* 32,667
- Secundario:
 - Formato hexadecimal: #F4BE2B
 - Formato **HCT**: *Hue* 87,354, *Chroma* 54,911 y *Tone* 79,747
- Terciario:
 - Formato hexadecimal: #F4CAAB
 - Formato **HCT**: *Hue* 58,088, *Chroma* 18,774 y *Tone* 84,181

Estos colores principales fueron procesados por *Material Design Builder* generando una serie de variantes, descritas en la Figura 6.25.

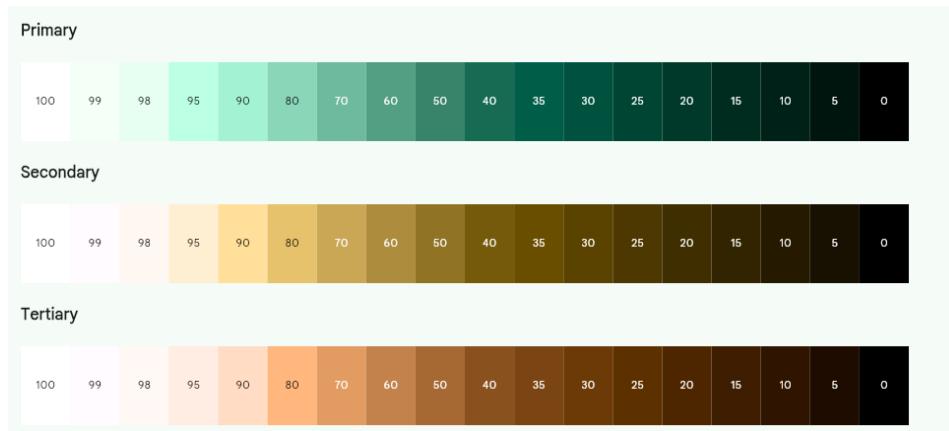


Figura 6.25: Variantes de los colores principales

Con las variantes de esos colores la herramienta genera los colores del modo claro y oscuro; los cuales se pueden ver en las Figuras 6.26 y 6.27 respectivamente.

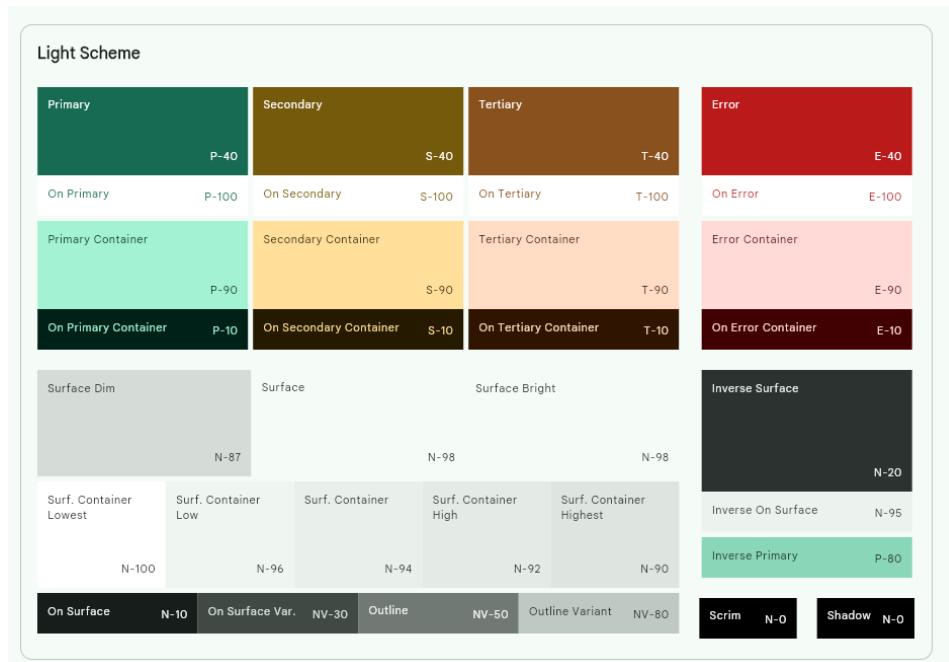


Figura 6.26: Esquema de colores claro

En cuanto al logo del sistema, también fue diseñado en colaboración con la asociación *LevelUp*, tomando los colores del mismo de la selección de los colores semilla. En la Figura 6.28 se presenta el ícono realizado.

Asimismo, para convertir el logo a un formato que pudiera utilizarse en Android, se recurrió a la herramienta **Icon kitchen**, como se puede visualizar en la Figura 6.29.

Dark Scheme				
Primary	Secondary	Tertiary	Error	
P-80	S-80	T-80	E-80	
On Primary	P-20	On Secondary	S-20	On Tertiary
				T-20
Primary Container	Secondary Container	Tertiary Container	Error Container	
P-30	S-30	T-30	E-30	
On Primary Container	P-90	On Secondary Container	S-90	On Tertiary Container
				T-90
Surface Dim	Surface	Surface Bright	Inverse Surface	
N-6	N-6	N-24	N-90	
Surf. Container Lowest	Surf. Container Low	Surf. Container	Surf. Container High	Surf. Container Highest
N-4	N-10	N-12	N-17	N-24
On Surface	N-90	On Surface Var.	NV-90	Outline
				NV-60
				Outline Variant NV-30
			Scrim N-0	Shadow N-0

Figura 6.27: Esquema de colores oscuro



Figura 6.28: Logo del sistema

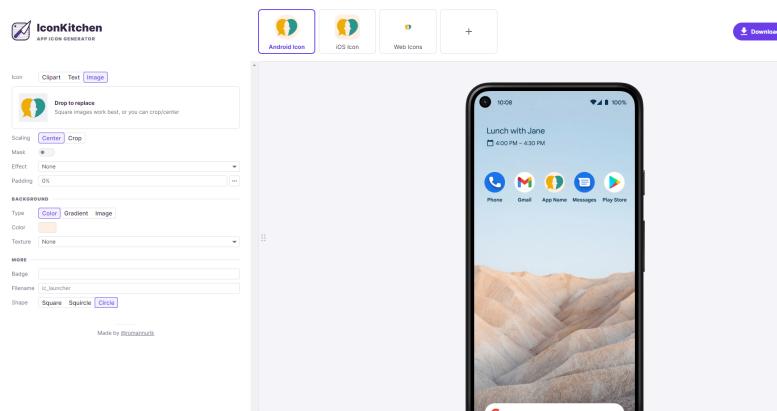


Figura 6.29: Procesado del logo en Icon Kitchen

7.

Desarrollo del sistema

;Quién dijo miedo habiendo hospitales?

Sabiduría popular de la ETSISI

En este capítulo se detallan los aspectos más destacados relativos a la implementación del sistema propuesto.

7.1 Infraestructura del proyecto

En primer lugar, se han creado dos repositorios en *GitHub* para albergar la implementación del sistema, uno para cada componente principal. El código de la aplicación se encuentra en [Emotional-Wellbeing/App](#), mientras que el del servidor se encuentra en [Emotional-Wellbeing/Api](#), siendo [VicDominguez](#) el usuario del autor.

Debido a que el código de este proyecto ha sido utilizado como base para la realización de otro [TFM](#) [140], en el repositorio de la aplicación móvil fueron creadas dos ramas (`dominguez` y `dominguez_debug`) que contienen única y exclusivamente el código desarrollado en el marco de este proyecto. En el caso del componente servidor, si bien no fue creada una rama en exclusiva para este [TFM](#), todo el código fue creado en este proyecto a excepción del relativo al `user_databg`, el cual pertenece al alcance del [TFM](#) [140].

GitHub permite acceder fácilmente al historial de *commits* donde se puede visualizar la autoría, la fecha y el contenido de cada actualización, como refleja en la Figura 7.1. Además, gracias al uso del sistema *GitHub Actions*, se implementaron *pipelines* de integración y distribución continuas (CI/CD) en ambos repositorios, los cuales se pueden encontrar en [App - ./github/workflows](#) y [Api - ./github/workflows](#) respectivamente. Si bien no es frecuente su uso en metodologías tradicionales ha sido implementado en este [TFM](#) ya que permite la realización automática de ciertas acciones.

The screenshot shows a list of commits on a GitHub repository. The commits are as follows:

- Hotfix of naming of dominguez.debug.yml** (Verified) - a14bc5a (May 17, 2024)
- Update dominguez_debug.yml** (Verified) - 9c8785d (May 17, 2024)
- Fix path of app release** (Verified) - 3f7fcad (May 17, 2024)
- Commits on May 16, 2024**
- Update last v3 action, create dominguez-debug.yml and create releases for dominguez apk versions, also signed** (Verified) - 53b7a5f (May 16, 2024)
- Update actions/ to v4** (Verified) - 00dace5 (May 16, 2024)
- Update build tools version on master workflow** (Verified) - 6bf1683 (May 16, 2024)
- Update version numbers** (Verified) - f1561bd (May 16, 2024)
- Remove external components** (Verified) - f7fc3c8 (May 16, 2024)

Figura 7.1: Historial de *commits* en el repositorio de la aplicación

En el caso del repositorio de la aplicación, el *pipeline* desempeña las siguientes tareas en cada *commit*:

- Compilación del código en un archivo *Android Application Package (APK)*.
- Ejecución de pruebas automáticas.
- Publicación del archivo *APK* compilado durante 90 días.
- Publicación del informe de pruebas durante 90 días.

Además, en el caso de los *commits* etiquetados con el prefijo 'v', se crea una *release* que mantiene la publicación de los archivos por tiempo indefinido. La última *release* se puede visualizar en la Figura 7.2 y es accesible mediante el siguiente [enlace](#).

Respecto al repositorio del servidor, el *pipeline* realiza las siguientes tareas en cada *commit*:

- Ejecución de pruebas estáticas mediante *flake8*.
- Ejecución de pruebas automáticas y generación del reporte de *coverage*.
- Publicación del informe de pruebas durante 90 días.

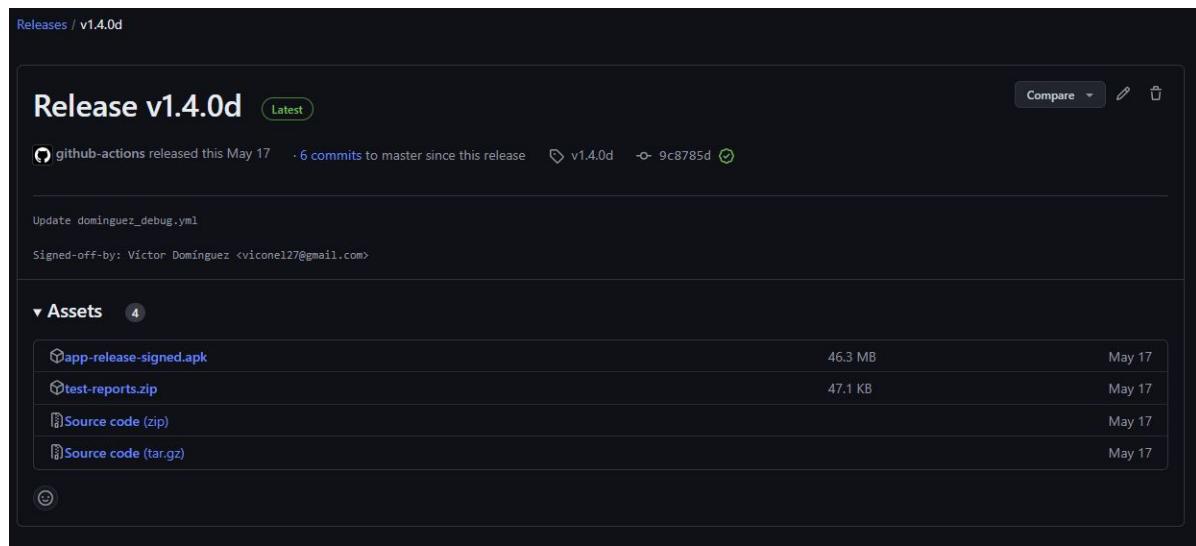


Figura 7.2: Publicación de la *release* v1.4.0d

7.2 Aplicación móvil

En esta sección se detallarán únicamente las cuestiones no cubiertas en la fase de diseño o *detalles de implementación*.

7.2.1 Grafos de navegación

Debido a la gran cantidad de pantallas¹ con las que cuenta la aplicación, en este apartado se detalla el grafo de navegación entre las mismas. Para mejorar la legibilidad el grafo se ha dividido en cuatro partes: *primer uso*, *principal*, *cuestionarios diarios* y *cuestionarios puntuales*.

El grafo *primer uso*, representado en la Figura 7.3, resulta muy similar a lo planteado en el diagrama de secuencia correspondiente, el cual fue representado en la Figura 6.2. La única novedad en ese sentido es la incorporación de la pantalla *splash*, que hace las veces de pantalla de introducción o carga.

En cuanto a la representación del grafo de navegación, la cabeza de las flechas determina el sentido de la navegación, mientras los nodos en cursiva hacen referencia a pantallas descritas en otros grafos. Asimismo, los elementos rectangulares describen el evento activador del grafo en cuestión.

En cuanto al grafo *principal* descrito en la Figura 7.4, este detalla las conexiones entre las pantallas que se pueden acceder en cualquier momento. En el caso entre *Inicio* y *Cuestionarios incompletos*

¹Se utilizarán indistintamente los términos ventana o pantalla para aliviar la notación.

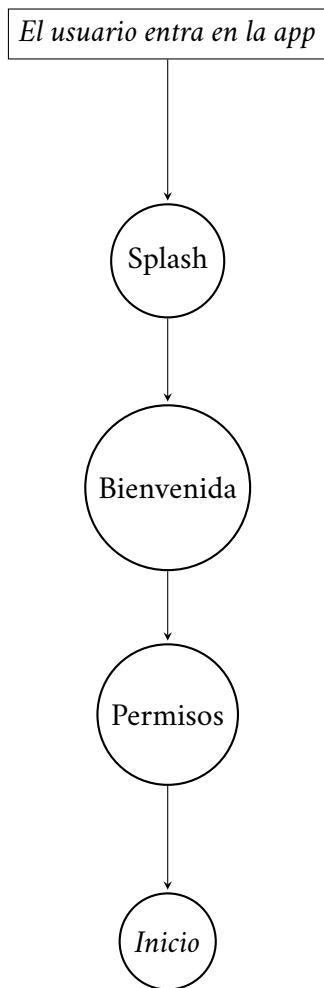


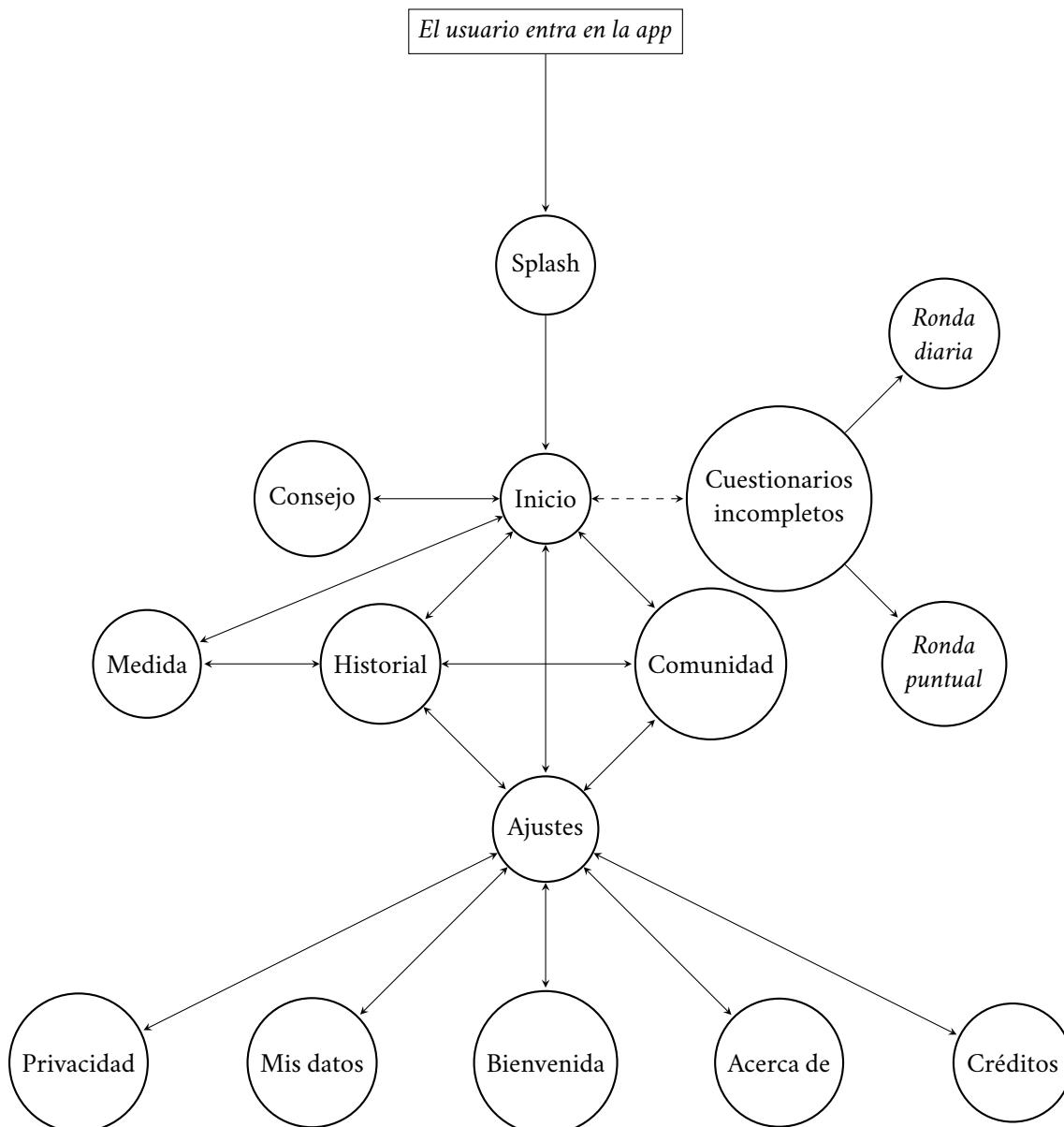
Figura 7.3: Grafo de navegación *primer uso*

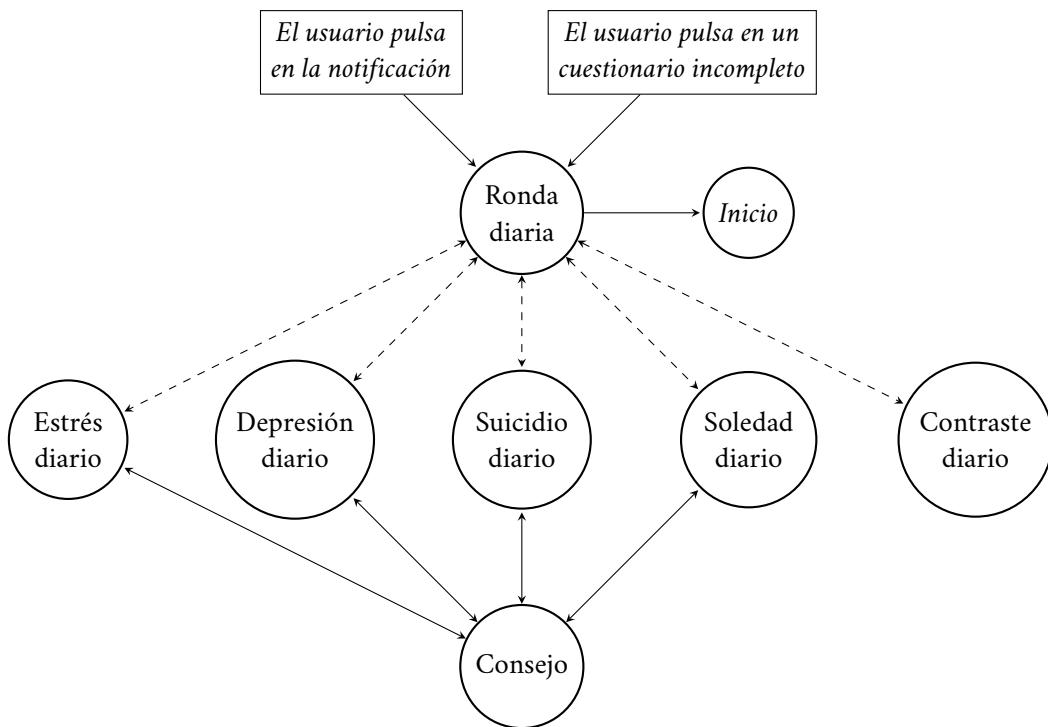
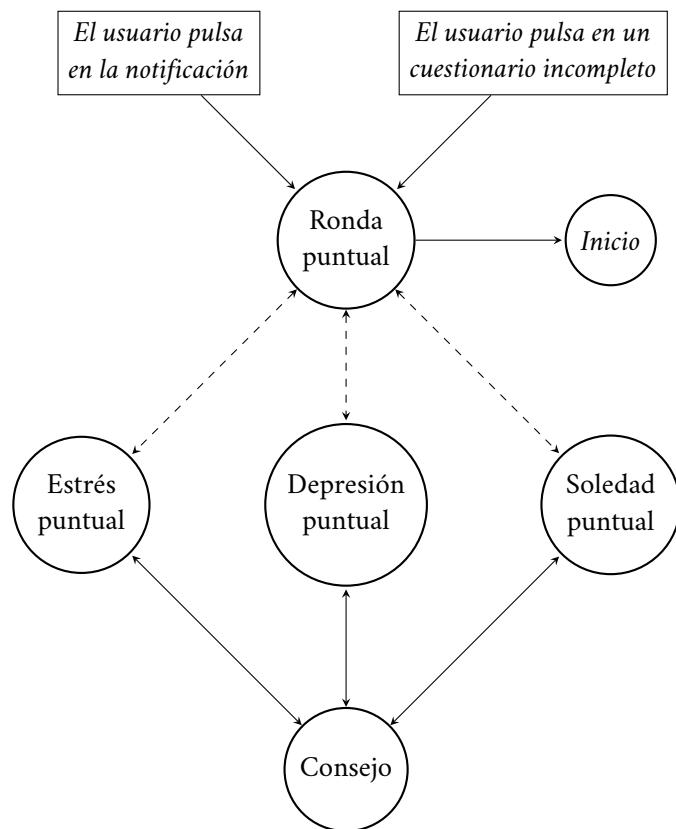
solo se puede navegar en el caso que existan cuestionarios incompletos, navegación condicional indicada con la línea discontinua.

Respecto al grafo de navegación *cuestionarios diarios*, visible en la Figura 7.5, este hace referencia a las rondas de cuestionarios diarias descritas en la fase de diseño. La navegación discontinua denota que sólo se podrá navegar a los cuestionarios que el usuario necesite llenar, pudiendo ser cualquiera de ellos según las circunstancias concretas.

Por otra parte, *ronda diaria* se trata de un nodo especial, ya que no se corresponde con una *pantalla* visible para el usuario sino de una pantalla *invisible* que contiene la lógica de la ronda de cuestionarios.

Por último, sobre el grafo de navegación *cuestionarios puntuales* representado en la Figura 7.6, aplican los mismos razonamientos que se describieron en el grafo de *cuestionarios diarios*.

Figura 7.4: Grafo de navegación *principal*

Figura 7.5: Grafo de navegación *cuestionarios diarios*Figura 7.6: Grafo de navegación *cuestionarios puntuales*

7.2.2 Descripción de alto nivel de las pantallas implementadas

Splash

Esta pantalla, como se puede ver en la Figura 7.7, cuenta únicamente con el logo de la aplicación y un fondo con el color principal. Se muestra únicamente durante un segundo en cada arranque de la aplicación.



Figura 7.7: Pantalla *splash*

Bienvenida

Esta ventana cuenta con un carrousel de mensajes de bienvenida, presentándose cada uno con un titular y con una animación. El primer mensaje del carrousel se puede visualizar en la Figura 7.8.

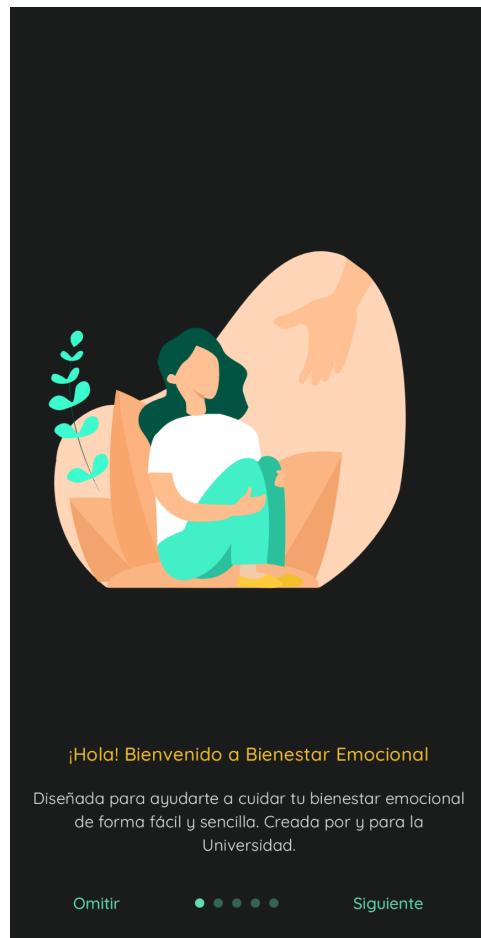


Figura 7.8: Pantalla bienvenida

Permisos

En esta pantalla, representada en la Figura 7.9 se explica al usuario por qué la aplicación necesita ciertos permisos y los enlaces a las ventanas o diálogos de Android para otorgar los permisos en cuestión. Además la ventana cuenta con un botón de continuar para cuando el usuario ha terminado de otorgar permisos.

Asimismo se trata de una pantalla *básica*, la cual cuenta con un encabezado y con una barra de navegación para acceder a las ventanas principales².

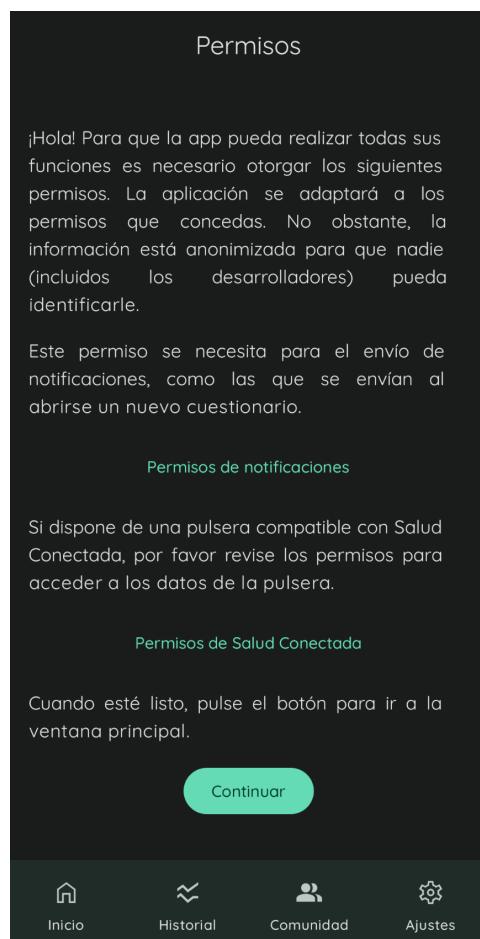


Figura 7.9: Pantalla permisos

²Las ventanas principales son inicio, historial, comunidad y ajustes.

Inicio

Esta ventana es una de las ventanas principales de la aplicación y presenta al usuario el último estado sobre estrés, soledad o depresión en forma de carrousel.

La representación de la medida cuenta con un indicador circular que muestra qué tan grave es la medida, información sobre el nivel en cuestión y los accesos al consejo ofrecido y a la ventana *medida* para obtener más información.

En el caso que el usuario tenga cuestionarios pendientes se mostrará un aviso que el usuario podrá cerrar en cualquier momento.

La Figura 7.10 muestra la pantalla para un caso habitual y un caso donde el último cuestionario no fue realizado.

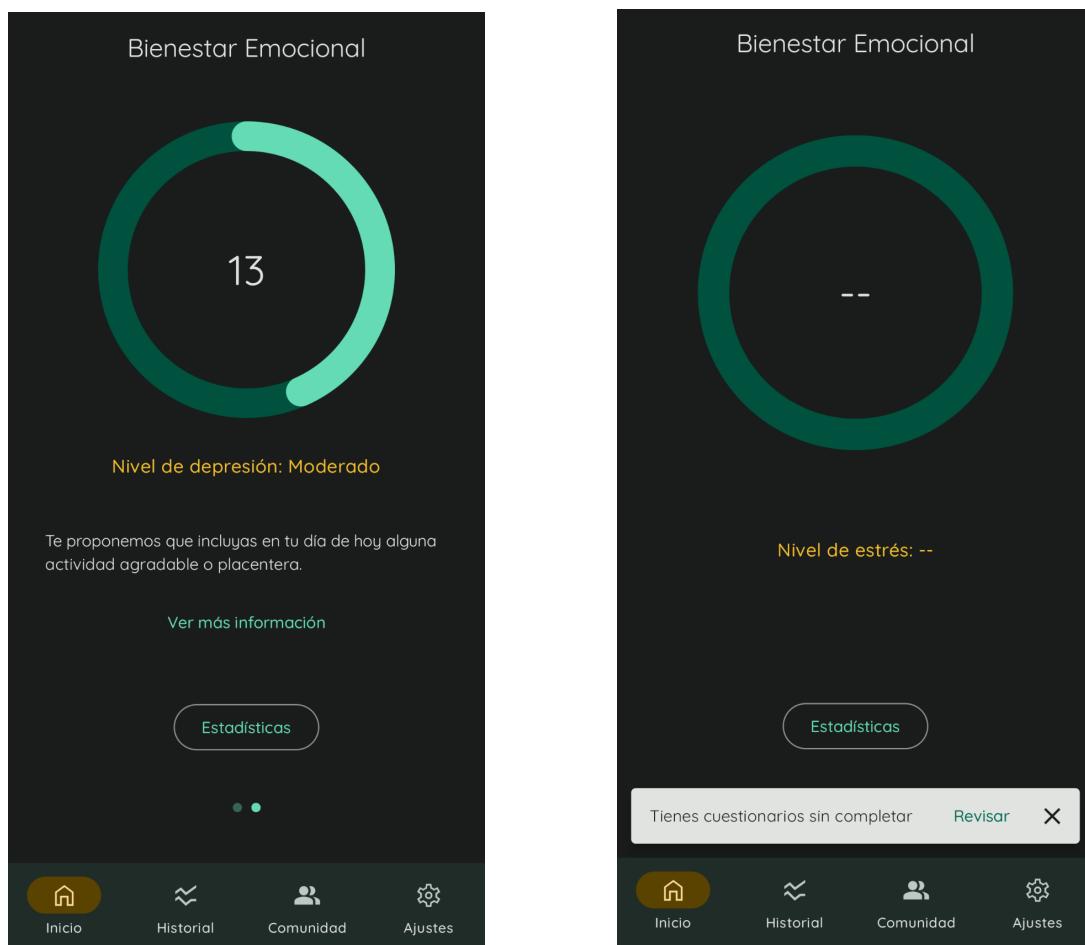


Figura 7.10: Pantalla inicio

Historial

Esta ventana es otra de las principales e implementa la visualización de estadísticas acerca del historial del usuario. Los ajustes de medida y granularidad se han implementado mediante desplegables, mientras que el ajuste de la fecha se realiza mediante un diálogo.

Por otra parte, la estadística se trata de un diagrama de líneas estableciéndose un marcador en la medida de cada día, etiquetándose los eje x e y con la granularidad y el nivel de la medida respectivamente.

La Figura 7.11 muestra esta pantalla en acción.

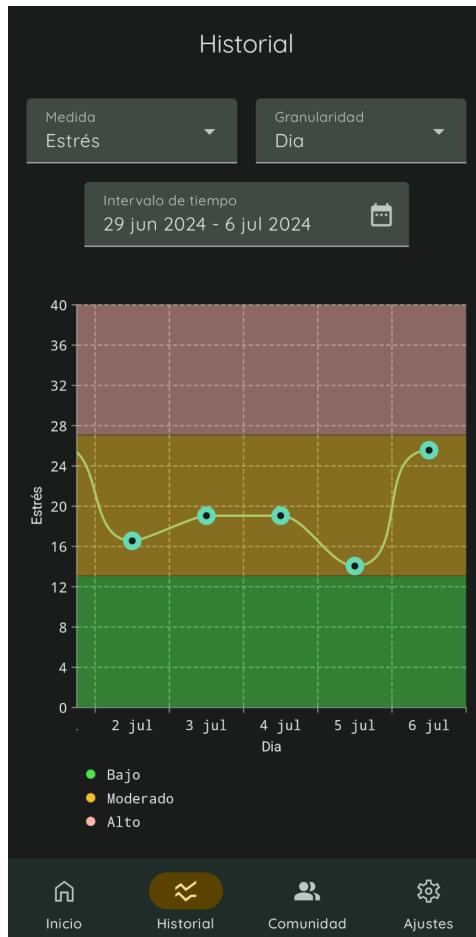


Figura 7.11: Pantalla historial

Comunidad

La tercera de las ventanas principales implementa la funcionalidad de seguimiento conjunto, nuevamente en forma de carrousel para que el usuario pueda moverse entre medidas.

En cuanto a la representación gráfica se han elegido dos indicadores circulares, que a diferencia de los anteriores, muestran el nivel de la medida dentro del círculo.

Más abajo se encuentra el diagrama de barras que representa la semana actual para la comunidad, estando nuevamente los ejes x e y etiquetados, en este caso con los días de la semana y el nivel de la medida respectivamente.

La Figura 7.12 representa esta pantalla.

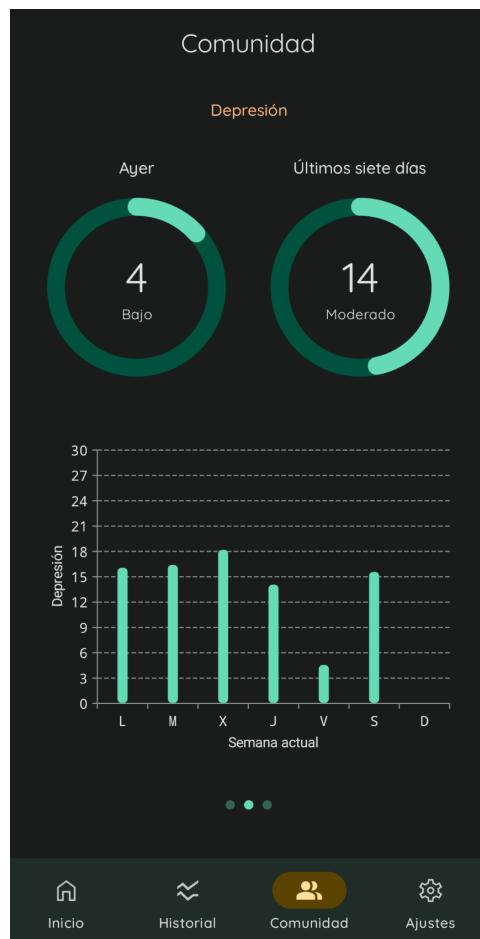


Figura 7.12: Pantalla comunidad

Ajustes

La cuarta y última ventana principal consta de un amplio abanico de funciones y accesos a otras ventanas. La Figura 7.13 muestra el contenido de esta pantalla en su conjunto.

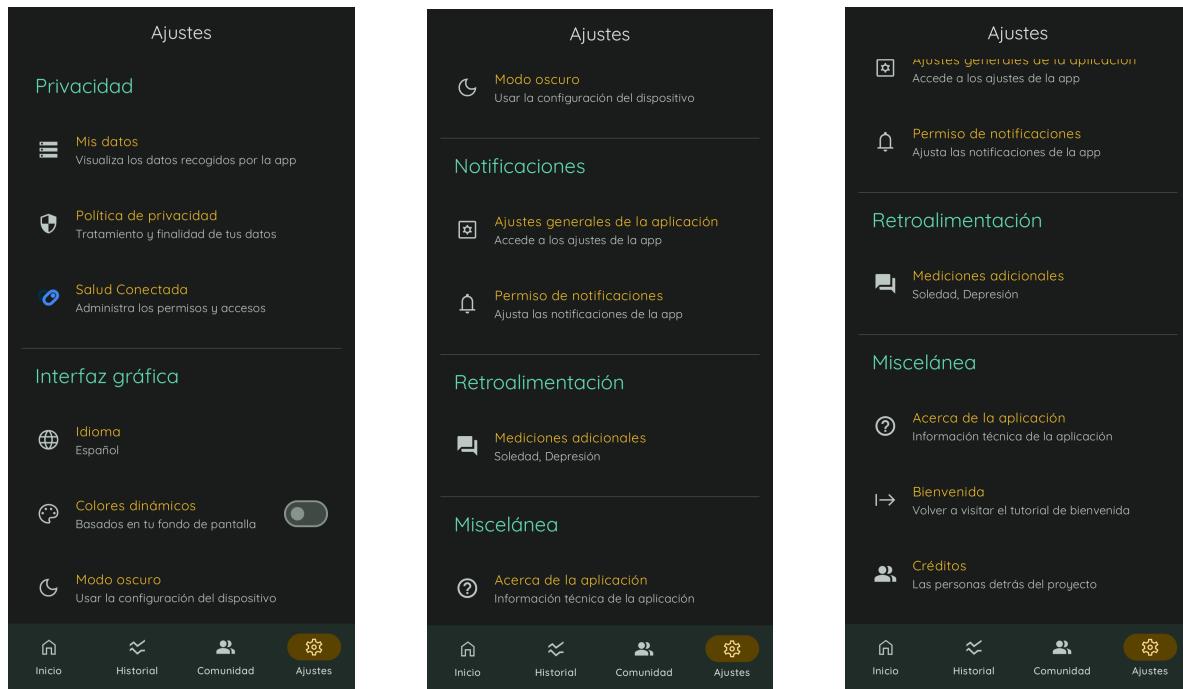


Figura 7.13: Pantalla ajustes

Por otra parte la Figura 7.14 representa los paneles de Android que se pueden abrir desde ajustes.

Por último, la Figura 7.15 muestra la implementación de los diálogos de idioma, modo y mediciones respectivamente.

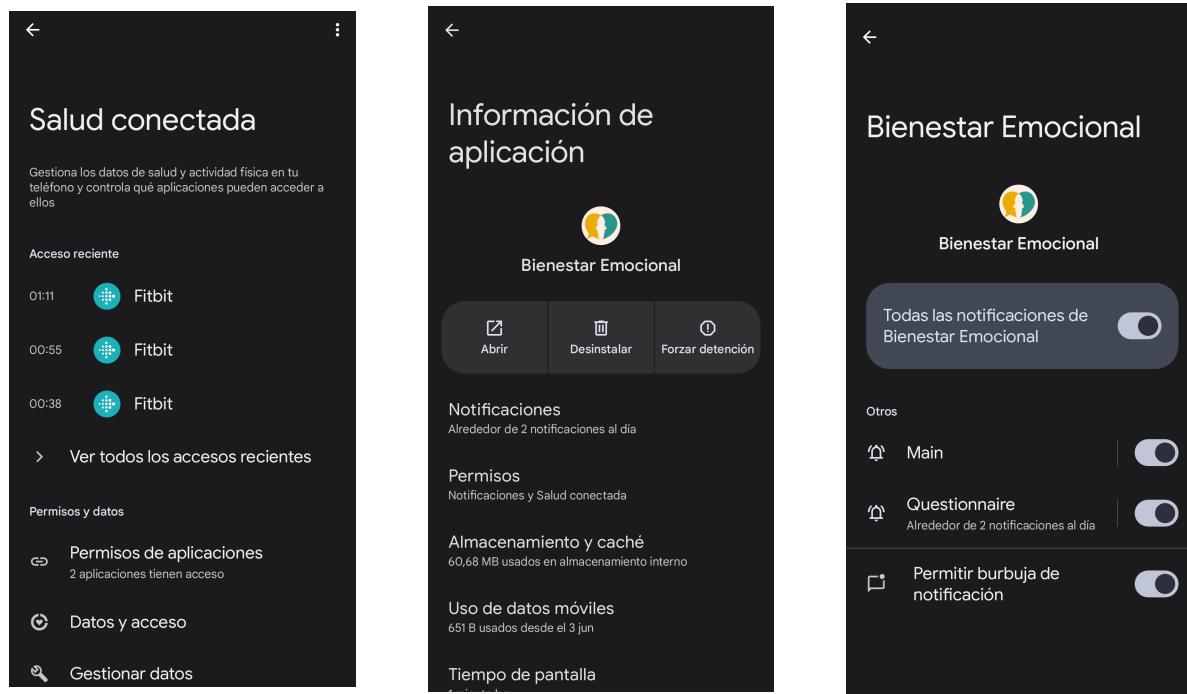


Figura 7.14: Paneles accesibles desde ajustes



Figura 7.15: Diálogos de ajustes

Consejo

Esta pantalla consta únicamente del texto detallado del consejo y de un botón para volver atrás. La Figura muestra la pantalla consejo ofreciendo la recomendación para mitigar el estrés alto 7.16.

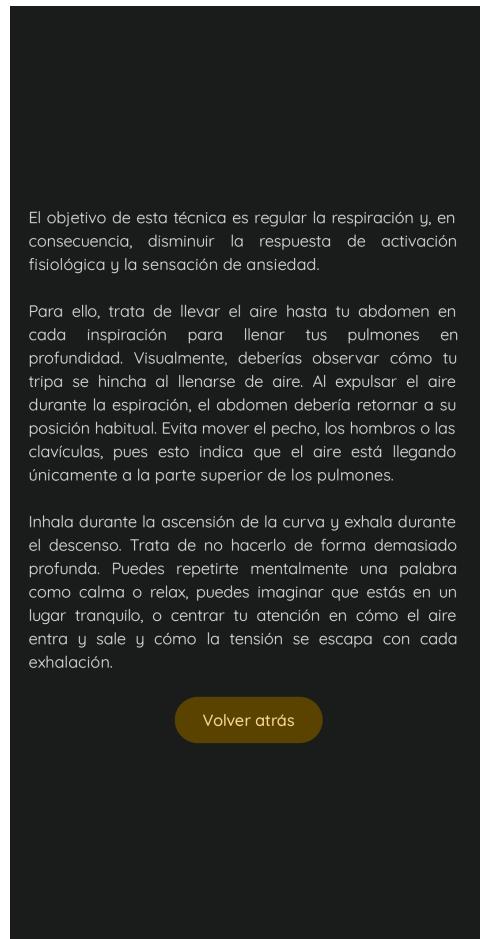


Figura 7.16: Pantalla consejo

Medida

Esta pantalla básica, accesible desde inicio, consta de los mismos elementos gráficos que la ventana de comunidad con la salvedad de que son los datos del usuario los representados en esta ventana. Además consta de un botón que dirige al usuario a la pantalla de historial.

La Figura 7.17 muestra la pantalla en un caso habitual de uso y en el escenario de encontrar valores nulos.

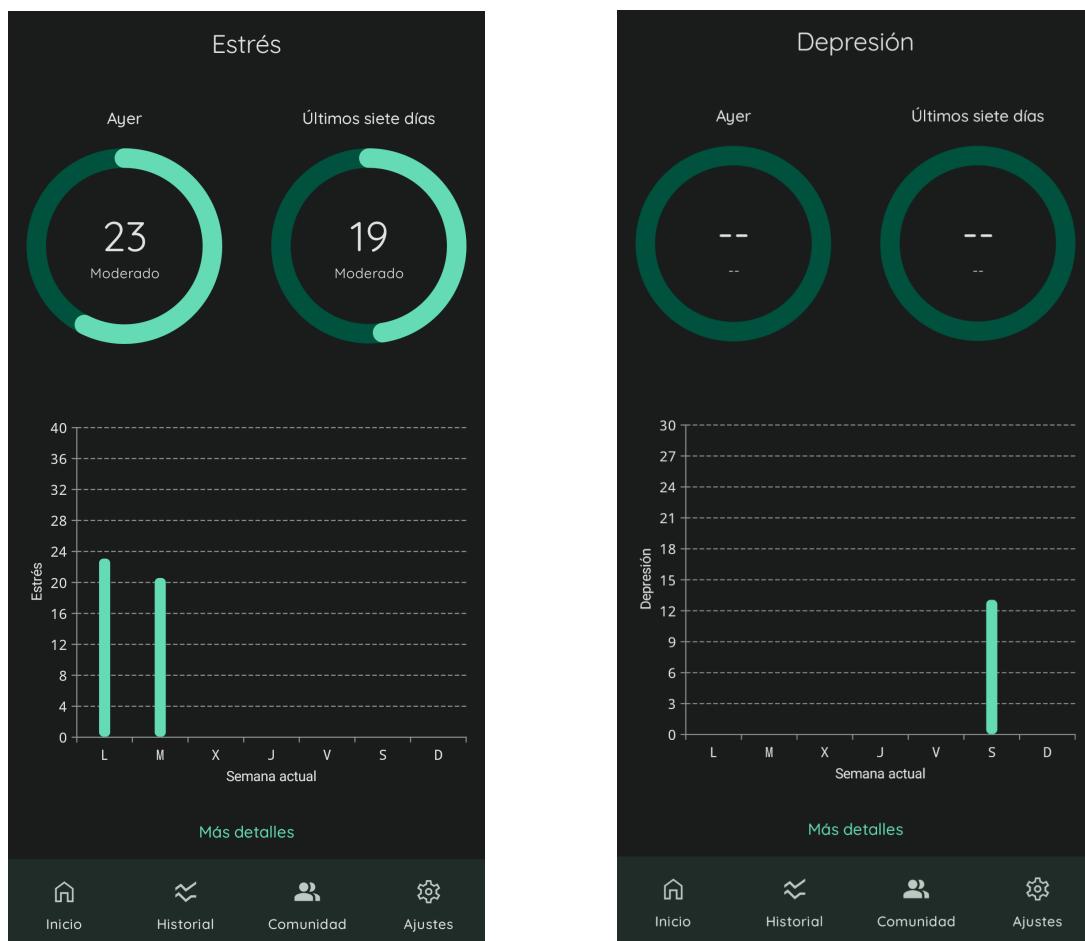


Figura 7.17: Pantalla medida

Mis datos

En esta pantalla básica el usuario puede visualizar sus datos de actividad física, como se puede ver en la Figura 7.18.

Cuando el usuario entra en esta ventana se muestra una lista de desplegables, uno por cada tipo de dato, mientras que al abrirse uno de estos desplegables se muestran los registros de la medida en cuestión en forma de tarjetas.

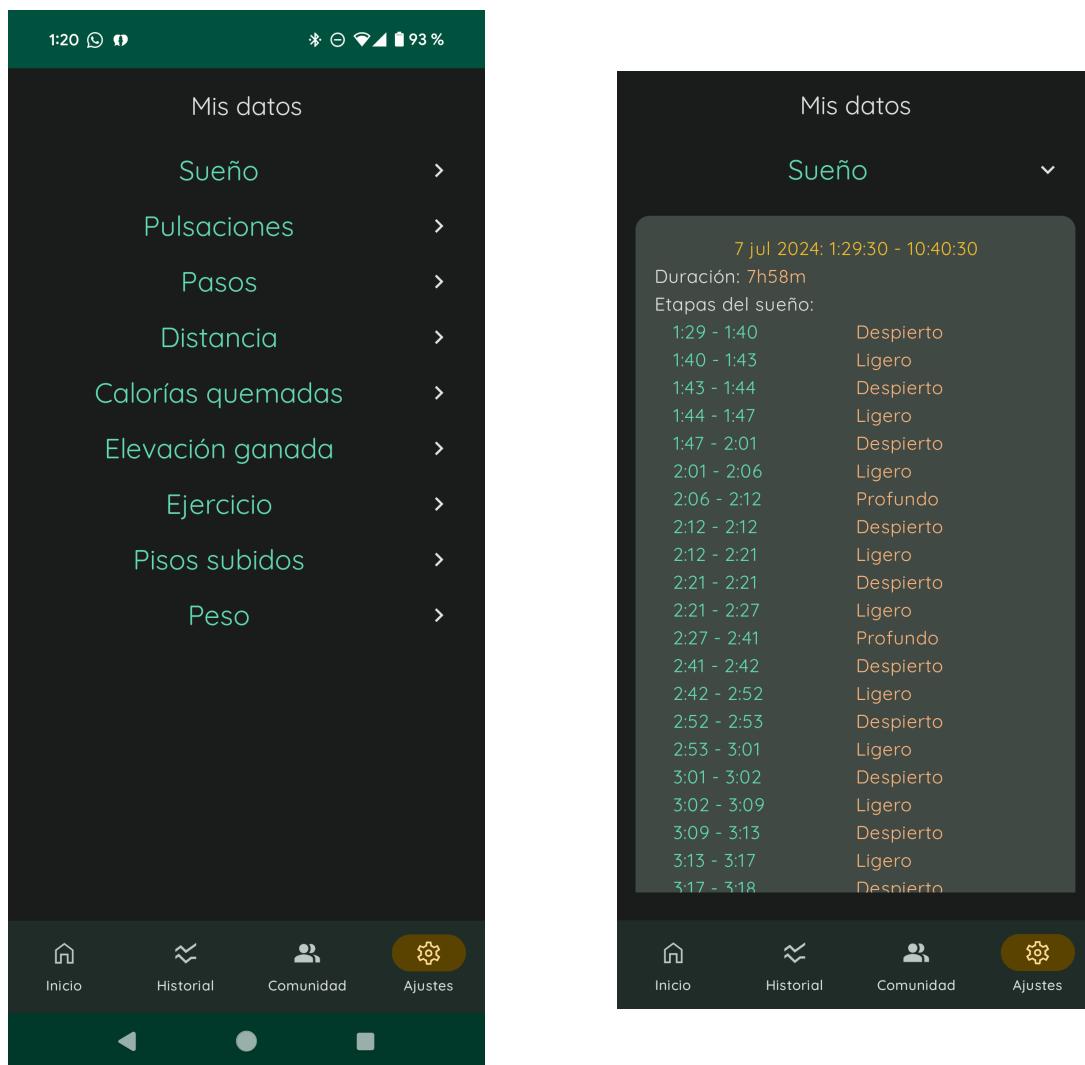


Figura 7.18: Pantalla *mis datos*

Privacidad

Esta ventana básica, únicamente accesible desde ajustes, contiene el mismo diseño que la pantalla de consejo: el texto en cuestión y el botón de vuelta atrás.

La Figura 7.19 muestra la pantalla de privacidad disponible en el usuario. Puede verse que la política de privacidad no se acabó diseñando durante la fase de implementación de este TFM.

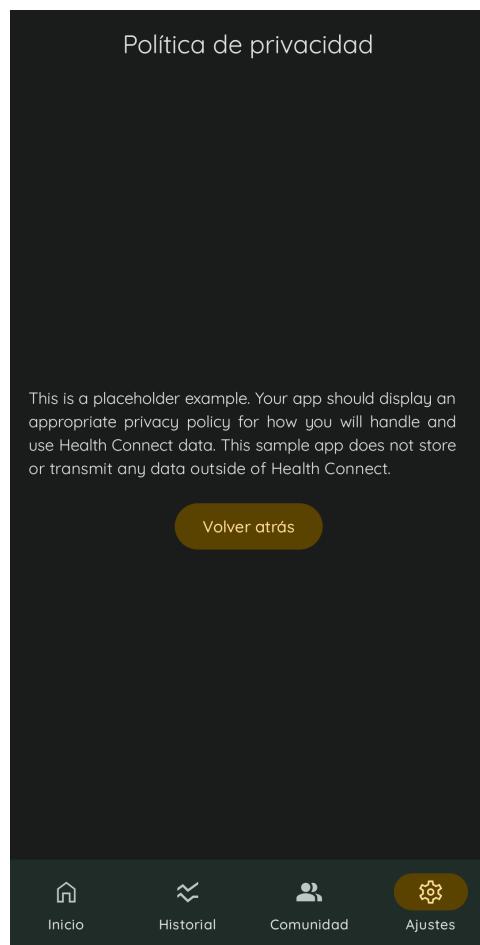


Figura 7.19: Pantalla privacidad

Acerca de

Se trata de una pantalla idéntica al caso anterior, cambiando la política de privacidad por los datos de la aplicación. La Figura 7.20 muestra esta ventana.

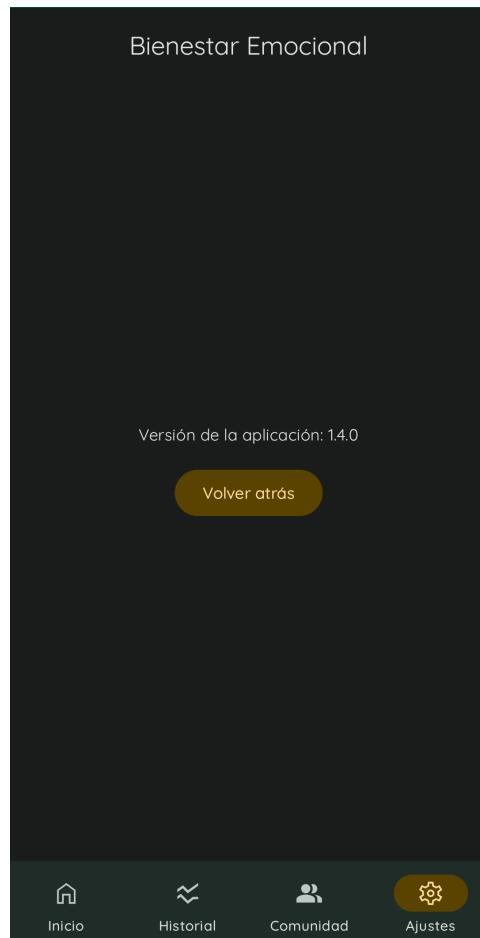


Figura 7.20: Pantalla *acerca de*

Créditos

Esta ventana básica contiene la lista de las personas que han trabajado en el desarrollo de la aplicación junto con su papel en la misma. También se dan créditos a las personas que han creado algunos de los elementos gráficos utilizados por la aplicación.

La Figura 7.21 representa cómo se ven los créditos en la aplicación³.



Figura 7.21: Pantalla créditos

³La aplicación muestra una errata: María no es coautora de este proyecto, sino autora de su propio proyecto basado en este [TFM](#).

Cuestionarios incompletos

Esta pantalla básica y condicional solo aparece cuando el usuario tiene cuestionarios incompletos, los cuales son agrupados por rondas. Cada ronda incompleta es presentada en forma de tarjeta, contiendo información de qué cuestionarios faltan y un botón para retomarlos, como se puede ver en la Figura 7.22.

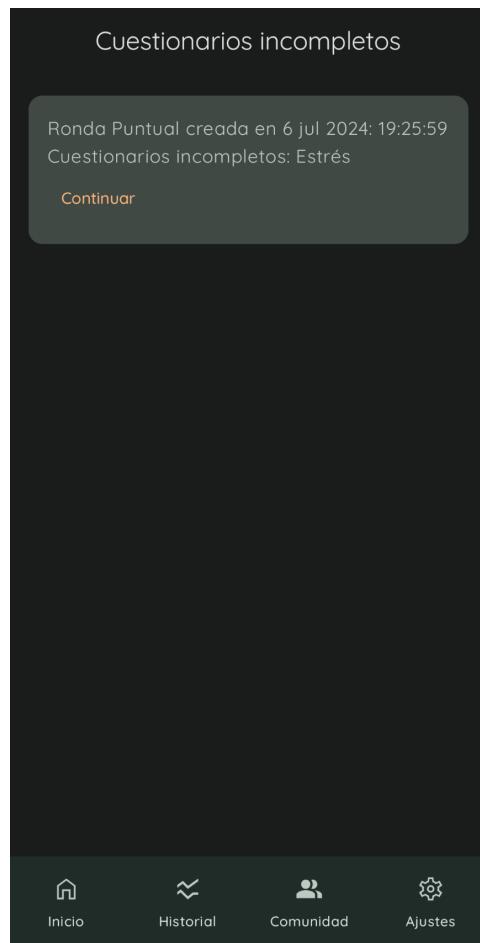


Figura 7.22: Pantalla *cuestionarios incompletos*

Estrés, depresión y soledad diario

Debido a que las tres pantallas sólo varían en los textos presentados, se han agrupado bajo esta sección. La Figura 7.23 refleja la representación de estos cuestionarios.

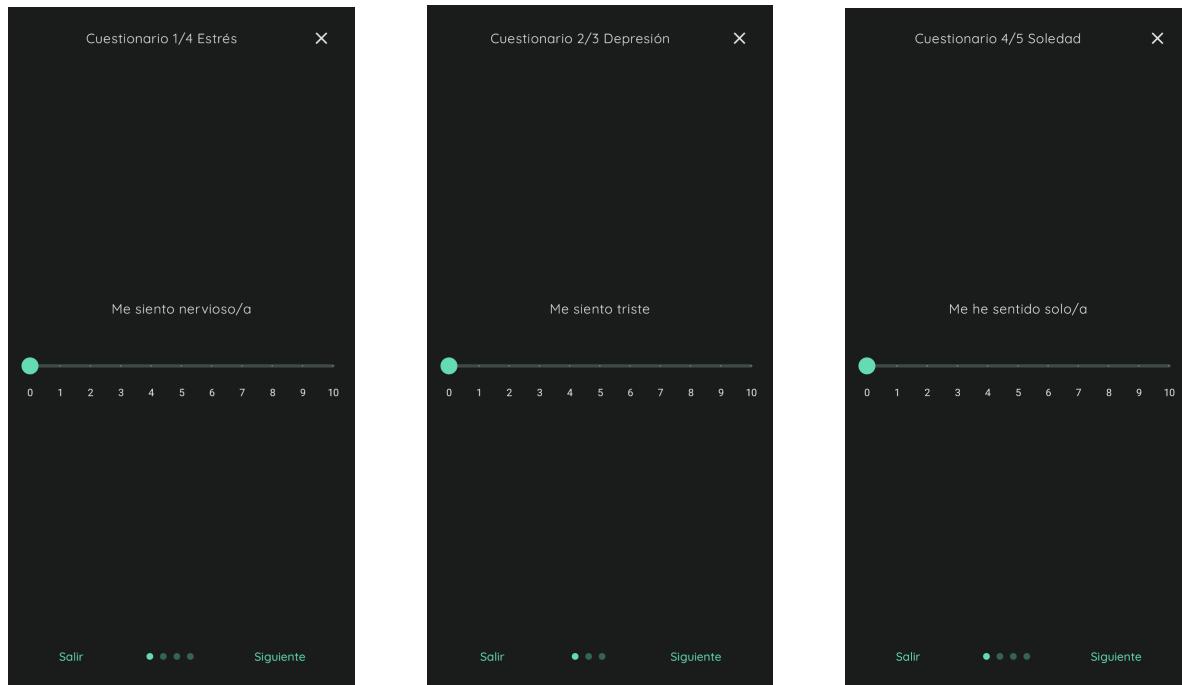


Figura 7.23: Pantallas estrés, depresión y soledad diarios

En este caso se puede ver que las preguntas están dispuestas en forma de carrousel con botones para salir o pasar a la siguiente, siendo un patrón que se repetirá para todos los cuestionarios. Además se presenta una barra en la parte superior que indica el número de cuestionario dentro de la ronda, cuál es y un botón para omitirlo.

En este caso, como la respuesta a la pregunta es numérica, el usuario dispone de una escala gráfica que puede pulsar para responder.

Por otra parte la Figura 7.24 muestra los diferentes avisos que se pueden mostrar para todos los cuestionarios de la aplicación, en particular el de *preguntas restantes* y el de *omitar cuestionario*.

Por último la Figura 7.25 representa los elementos resumen que se muestran al finalizar los cuestionarios de estrés, depresión y soledad diarios.

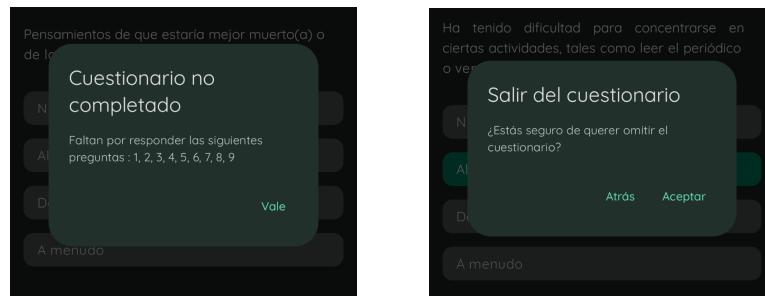


Figura 7.24: Diálogos de los cuestionarios de la aplicación

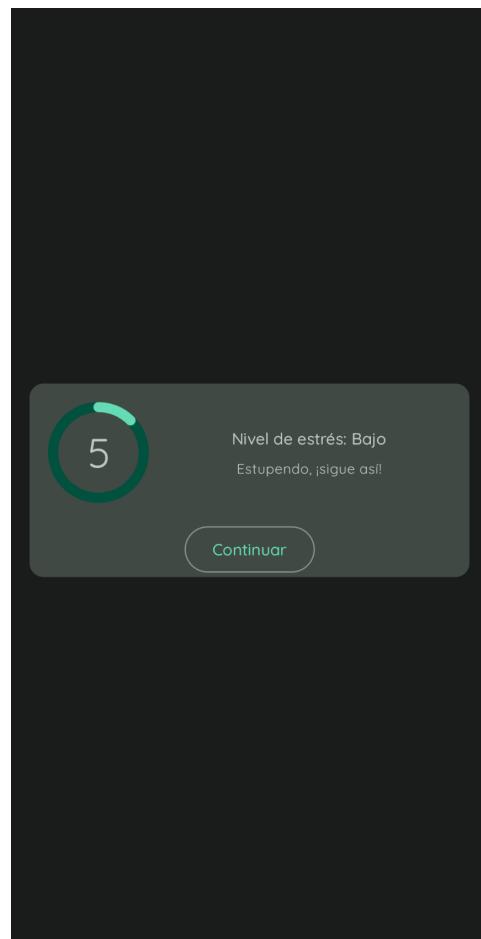


Figura 7.25: Resumen de los cuestionarios estrés, depresión y soledad diarios

Suicidio diario

Este cuestionario presenta a diferencia de los tres anteriores preguntas de selección, con la particularidad de que si el usuario marca una respuesta como *no* el cuestionario finaliza, ya que las preguntas ahondan sucesivamente en mayor riesgo de depresión.

La Figura 7.26 muestra tanto la primera pregunta del cuestionario como el resumen que se presenta a la finalización del mismo ejemplificado en riesgo alto.

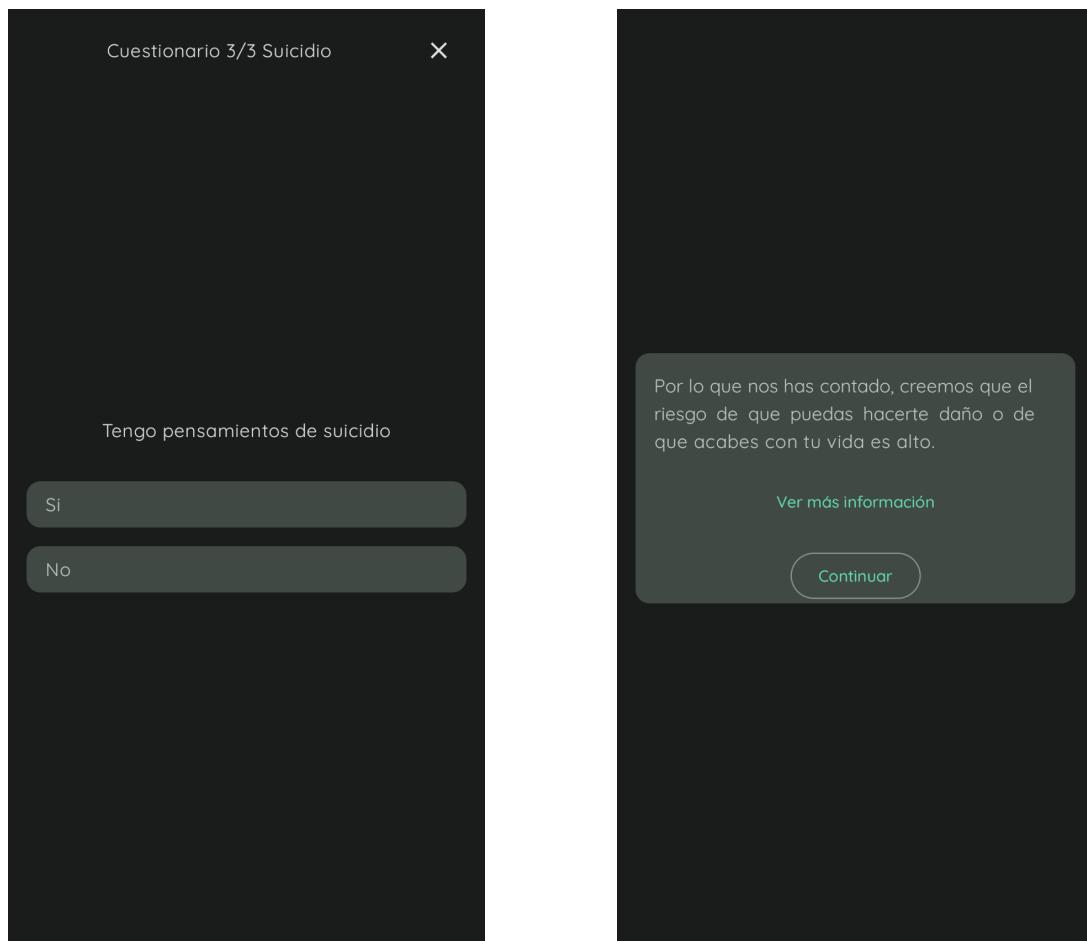


Figura 7.26: Pantalla y resumen del cuestionario *suicidio diario*

Contraste diario

Este cuestionario presenta preguntas de selección, con la particularidad de no presentar resumen a la finalización del mismo al no disponer de puntuación o nivel de medida. La Figura 7.27 presenta la primera pregunta del cuestionario contraste.

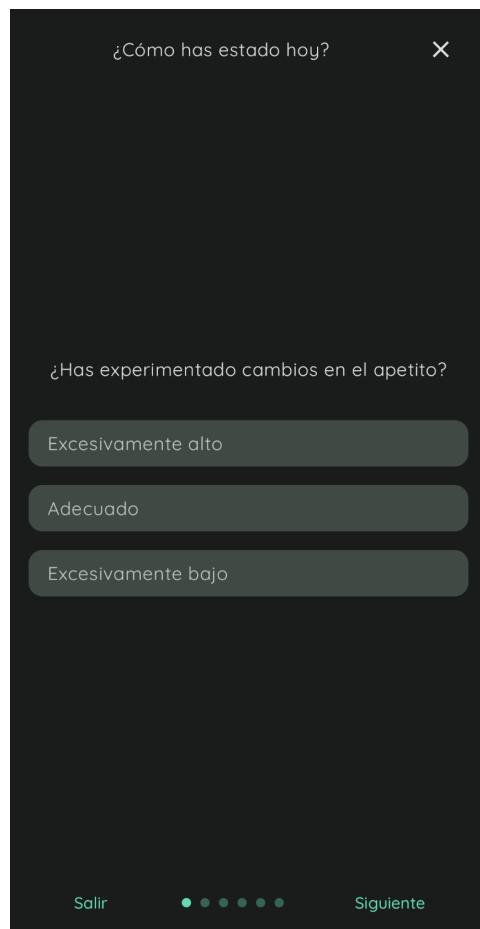


Figura 7.27: Pantalla *contraste diario*

Estrés, depresión y soledad puntual

Por último, como sus homólogos diarios, estos tres cuestionarios solo varían en los textos y las opciones disponibles para responder, por lo que han sido agrupados nuevamente. La única diferencia con respecto a sus variantes diarias reside en el uso de respuestas cualitativas.

La Figura 7.28 refleja la representación de estos cuestionarios.

The figure displays three mobile application screens side-by-side, each representing a different questionnaire. All three screens have a dark background and a white header with an 'X' icon in the top right corner.

- Cuestionario 1/1 Estrés:** The question is "¿Con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?". Below the question are five response options: "Nunca", "Casi nunca", "De vez en cuando", "A menudo", and "Muy a menudo". The "Alguna vez" option is highlighted in green. At the bottom are buttons for "Salir", a series of dots, and "Siguiente".
- Cuestionario 2/2 Depresión:** The question is "Ha tenido dificultad para concentrarse en ciertas actividades, tales como leer el periódico o ver la televisión". Below the question are five response options: "Nunca", "Alguna vez", "De vez en cuando", and "A menudo". The "Alguna vez" option is highlighted in green. At the bottom are buttons for "Atrás", a series of dots, and "Siguiente".
- Cuestionario 2/2 Soledad:** The question is "Sintonizo (me llevo bien) con la gente que me rodea". Below the question are five response options: "Nunca", "Alguna vez", "De vez en cuando", and "A menudo". The "Alguna vez" option is highlighted in green. At the bottom are buttons for "Salir", a series of dots, and "Siguiente".

Figura 7.28: Pantallas de los cuestionarios puntuales

7.2.3 Librerías utilizadas

Si bien en la Sección 2.2 se detallaron las tecnologías más destacadas utilizadas para el desarrollo de la aplicación, las siguientes librerías también fueron utilizadas:

- *Dagger Hilt* para la inyección de dependencias.
- *Accompanist* como extensión de *Jetpack Compose* para la implementación del carrousel.
- *Datastore* para el guardado en disco de los ajustes de la aplicación, los cuales no fueron incluidos en el diagrama Entidad Relación.
- *Compose Destinations* para mejorar la navegación entre pantallas, concretamente para permitir el paso de objetos entre ellas.
- *Compose Settings* para la implementación de componentes gráficos no incluidos en *Material Design 3*, como los *switches* del menú de ajustes o los diálogos de selección.
- *Lingver* para el cambio de idioma, ya que por defecto Android toma el lenguaje o *locale* del sistema y no permite cambiarlo.
- *Sqlcipher* para el cifrado *AES* de la base de datos Room.
- *Retrofit* como cliente *HTTP* para la realización de llamadas a la *API* del servidor.

7.3 Servidor

A diferencia del caso anterior, la implementación de este componente resulta trivial a partir de los diagramas realizados en la fase de diseño. La codificación se ha realizado mediante el uso de *Python* como lenguaje principal, *Flask* como *microframework* para la realización de la *API* y *pymongo* para interactuar con MongoDB.

Los aspectos a destacar de esta implementación son:

- Se dispone un *endpoint* para el acceso a cada colección.
- El módulo *validator* realiza las comprobaciones del formato del *payload* que contiene los datos a insertar. En caso de que la verificación sea exitosa la *API* responderá con un código de éxito (independientemente de si se inserten datos o no), devolviendo en caso contrario un código de error.
- Sólo se insertan datos si el formato del *payload* es válido y contiene datos para añadir a la base de datos.
- Se añadieron trazas o *logs* para cada acción relevante.

En cuanto al despliegue del componente, se realizó en un servidor de la ETSISI que dispone de sistema operativo Ubuntu, el cual aloja también la base de datos. Para la visualización de los datos fue instalado el entorno gráfico *robo3t*, mientras el acceso al propio servidor fue realizado mediante el uso de clientes *Secure Shell (SSH)* con la extensión *x11* para el soporte del sistema de ventanas.

8.

Pruebas del sistema

Solo teníamos que seguir el tren CJ.

Big Smoke

En este capítulo se introducirán y describirán las actividades realizadas en este proyecto para probar la solución propuesta.

8.1 Pruebas unitarias del componente servidor

En este componente se han realizado pruebas automatizadas a los cuatro módulos implementados. La Tabla 8.1 describe simplificadamente las pruebas realizadas, mientras la implementación de las mismas se puede encontrar en la carpeta *test* del [repositorio remoto](#).

Módulo	Descripción del caso de prueba	Resultado esperado	¿OK?
Endpoint	Petición sin id de usuario	Fallo con código de error 400	SI
Endpoint	Petición con id de usuario pero sin datos	OK, no se insertan datos	SI
Endpoint	Petición con id de usuario pero con listas de datos vacías	OK, no se insertan datos	SI
Endpoint	Petición con id de usuario y datos de un tipo	OK, datos insertados	SI
Endpoint	Petición con id de usuario y datos de todos los tipos	OK, datos insertados	SI
Endpoint	Petición inválida en el primer nivel (tipo de dato)	Fallo con código de error 400	SI
<i>Continúa en la siguiente página</i>			

Módulo	Descripción del caso de prueba	Resultado esperado	¿OK?
<i>Endpoint</i>	Petición inválida en el segundo nivel (registros de datos)	Fallo con código de error 400	SI
<i>Endpoint</i>	Petición inválida en el tercer nivel (registros anidados o complejos de datos)	Fallo con código de error 400	SI
<i>Validator</i>	Petición sin id de usuario	Petición inválida	SI
<i>Validator</i>	Petición con id de usuario pero sin datos	Petición válida	SI
<i>Validator</i>	Petición con id de usuario pero con listas de datos vacías	Petición válida	SI
<i>Validator</i>	Petición con id de usuario y datos de un tipo	Petición válida	SI
<i>Validator</i>	Petición con id de usuario y datos de todos los tipos	Petición válida	SI
<i>Validator</i>	Petición inválida en el primer nivel (tipo de dato)	Petición inválida	SI
<i>Validator</i>	Petición inválida en el segundo nivel (registros de datos)	Petición inválida	SI
<i>Validator</i>	Petición inválida en el tercer nivel (registros anidados o complejos de datos)	Petición inválida	SI
<i>Response</i>	Petición con id de usuario pero sin datos	Código OK, respuesta vacía	SI
<i>Response</i>	Petición con id de usuario pero con listas de datos vacías	Código OK, respuesta vacía	SI
<i>Response</i>	Petición con id de usuario y datos de un tipo	Código OK, marca de tiempo más reciente del tipo de datos enviado	SI
<i>Response</i>	Petición con id de usuario y datos de todos los tipos	Código OK, marca de tiempo más reciente para cada tipo de datos enviado	SI
<i>Database</i>	Inserción en la colección <i>user data</i>	Inserción correcta	SI
<i>Database</i>	Inserción en la colección <i>daily questionnaires</i>	Inserción correcta	SI

Continúa en la siguiente página

Módulo	Descripción del caso de prueba	Resultado esperado	¿OK?
<i>Database</i>	Inserción en la colección <i>one off questionnaires</i>	Inserción correcta	SI

Cuadro 8.1: Pruebas unitarias del componente servidor

Por otra parte, se han definido dos pruebas no automáticas para visualizar las interacciones del analista de datos.

Caso de prueba *Visualización general de los datos de actividad física*

Esta prueba consiste únicamente en la conexión por parte del analista de datos a la colección *user data*. Este acceso se ha realizado mediante el entorno gráfico *robo3t*. Como se puede ver en la Figura 8.1, el analista puede consultar los datos recogidos de actividad física.

The screenshot shows the Robo 3T interface with the following details:

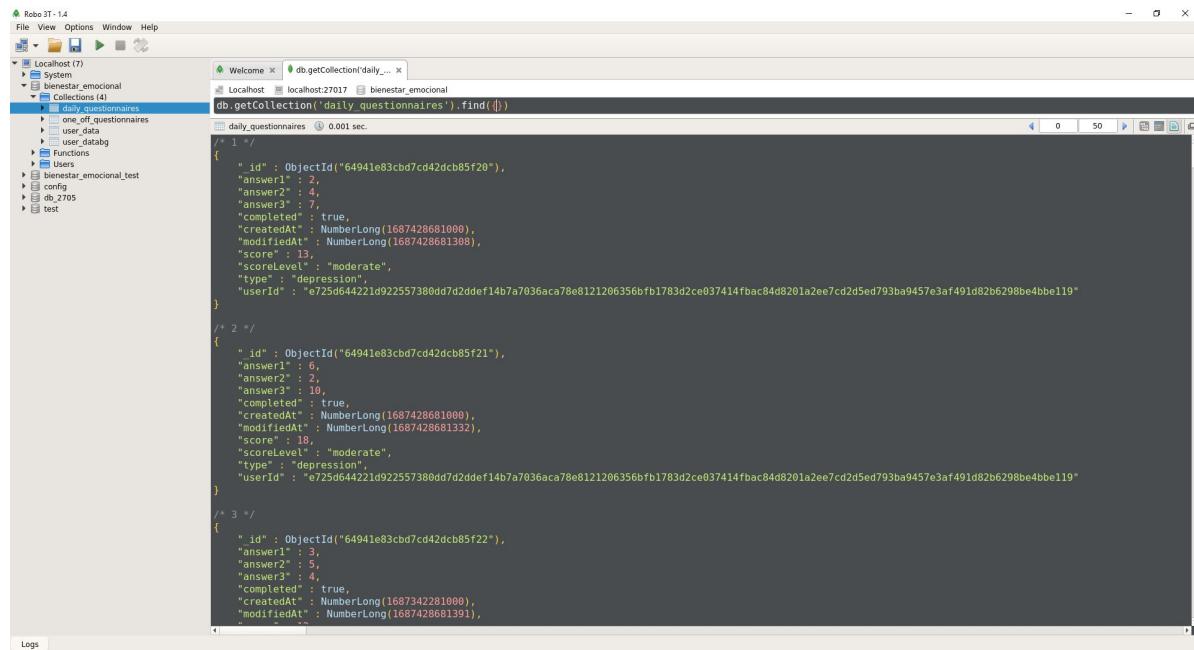
- File View Options Window Help**
- localhost (7)** is selected in the sidebar.
- System** and **bienestar_emocional** are expanded.
- Collections (4)** is expanded, showing:
 - daily_questionnaires**
 - one off questionnaires**
 - user data** (selected)
 - user data** (datab)
- Functions**, **Users**, **bienestar_emocional_test**, **config**, **db.2705**, and **test** are listed.
- user data** is selected in the main pane.
- The query `db.getCollection('user_data').find({})` is run.
- The results show a list of documents representing distance data points. The first few documents are as follows:

```
user_data ④ 0.003 sec:
[{"_id": ObjectId("64953f1acbd7cd42dcb86052"), "data": [{"distance": [{"distance": 0.00270000007003546, "endTime": 1687468620, "startTime": 1687468560}, {"distance": 0.00410000002011657, "endTime": 1687468320, "startTime": 1687468260}, {"distance": 0.00480000002279877, "endTime": 1687468260, "startTime": 1687468200}, {"distance": 0.0254999995231628, "endTime": 1687468200, "startTime": 1687468140}, {"distance": 0.03720000001370907, "endTime": 1687468140, "startTime": 1687468080}, {"distance": 0.0288999993354082, "endTime": 1687468080, "startTime": 1687468020}, {"distance": 0.02060000003963709, "endTime": 1687467300, "startTime": 1687467240}], "id": "64953f1acbd7cd42dcb86052"}]
```

Figura 8.1: Evidencia de la Visualización general de los datos de actividad física

Caso de prueba *Visualización general de los datos de seguimiento*

Análogamente al caso anterior, se realiza la conexión a las colecciones *daily questionnaires* y *one off questionnaires* mediante *robo3t*, recogiéndose las respectivas evidencias en las Figuras 8.2 y 8.3.



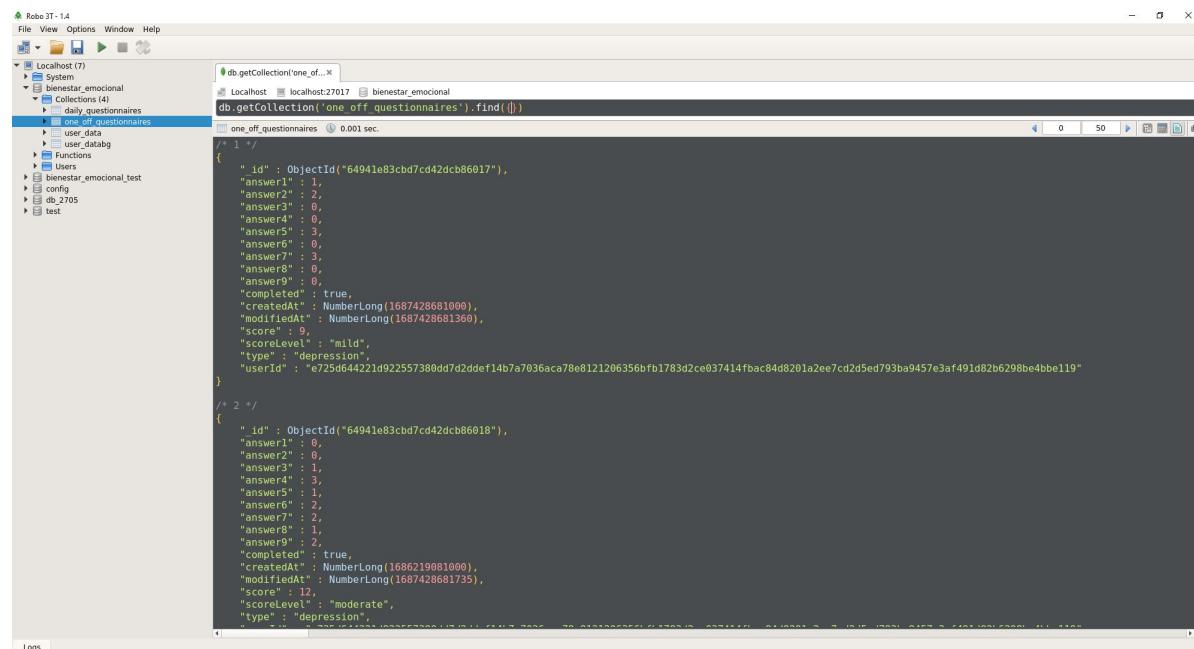
```

Robo 3T - 1.4
File View Options Window Help
localhost (7)
System
  bienestar_emocional
Collections (4)
  daily_questionnaires
    one_off_questionnaires
    user_data
    user_data
    db_2705
  Functions
  Users
  bienestar_emocional_test
  config
  db_2705
  test

Welcome db.getCollection("daily_questionnaires").find({})
localhost localhost:27017 bienestar_emocional
db.getCollection("daily_questionnaires").find({})
/* 1 */
{
  "_id" : ObjectId("64941e83cbd7cd42dcb85f20"),
  "answer1" : 2,
  "answer2" : 4,
  "answer3" : 7,
  "completed" : true,
  "createdAt" : NumberLong(1687428681000),
  "modifiedAt" : NumberLong(1687428681388),
  "score" : 13,
  "scoreLevel" : "moderate",
  "type" : "depression",
  "userId" : "e725d644221d922557380dd7d2ddef14b7a7036aca78e8121206356fb1783d2ce037414fbac84d8201a2ee7cd2d5ed793ba9457e3af491d82b6298be4bbel19"
}
/* 2 */
{
  "_id" : ObjectId("64941e83cbd7cd42dcb85f21"),
  "answer1" : 6,
  "answer2" : 2,
  "answer3" : 10,
  "completed" : true,
  "createdAt" : NumberLong(1687428681000),
  "modifiedAt" : NumberLong(1687428681332),
  "score" : 10,
  "scoreLevel" : "moderate",
  "type" : "depression",
  "userId" : "e725d644221d922557380dd7d2ddef14b7a7036aca78e8121206356fb1783d2ce037414fbac84d8201a2ee7cd2d5ed793ba9457e3af491d82b6298be4bbel19"
}
/* 3 */
{
  "_id" : ObjectId("64941e83cbd7cd42dcb85f22"),
  "answer1" : 3,
  "answer2" : 5,
  "answer3" : 4,
  "completed" : true,
  "createdAt" : NumberLong(1687342281000),
  "modifiedAt" : NumberLong(1687428681391),
  "score" : 12,
  "scoreLevel" : "moderate",
  "type" : "depression",
  "userId" : "e725d644221d922557380dd7d2ddef14b7a7036aca78e8121206356fb1783d2ce037414fbac84d8201a2ee7cd2d5ed793ba9457e3af491d82b6298be4bbel19"
}

```

Figura 8.2: Evidencia del acceso a la colección *daily questionnaires*



The screenshot shows the Robo 3T interface with a database connection to 'localhost:27017'. The 'bienestar_emocional' database is selected, and the 'one off questionnaires' collection is open. A query is being run: `db.getCollection('one off questionnaires').find({})`. The results show two documents, each representing a questionnaire with fields like id, answer1 through answer9, completed status, creation date, modification date, score, score level, and type.

```
/* 1 */
{
  "id" : ObjectId("64941e83cbd7cd42dcb86017"),
  "answer1" : 1,
  "answer2" : 2,
  "answer3" : 0,
  "answer4" : 0,
  "answer5" : 3,
  "answer6" : 0,
  "answer7" : 3,
  "answer8" : 0,
  "answer9" : 0,
  "completed" : true,
  "createdAt" : NumberLong(1687428681000),
  "modifiedAt" : NumberLong(1687428681360),
  "score" : 9,
  "scoreLevel" : "mild",
  "type" : "depression",
  "userId" : "e725d644221d922557380dd7d2ddef14b7a7036aca70e8121206356fbfb1783d2ce037414fbac84d8201a2ee7cd2d5ed793ba9457e3af491d82b6298be4bbe119"
}

/* 2 */
{
  "id" : ObjectId("64941e83cbd7cd42dcb86018"),
  "answer1" : 0,
  "answer2" : 0,
  "answer3" : 1,
  "answer4" : 3,
  "answer5" : 1,
  "answer6" : 2,
  "answer7" : 2,
  "answer8" : 1,
  "answer9" : 2,
  "completed" : true,
  "createdAt" : NumberLong(1686219081000),
  "modifiedAt" : NumberLong(1687428681735),
  "score" : 12,
  "scoreLevel" : "moderate",
  "type" : "depression"
}
```

Figura 8.3: Evidencia del acceso a la colección *one off questionnaires*

8.2 Pruebas unitarias del componente aplicación

En esta sección se van a describir las pruebas realizadas a las funcionalidades que residen en exclusiva en el componente aplicación.

Caso de prueba *Primer uso de la aplicación*

En este caso de prueba se pretende visualizar lo presentado al usuario cuando abre la aplicación por primera vez según lo especificado en la descripción extendida del caso de uso, recogida en la Tabla 6.2.

Las Figuras 8.4, 8.5 y 8.6 hacen referencia a la presentación del carrousel de bienvenida, la pantalla de permisos y los diálogos de aceptación de permisos, respectivamente.

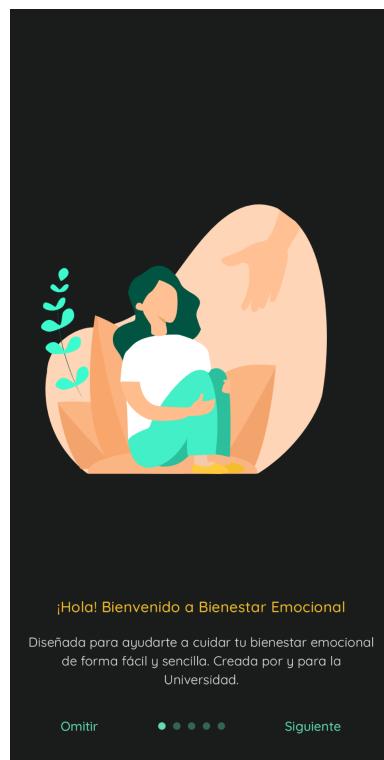


Figura 8.4: Primer uso de la aplicación: bienvenida

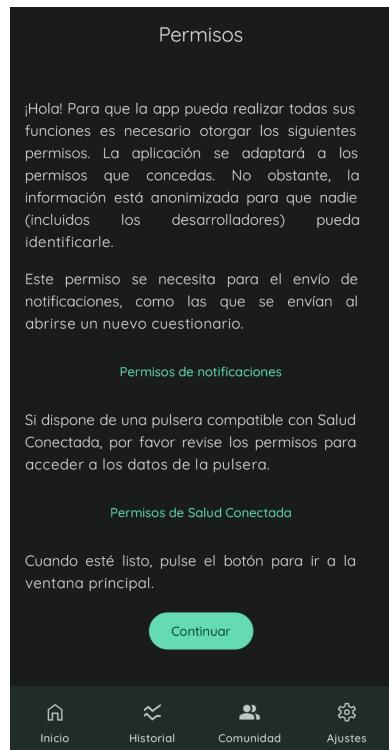


Figura 8.5: Primer uso de la aplicación: permisos

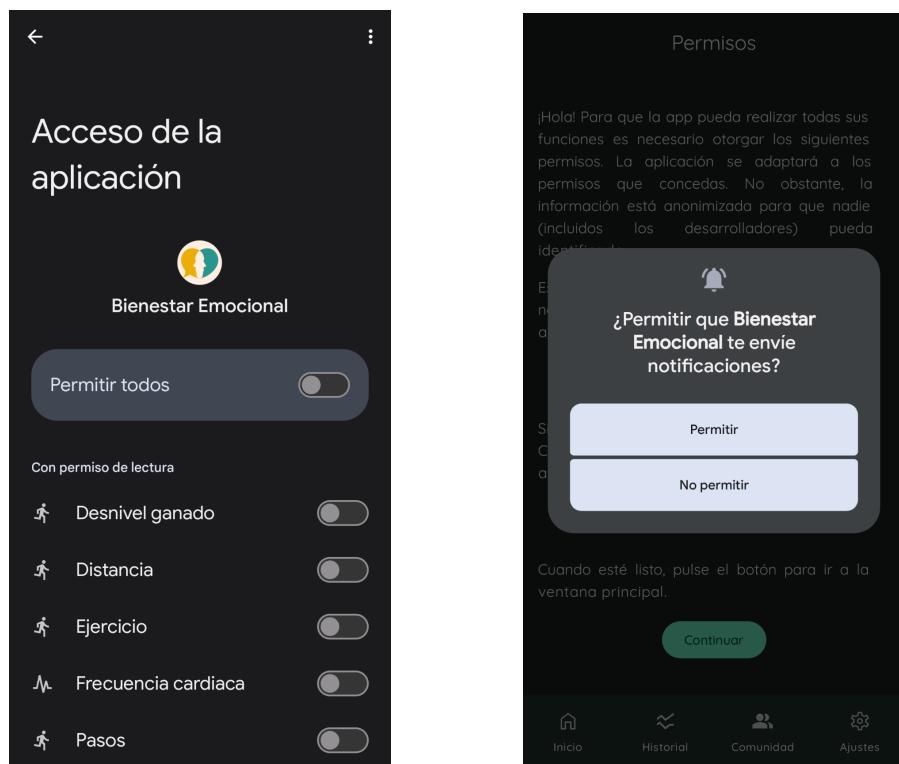


Figura 8.6: Primer uso de la aplicación: diálogos de permisos

Caso de prueba *Visualización local de los datos del wearable*

En esta ocasión se desea contemplar el proceso de visualización de los datos del *wearable*. La Figura 8.7 muestra al flujo habitual, mientras la Figura 8.8 muestra el flujo de falta de permisos.

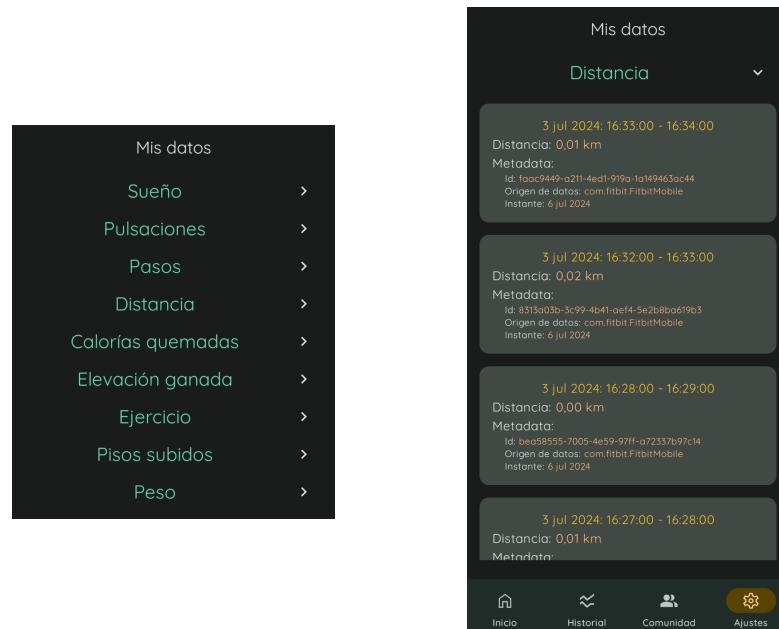


Figura 8.7: Visualización local de los datos del wearable: flujo habitual

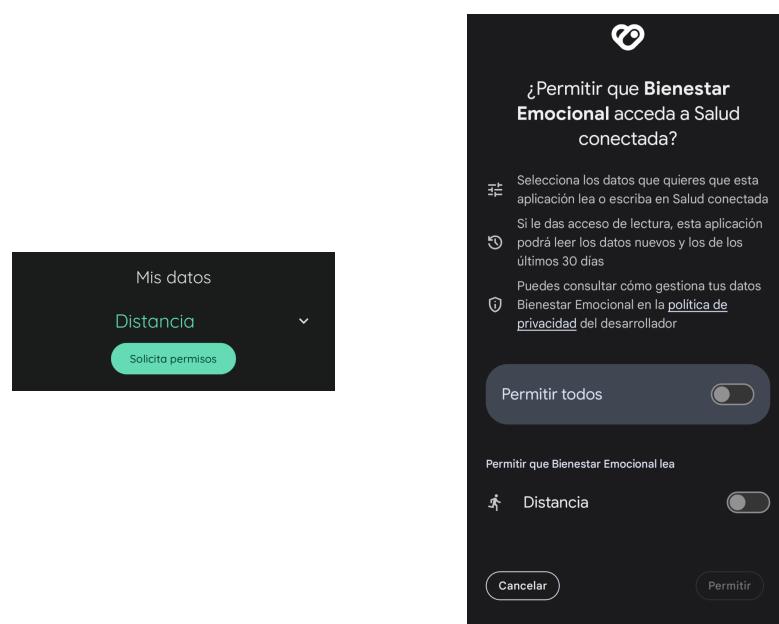


Figura 8.8: Visualización local de los datos del wearable: flujo alternativo

Caso de prueba *Recepción de notificaciones*

Las Figuras 8.9, 8.10 y 8.11 muestran las notificaciones en el dispositivo del autor relativas a las rondas de cuestionarios disponibles en la aplicación.

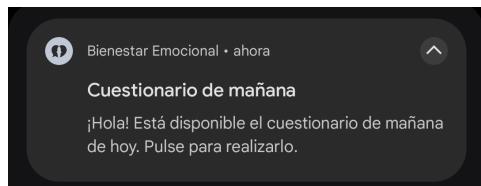


Figura 8.9: Evidencia de la notificación de cuestionarios de mañana

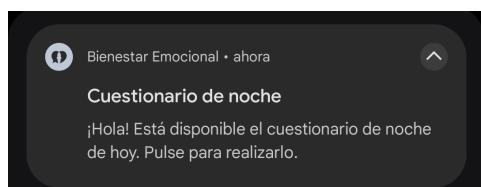


Figura 8.10: Evidencia de la notificación de cuestionarios de noche

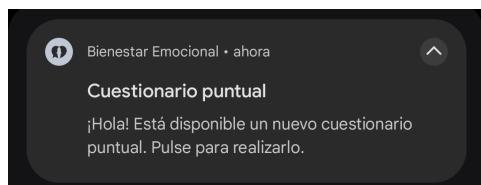


Figura 8.11: Evidencia de la notificación de cuestionarios puntuales

Caso de prueba *Realización y guardado de cuestionario*

En este caso de prueba se desea visualizar cómo son los cuestionarios mostrados al usuario y el guardado de los mismos en base de datos. En este caso, los ejemplos planteados son en base a un cuestionario de depresión puntual.

En primer lugar, la aplicación muestra al usuario el cuestionario, como refleja la Figura 8.12.

Cuando el cuestionario termina la aplicación guarda en base de datos los resultados. La Figura 8.13, muestra el almacenamiento de esos datos a través del *App Inspector* de *Android Studio*.

En el caso de que queden preguntas por responder o si el usuario desea omitir el cuestionario se muestran los diálogos reflejados en la Figura 8.14.

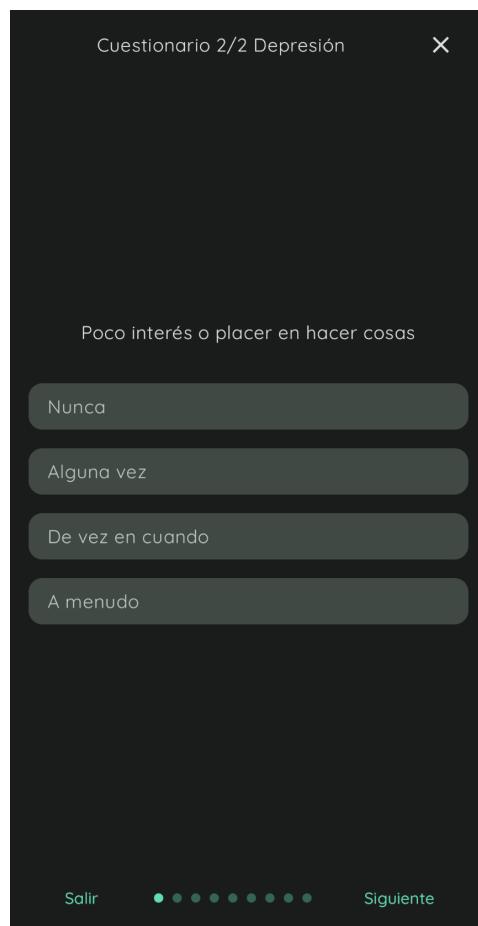


Figura 8.12: Realización y guardado de cuestionario: presentación

	one...	one_off_l...	one_off_l...	one_off_l...	one_off_l...	one_off_l...	one_off_l...
1	4	1720287071295	1720287376570	57	moderate	1	1

Figura 8.13: Realización y guardado de cuestionario: guardado

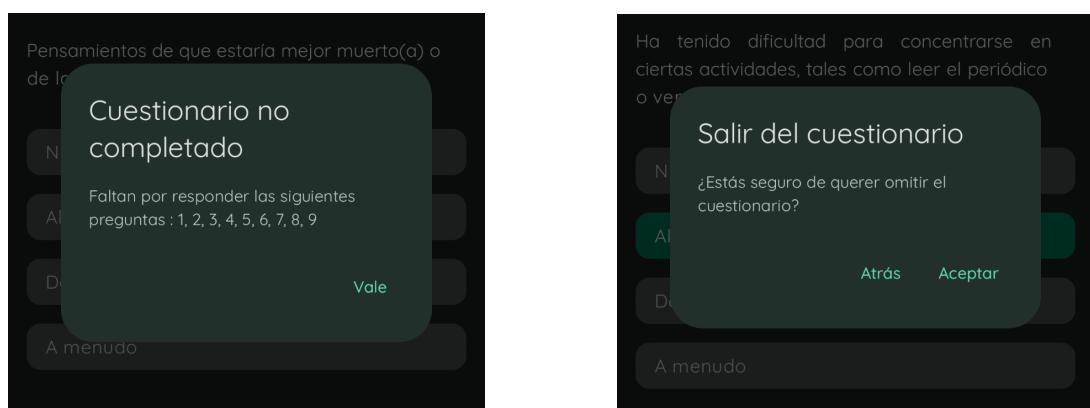


Figura 8.14: Realización y guardado de cuestionario: diálogos de aviso

Caso de prueba *Presentación de resultado*

En esta ocasión se desea demostrar cómo se presentan los resultados de los cuestionarios que tienen definidos puntuación y nivel. En la Figura 8.15 se muestra el resumen del cuestionario, mientras en la Figura 8.16 se dispone el panel del consejo ofrecido al usuario.



Figura 8.15: Presentación de resultado: resumen

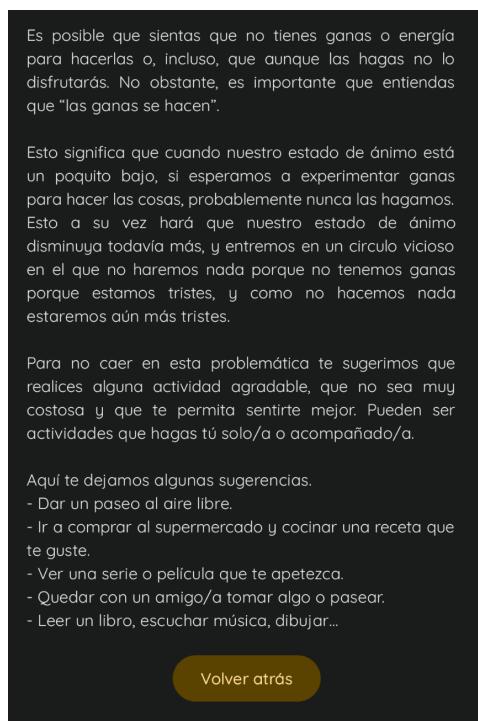


Figura 8.16: Presentación de resultado: consejo

Caso de prueba *Visualización individual*

Esta sección muestra cómo se puede realizar la visualización individual, en este caso del estrés. La primera puede ver el usuario es el menú de inicio, mostrado en la Figura 8.17.

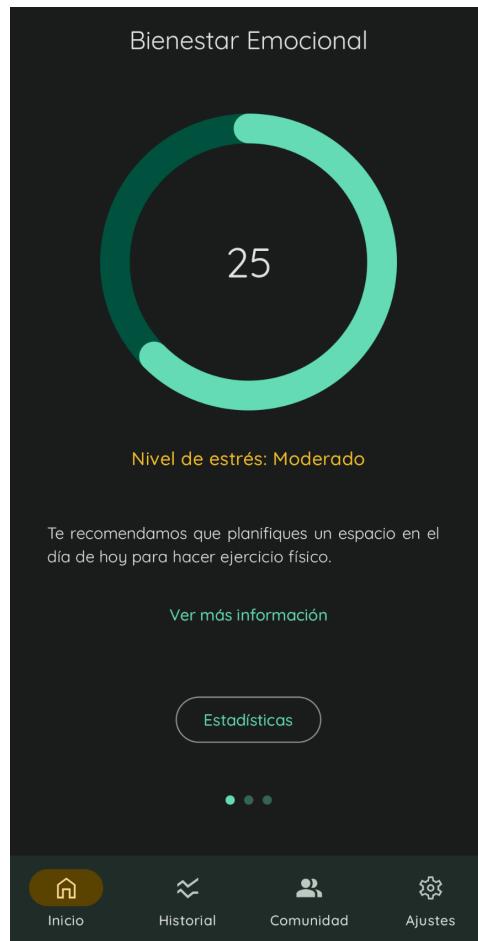


Figura 8.17: Visualización individual: inicio

En este punto el usuario puede consultar el consejo asociado o los detalles de la medida en cuestión, como refleja la Figura 8.18.

El ejercicio físico puede disminuir el estrés por varias razones:

- Liberación de endorfinas: Durante el ejercicio, el cuerpo libera endorfinas, que son hormonas que actúan como analgésicos naturales y generan sensaciones de bienestar.
- Reducción de la hormona del estrés: El ejercicio regular puede disminuir los niveles de cortisol, la hormona del estrés.
- Mejora del sueño: El ejercicio regular puede promover un sueño más profundo y reparador.
- Distracción y enfoque: Participar en actividades físicas puede distraer la mente de las preocupaciones y tensiones diarias. Cuando te concentras en el ejercicio, tu mente se enfoca en la actividad física en lugar de en los problemas, lo que puede ayudar a reducir el estrés y proporcionar un descanso mental.
- Aumento de la confianza y la autoestima: El ejercicio regular puede ayudar a mejorar la confianza y la autoestima. Al establecer metas y lograr objetivos en el ámbito del ejercicio, puedes desarrollar una mayor sensación de logro y fortaleza personal. Esto puede ayudar a reducir el estrés al proporcionar una sensación de control y empoderamiento sobre tu vida.

[Volver atrás](#)



Figura 8.18: Visualización estadística: consejo y detalles

Caso de prueba *Visualización estadística*

Esta sección muestra cómo se puede realizar la visualización estadística, nuevamente del estrés. El usuario puede variar entre diferentes parámetros, pero por simplificar, la Figura 8.19 refleja la agrupación por día y mes, respectivamente.

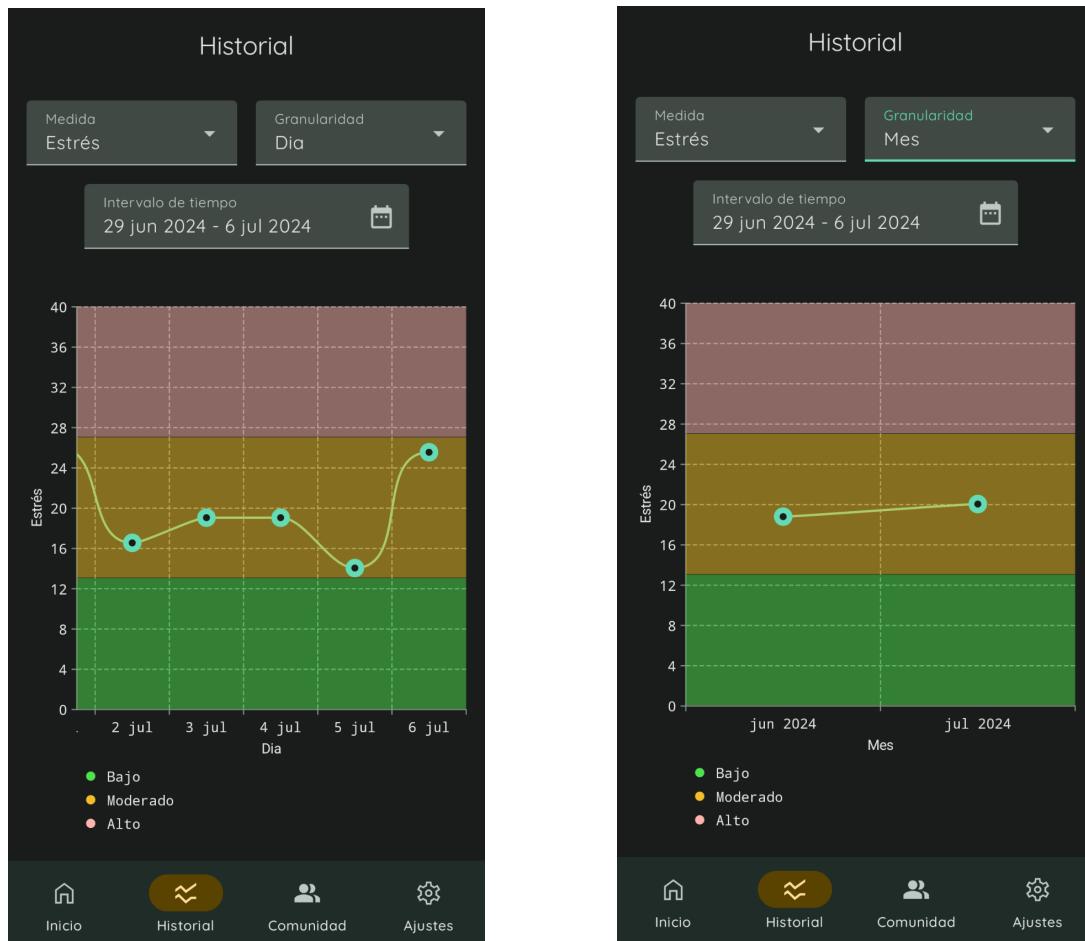


Figura 8.19: Visualización estadística: flujo habitual

Caso de prueba *Uso de la aplicación en inglés*

Para visualizar la capacidad de la aplicación para mostrar textos en inglés se realizó un cambio en los ajustes y se reabrió la aplicación, como se puede ver en la Figura 8.20

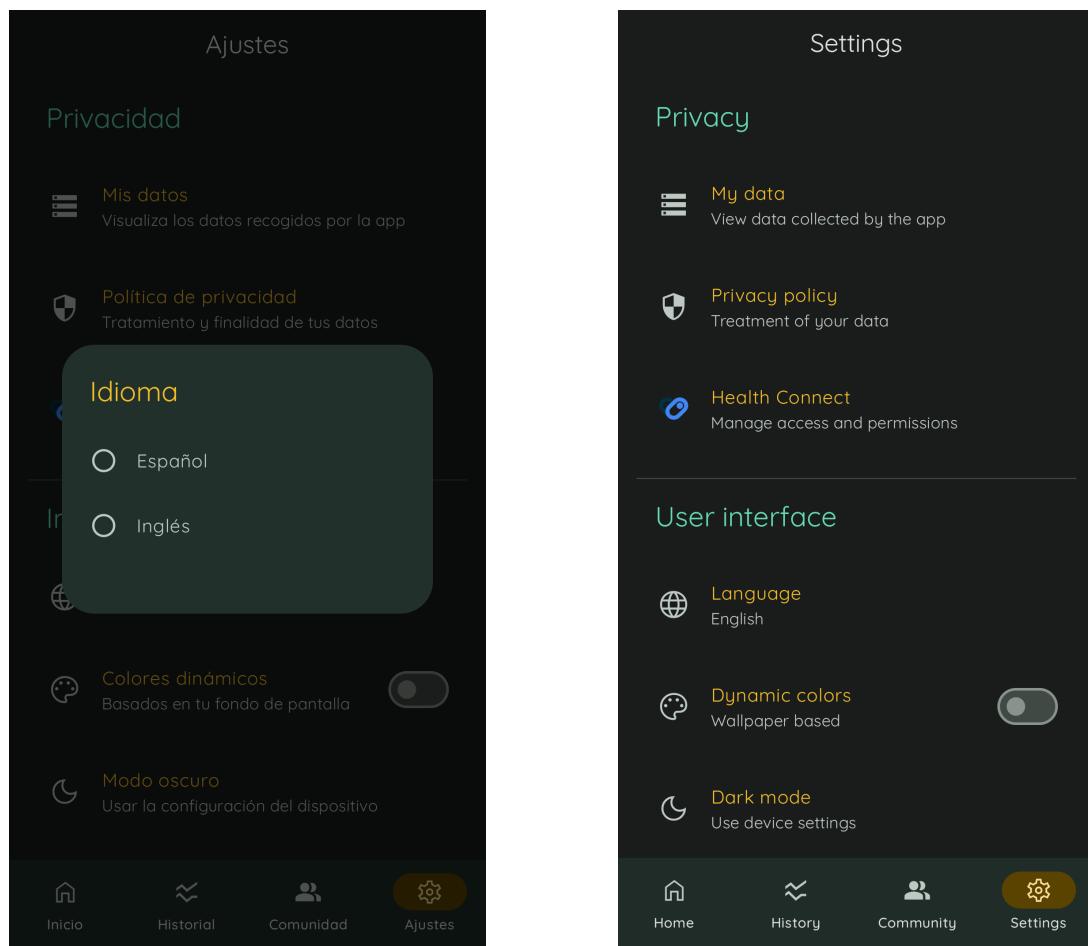


Figura 8.20: Evidencias del uso de la aplicación en inglés

Caso de prueba *Uso del modo claro de la aplicación*

Para visualizar la capacidad de la aplicación para utilizar el modo claro, se cambió el ajuste en el menú correspondiente, como se puede visualizar en la Figura 8.21.

Tras cambiar el ajuste, se reinició la aplicación, como se puede ver en la Figura 8.22.

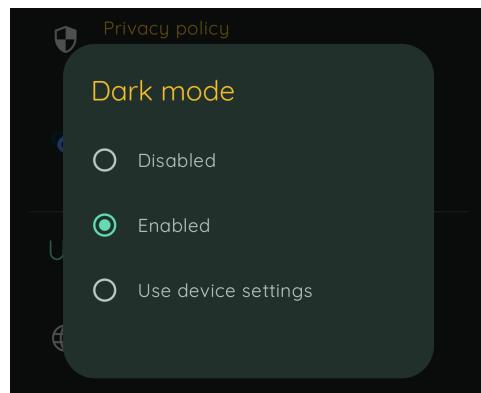


Figura 8.21: Ajuste del cambio de modo de colores de la aplicación

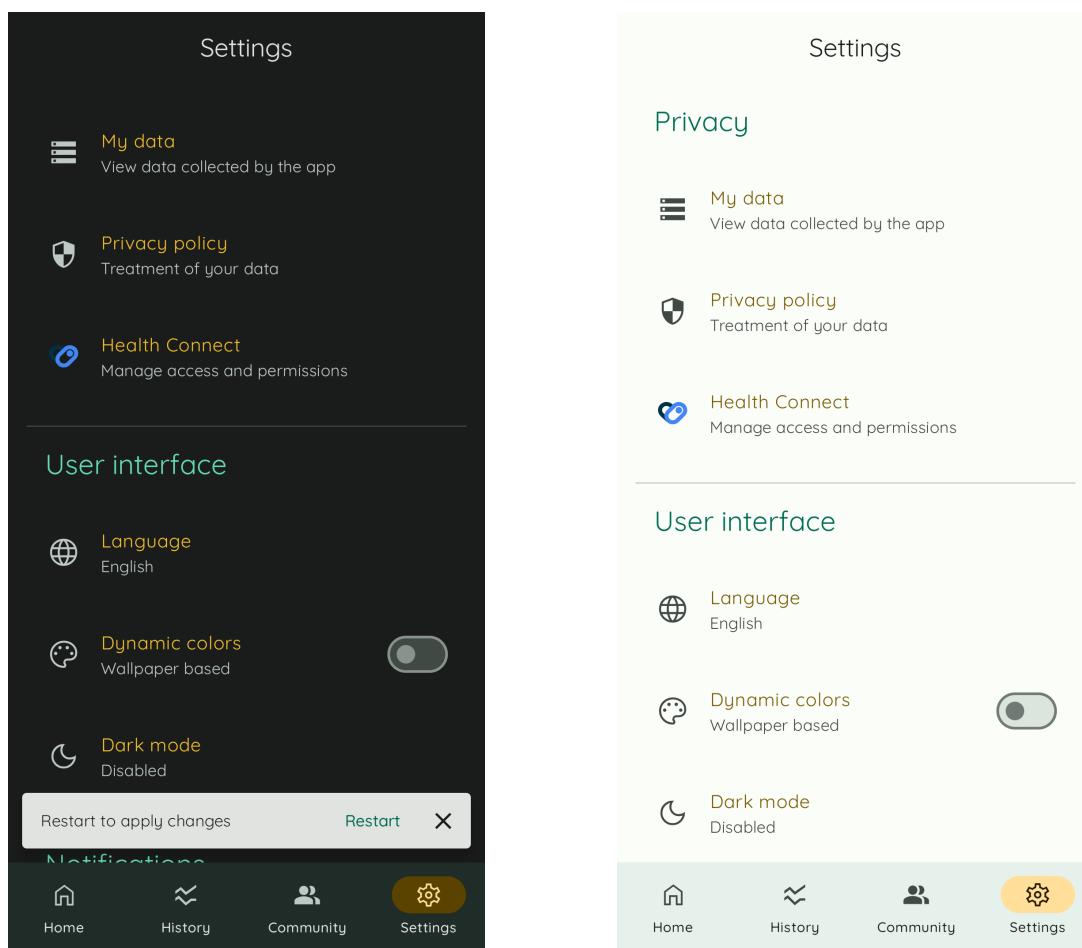


Figura 8.22: Evidencias del uso del modo claro de la aplicación

Caso de prueba *Uso del modo oscuro de la aplicación*

Análogamente al caso anterior, se cambió el ajuste en el menú correspondiente y se reinició la aplicación, como se refleja en la Figura 8.23.

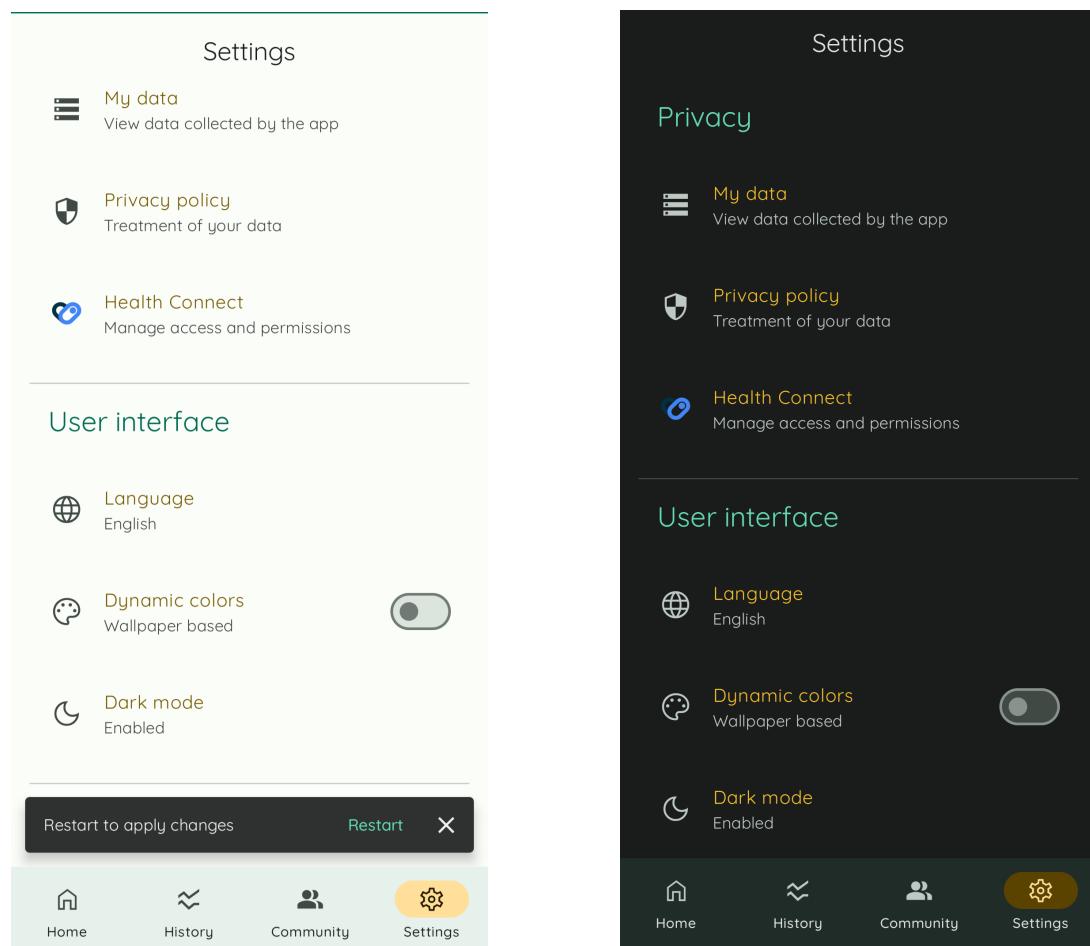


Figura 8.23: Evidencias del uso del modo oscuro de la aplicación

Caso de prueba *Uso del esquema de colores dinámicos*

Para este último caso de prueba, se presenta en primer lugar el fondo del dispositivo en la Figura 8.24, del cual Android extraerá la paleta de colores.

Tras ello, nuevamente se cambió el ajuste en el menú correspondiente y se reinició la aplicación, como se indica en la Figura 8.25.



Figura 8.24: Fondo de pantalla de ejemplo

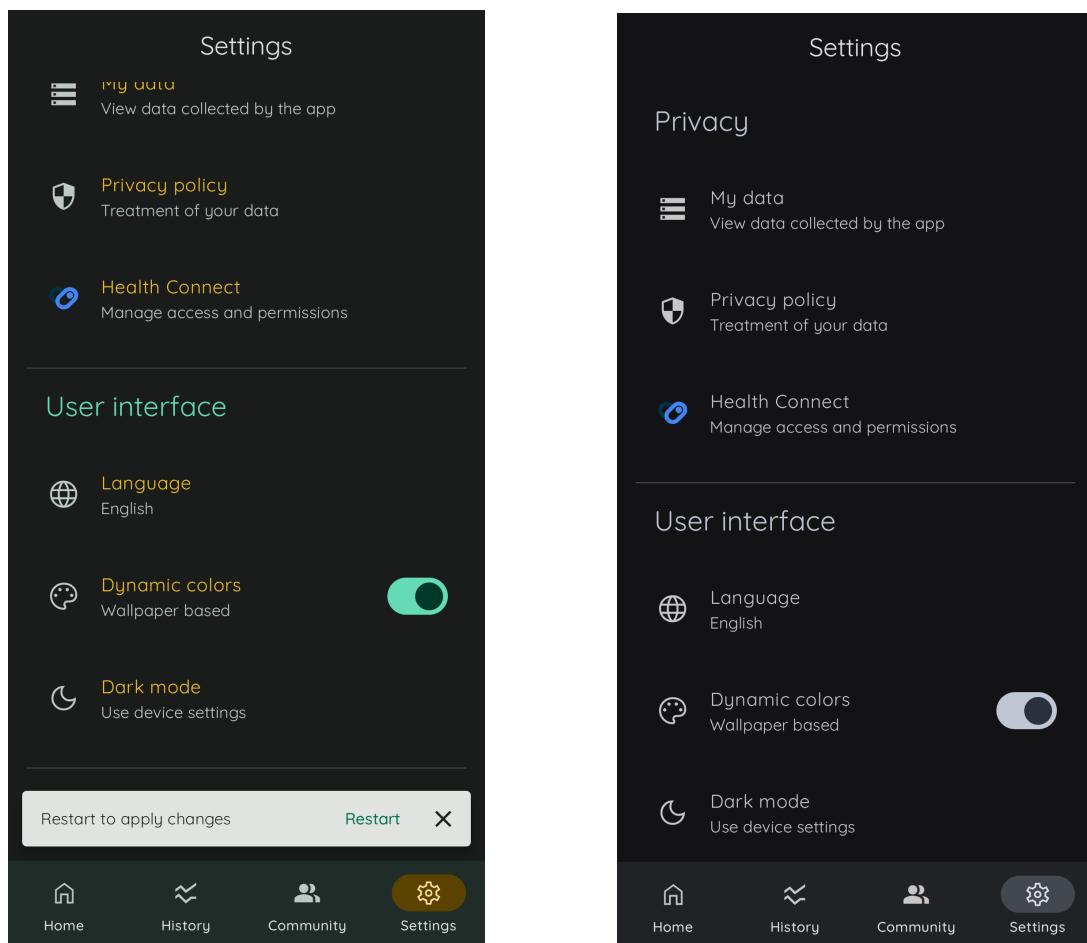


Figura 8.25: Evidencias del uso del esquema de colores dinámicos

8.3 Pruebas del sistema

En esta sección se van a describir las pruebas realizadas a las funcionalidades que involucran varios componentes.

Caso de prueba *Sincronización de los datos del dispositivo wearable*

Para el envío de datos entre la aplicación y el servidor de actividad física se recogen en las Figuras 8.26 y 8.27 las trazas recogidas del intercambio de información.

```
2024-07-06 19:10:34.163 BienestarEmocionalApp | 0 | preparing user data
2024-07-06 19:10:34.163 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type Distance
2024-07-06 19:10:34.279 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type ElevationGained
2024-07-06 19:10:34.301 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type ExerciseSession
2024-07-06 19:10:34.314 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type FloorsClimbed
2024-07-06 19:10:34.328 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type HeartRate
2024-07-06 19:10:34.770 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type Sleep
2024-07-06 19:10:34.789 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type Steps
2024-07-06 19:10:34.843 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type TotalCaloriesBurned
2024-07-06 19:10:35.470 BienestarEmocionalApp | 0 | querying lastupload of type Weight
2024-07-06 19:10:35.509 BienestarEmocionalApp | 0 | posting user data
2024-07-06 19:10:36.098 BienestarEmocionalApp | 0 | response received with code 200 and values Timestamps(distance=1720017240, elevationGained=null, exerciseSession=null, floorsClimbed=null, heartRate=1720274760, sleep=null, step=null)
2024-07-06 19:10:36.098 BienestarEmocionalApp | 0 | updating timestamps
2024-07-06 19:10:36.098 BienestarEmocionalApp | 0 | updating lastupload, type Distance
2024-07-06 19:10:36.107 BienestarEmocionalApp | 0 | updating lastupload, type HeartRate
2024-07-06 19:10:36.120 BienestarEmocionalApp | 0 | updating lastupload, type Steps
2024-07-06 19:10:36.135 BienestarEmocionalApp | 0 | updating lastupload, type TotalCaloriesBurned
2024-07-06 19:10:36.146 BienestarEmocionalApp | 0 | updating lastupload, type Weight
```

Figura 8.26: Traza móvil de la sincronización de datos del wearable

```
[06/07/2024 19:10:03.879] - [06/Jul/2024 19:10:03.879] GET /command HTTP/1.1 200 -
[06/07/2024 19:10:03.879] API - INFO [API.user_data:24] A request has been received
88.3.87.153 - - [06/Jul/2024 19:10:03] "POST /user_data HTTP/1.1" 200 -
```

Figura 8.27: Traza servidor de la sincronización de datos del wearable

Caso de prueba *Sincronización de los datos de seguimiento*

Para el envío de datos entre la aplicación y el servidor de los datos de seguimiento (cuestionarios) se recogen en las Figuras 8.28 y 8.29 las trazas recogidas del intercambio de información.

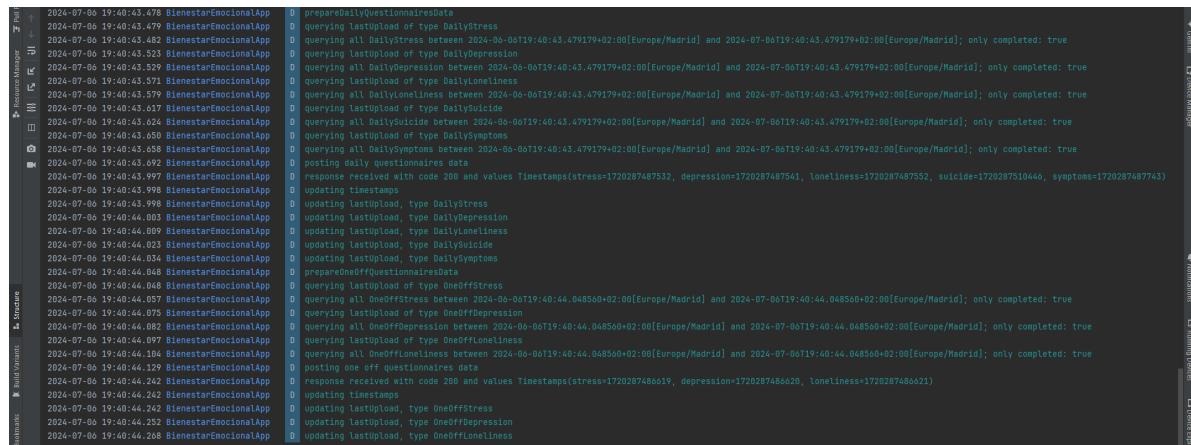


Figura 8.28: Traza móvil de la sincronización de datos de seguimiento

```

90.169.47.24 - - [05/Jul/2024 00:23:29] "POST /daily_questionnaires HTTP/1.1" 200 -
[05/07/2024 00:23:29.402]   API - INFO  [API.one_off_questionnaires:40] A request has been received
90.169.47.24 - - [05/Jul/2024 00:23:29] "POST /one_off_questionnaires HTTP/1.1" 200 -
[05/07/2024 12:09:12.425]   API - INFO  [API.daily_questionnaires:32] A request has been received
88.3.87.153 - - [05/Jul/2024 12:09:12] "POST /daily_questionnaires HTTP/1.1" 200 -
[05/07/2024 12:09:12.902]   API - INFO  [API.one_off_questionnaires:40] A request has been received
88.3.87.153 - - [05/Jul/2024 12:09:12] "POST /one_off_questionnaires HTTP/1.1" 200 -
[05/07/2024 16:19:50.292]   API - INFO  [API.daily_questionnaires:32] A request has been received
90.167.203.91 - - [05/Jul/2024 16:19:50] "POST /daily_questionnaires HTTP/1.1" 200 -
[05/07/2024 16:19:50.411]   API - INFO  [API.one_off_questionnaires:40] A request has been received
90.167.203.91 - - [05/Jul/2024 16:19:50] "POST /one_off_questionnaires HTTP/1.1" 200 -

```

Figura 8.29: Traza servidor de la sincronización de datos de seguimiento

Caso de prueba *Visualización conjunta*

En la Figura 8.30 se muestra cómo la aplicación muestra la visualización conjunta, en los casos de depresión y soledad respectivamente.



Figura 8.30: Visualización conjunta

Por último, como en los casos anteriores, se muestran en las Figuras 8.31 y 8.32 las trazas recogidas del intercambio de información.

Una captura de pantalla del Logcat de Android. Se muestra una lista de mensajes de log. Los mensajes principales son:

- 2024-07-06 19:43:01.873 BienestarEmocionalApp D querying all DailyStress between 2024-06-29T00:00+02:00[Europe/Madrid] and 2024-07-06T23:59:59.99999999+02:00[Europe/Madrid]; only completed: false
- 2024-07-06 19:43:02.750 BienestarEmocionalApp D get_community
- 2024-07-06 19:43:02.853 BienestarEmocionalApp D response received with code 200 and values Data(currentWeek=[Row(stress=21.06, depression=16.0, loneliness=19.96), Row(stress=15.58, depression=16.33, loneliness=16.0), Row(stress=16.21, depression=16.33, loneliness=16.0)], totalRows=7)

Figura 8.31: Traza móvil de la visualización conjunta

Una captura de pantalla de la terminal de desarrollo. Se muestra una lista de mensajes de log. Los mensajes principales son:

- 88.3.87.153 - - [06/Jul/2024 19:31:01] "GET /community HTTP/1.1" 200 - [06/07/2024 19:40:43.213] API - INFO [API.user_data:24] A request has been received
- 88.3.87.153 - - [06/Jul/2024 19:40:43.213] API - INFO [API.user_data:24] A request has been received

Figura 8.32: Traza servidor de la visualización conjunta

9.

Resultados

¡Los números Mason! ¿Qué significan?

Jason Hudson

En este capítulo se muestran y detallan tanto los resultados obtenidos como los obstáculos identificados tras la implementación del sistema propuesto.

9.1 Verificación y validación de los requisitos

En esta Sección se detalla la verificación y validación de los requisitos planteados en el Capítulo 5. En particular, las Tablas 9.1, 9.2 y 9.3 recogerán la verificación y validación de los requisitos de usuario, funcionales y no funcionales, respectivamente.

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RU-1	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-2	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-3	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-4	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-5	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-6	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-7	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-8	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-9	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-10	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI
RU-11	Aplicación	Implementado, mejoras planteadas	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RU-12	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-13	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-14	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-15	Aplicación y servidor	Implementado completamente	SI
RU-16	Aplicación y servidor	Implementado completamente	SI
RU-17	Aplicación y servidor	Implementado completamente	SI
RU-18	Aplicación	Implementado completamente	SI
RU-19	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI
RU-20	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI
RU-21	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI
RU-22	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI
RU-23	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI
RU-24	Servidor y aplicación	Implementado completamente	SI

Cuadro 9.1: Verificación y validación de los requisitos de usuario

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-1	Aplicación	Implementado	SI
RF-2	Aplicación	Implementado junto a RF-14 , RF-26 y RF-38 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-3	Aplicación	Implementado junto a RF-15 , RF-27 , RF-39 y RF-119 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-4	Aplicación	Implementado junto a RF-16 y RF-28 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-5	Aplicación	Implementado	SI
RF-6	Aplicación	Implementado	SI
RF-7	Aplicación	Implementado junto a RF-19 , RF-31 , RF-42 y RF-120 ; visibilidad según el permiso del usuario	SI
RF-8	Aplicación	Implementado	SI
RF-9	Aplicación	Implementado	SI
RF-10	Aplicación	Implementado	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-11	Aplicación	Implementado	SI
RF-12	Aplicación	Implementado	SI
RF-13	Aplicación	Implementado	SI
RF-14	Aplicación	Implementado junto a RF-2 , RF-26 y RF-38 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-15	Aplicación	Implementado junto a RF-3 , RF-27 , RF-39 y RF-119 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-16	Aplicación	Implementado junto a RF-4 y RF-28 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-17	Aplicación	Implementado	SI
RF-18	Aplicación	Implementado	SI
RF-19	Aplicación	Implementado junto a RF-7 , RF-31 , RF-42 y RF-120 ; visibilidad según el permiso del usuario	SI
RF-20	Aplicación	Implementado	SI
RF-21	Aplicación	Implementado	SI
RF-22	Aplicación	Implementado	SI
RF-23	Aplicación	Implementado	SI
RF-24	Aplicación	Implementado	SI
RF-25	Aplicación	Implementado	SI
RF-26	Aplicación	Implementado junto a RF-2 , RF-14 y RF-38 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-27	Aplicación	Implementado junto a RF-3 , RF-15 , RF-39 y RF-119 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-28	Aplicación	Implementado junto a RF-4 , y RF-16 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-29	Aplicación	Implementado	SI
RF-30	Aplicación	Implementado	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-31	Aplicación	Implementado junto a RF-7, RF-19, RF-42 y RF-120 ; visibilidad según el permiso del usuario	SI
RF-32	Aplicación	Implementado	SI
RF-33	Aplicación	Implementado	SI
RF-34	Aplicación	Implementado	SI
RF-35	Aplicación	Implementado	SI
RF-36	Aplicación	Implementado	SI
RF-37	Aplicación	Implementado	SI
RF-38	Aplicación	Implementado junto a RF-2, RF-14 y RF-26 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-39	Aplicación	Implementado junto a RF-3, RF-15, RF-27 y RF-119 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-40	Aplicación	Implementado	SI
RF-41	Aplicación	Implementado	SI
RF-42	Aplicación	Implementado junto a RF-7, RF-19, RF-31 y RF-120 ; visibilidad según el permiso del usuario	SI
RF-43	Aplicación	Implementado	SI
RF-44	Aplicación	Implementado	SI
RF-45	Aplicación	Implementado	SI
RF-46	Aplicación	Implementado	SI
RF-47	Aplicación	Implementado	SI
RF-48	Aplicación	Implementado	SI
RF-49	Aplicación	Implementado	SI
RF-50	Aplicación	Implementado	SI
RF-51	Aplicación	Implementado	SI
RF-52	Aplicación	Implementado	SI
RF-53	Aplicación	Implementado	SI
RF-54	Aplicación	Implementado	SI
RF-55	Aplicación	Implementado	SI
RF-56	Aplicación	Implementado	SI
RF-57	Aplicación	Implementado	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-58	Aplicación	Implementado	SI
RF-59	Aplicación	Implementado	SI
RF-60	Aplicación	Implementado	SI
RF-61	Aplicación	Implementado	SI
RF-62	Aplicación	Implementado	SI
RF-63	Aplicación	Implementado	SI
RF-64	Aplicación	Implementado	SI
RF-65	Aplicación	Implementado	SI
RF-66	Aplicación	Implementado	SI
RF-67	Aplicación	Implementado	SI
RF-68	Aplicación	Implementado	SI
RF-69	Aplicación	Implementado	SI
RF-70	Aplicación	Implementado	SI
RF-71	Aplicación	Implementado	SI
RF-72	Aplicación	Implementado	SI
RF-73	Aplicación	Implementado	SI
RF-74	Aplicación	Implementado	SI
RF-75	Aplicación	Implementado	SI
RF-76	Aplicación	Implementado	SI
RF-77	Aplicación	Implementado	SI
RF-78	Aplicación	Implementado	SI
RF-79	Aplicación	Implementado	SI
RF-80	Aplicación	Implementado	SI
RF-81	Aplicación	Implementado	SI
RF-82	Aplicación	Implementado	SI
RF-83	Aplicación	Implementado	SI
RF-84	Aplicación	Implementado	SI
RF-85	Aplicación	Implementado	SI
RF-86	Aplicación	Implementado	SI
RF-87	Aplicación	Implementado	SI
RF-88	Aplicación	Implementado	SI
RF-89	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-90	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-91	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-92	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-93	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-94	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-95	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-96	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-97	Aplicación, <i>wearable</i>	Implementado indirectamente, a través de la lectura de los datos extraídos por <i>Salud Conectada</i>	SI
RF-98	Aplicación	Implementado	SI
RF-99	Aplicación	Implementado	SI
RF-100	Aplicación	Implementado	SI
RF-101	Aplicación	Implementado	SI
RF-102	Aplicación	Implementado	SI
RF-103	Aplicación	Implementado	SI
RF-104	Aplicación	Implementado	SI
RF-105	Aplicación	Implementado	SI
RF-106	Aplicación	Implementado	SI
RF-107	Servidor	Implementado	SI
RF-108	Servidor	Implementado	SI
RF-109	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-110	Servidor	Implementado	SI
RF-111	Servidor	Implementado	SI
RF-112	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-113	Servidor	Implementado	SI
RF-114	Servidor	Implementado	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RF-115	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-116	Servidor	Implementado	SI
RF-117	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-118	Aplicación	Implementado	SI
RF-119	Aplicación	Implementado junto a RF-3 , RF-15 , RF-27 y RF-39 ; fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3, Sección 9.2)	SI
RF-120	Aplicación	Implementado junto a RF-7 , RF-19 , RF-31 y RF-42 ; visibilidad según el permiso del usuario	SI
RF-121	Aplicación, aplicación	Implementado	SI
RF-122	Aplicación, aplicación	Implementado	SI
RF-123	Servidor	Implementado	SI
RF-124	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-125	Servidor, aplicación	Implementado	SI
RF-126	Servidor	Implementado	SI
RF-127	Servidor	Implementado	SI
RF-128	Servidor	Implementado	SI
RF-129	Servidor	Implementado	SI
RF-130	Servidor	Implementado	SI
RF-131	Servidor	Implementado	SI
RF-132	Servidor	Implementado	SI
RF-133	Servidor	Implementado	SI
RF-134	Servidor	Implementado	SI

Cuadro 9.2: Verificación y validación de los requisitos funcionales

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RNF-1	Aplicación	Implementado	SI
RNF-2	Aplicación	Implementado	SI
RNF-3	Aplicación	Implementado	SI
RNF-4	Aplicación	Considerado en diseño e implementación; no implementable directamente	SI
RNF-5	Aplicación	Considerado en diseño e implementación; no implementable directamente	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RNF-6	Transversal	Principios seguidos en la implementación, no implementable directamente	SI
RNF-7	Aplicación	Implementado	SI
RNF-8	Aplicación	Implementado, fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3)	SI
RNF-9	Aplicación	Implementado, fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3)	SI
RNF-10	Aplicación	Implementado, fiabilidad variable según dispositivo (ver problema 3)	SI
RNF-11	Aplicación	Implementado	SI
RNF-12	Aplicación	Implementado	SI
RNF-13	Aplicación, <i>wearable</i>	Garantizado por <i>Salud Conectada</i>	SI
RNF-14	Aplicación	Implementado	SI
RNF-15	Aplicación	Implementado	SI
RNF-16	Aplicación	Implementado	SI
RNF-17	Servidor	Planteado como línea futura	NO
RNF-18	Servidor	Planteado como línea futura	NO
RNF-19	Aplicación, servidor	Planteado como línea futura	NO
RNF-20	Transversal	Planteado como línea futura	NO
RNF-21	Aplicación	Implementado	SI
RNF-22	Aplicación	Implementado	SI
RNF-23	Aplicación	Implementado	SI
RNF-24	Aplicación	Garantizado por defecto por Android	SI
RNF-25	Aplicación	Implementado	SI
RNF-26	Aplicación	Implementado	SI
RNF-27	Aplicación	Garantizado por <i>Material Design Builder</i> [98]	SI
RNF-28	Aplicación	Implementado	SI
RNF-29	Aplicación	Garantizado por <i>Material Design Builder</i> [98]	SI
RNF-30	Aplicación	Garantizado por defecto por Android	SI
RNF-31	Aplicación	Implementado	SI
RNF-32	Aplicación	Garantizado por defecto por Android	SI
RNF-33	Aplicación	Implementado	SI
RNF-34	Aplicación	Implementado	SI

Continúa en la siguiente página

Requisito	Componente	Comentarios	¿OK?
RNF-35	Aplicación	Garantizado por defecto por Android	SI

Cuadro 9.3: Verificación y validación de los requisitos no funcionales

9.2 Problemas encontrados

A lo largo de esta sección serán detallados los problemas encontrados durante el desarrollo de este [TFM](#). A continuación, se listarán y describirán cada uno de ellos.

1. **Falta de experiencia del autor en la ISS:** el autor es plenamente consciente de la dificultad de la elaboración de los planes de estudios para cubrir todas las áreas relevantes de conocimiento, pero quiere poner de manifiesto que la [ISS](#) solo se ha cubierto mediante dos asignaturas, una de ellas en el *Doble Grado en Ingeniería de Computadores y Tecnologías para la Sociedad de la Información* y la otra en este máster.

Para interiorizar plenamente los conceptos de la [ISS](#), el autor considera que es necesaria cierta experiencia práctica; por lo que se introdujo como un objetivo fundamental de este [TFM](#) desde el inicio. Esta casuística ha ralentizado el ritmo de realización de este proyecto, si bien ha supuesto un enorme aprendizaje para el autor.

2. **Falta de experiencia del autor en el desarrollo de aplicaciones móviles:** se trata de un problema muy similar al anterior. Si bien el autor había desarrollado dos aplicaciones pequeñas en sendas asignaturas, se ha tratado del primer desarrollo a mayor escala; especialmente, en cuanto al diseño e implementación de interfaces gráficas.

Esta circunstancia ha supuesto numerosos retos para el autor, tales como el aprendizaje de nuevos lenguajes de programación, el uso de patrones de diseño como inyección de dependencias o factoría o la realización de diseños [responsive](#). Como en el caso anterior, ha frenado el ritmo de desarrollo, pero a cambio ha supuesto una incalculable experiencia que ha permitido el aprendizaje de numerosos conceptos y/o técnicas.

3. **Agresivas optimizaciones de batería en algunos dispositivos:** este problema fue descubierto realizando pruebas en dispositivos reales al componente *Work Manager*. En dichas comprobaciones se constató en que algunos dispositivos, como el *Pocophone F1* del autor, el sistema operativo nunca ejecutaba en segundo plano las tareas planificadas, realizándose todas ellas de golpe únicamente cuando el usuario abría la aplicación.

Dado que este comportamiento no está documentado oficialmente, una investigación fue realizada para tratar de descubrir el problema de fondo y buscar una solución. Al parecer se trata de un problema reportado desde al menos el año 2017 [141], en el cual ciertos fabricantes de *smartphones*, tales como Xiaomi, Samsung, Oppo o Redmi, realizan modificaciones en sus versiones de Android que rompen con el cumplimiento de las API [142][143] levantando polémica ya que según las políticas de Android no está permitido [144].

Con la finalidad de ahorrar batería, en estas versiones el sistema cierra forzosamente ciertas aplicaciones, cancelando todas las tareas en segundo plano [145]. Las aplicaciones más utilizadas por los usuarios, como *WhatsApp*, parecen estar en una *lista blanca*, lo que genera un enorme agravio comparativo; ya que el usuario debe desactivar manualmente esta optimización de batería [146].

Sobre este problema se pueden encontrar iniciativas como *Don't kill my app* [147] que están arrojando visibilidad a este fenómeno, a través de charlas y de la evaluación de estas políticas según cada fabricante.

4. Escaso soporte oficial de los fabricantes de *wearables* a *Salud Conectada*: desde el anuncio de *Salud Conectada*, únicamente dos fabricantes soportan dicho *framework*: Samsung y la propia Fitbit (propiedad de la propia Google desde 2019).

En el caso de Samsung, se realizaron pruebas con una *Samsung Galaxy Fit 2*, descubriéndose que la pulsera únicamente era capaz de escribir en *Salud Conectada* datos de sueño, como se puede ver en la Figura 9.1.

Estos problemas de escritura fueron reportados por la comunidad en los casos de pulsaciones [148], pasos [149] o directamente, no funcionando en Android 14 [150].

Para resolver estas cuestiones, se apostó por utilizar únicamente pulseras Fitbit para el desarrollo, pero en cualquier caso estos problemas tienen un impacto directo en el uso de otras pulseras por parte de los usuarios.

5. Inestabilidad del ecosistema *Salud Conectada*. A fecha de julio de 2024, el *SDK* ofrecido por Google continúa aún en fase *alpha*. Durante la realización de este *TFM* se han producido numerosos cambios en dicho componente, tales como las modificaciones en las *API* ofrecidas para los desarrolladores, o la necesidad de realizar una migración detallada para soportar Android 14 [151], lo que ha supuesto un consumo adicional de recursos mantener la aplicación actualizada.

6. Falta de madurez y adopción de *Jetpack Compose* y *Material Design 3*: se ha tratado de un problema sistemático y persistente a lo largo de todo el proyecto, que ha supuesto un sinfín

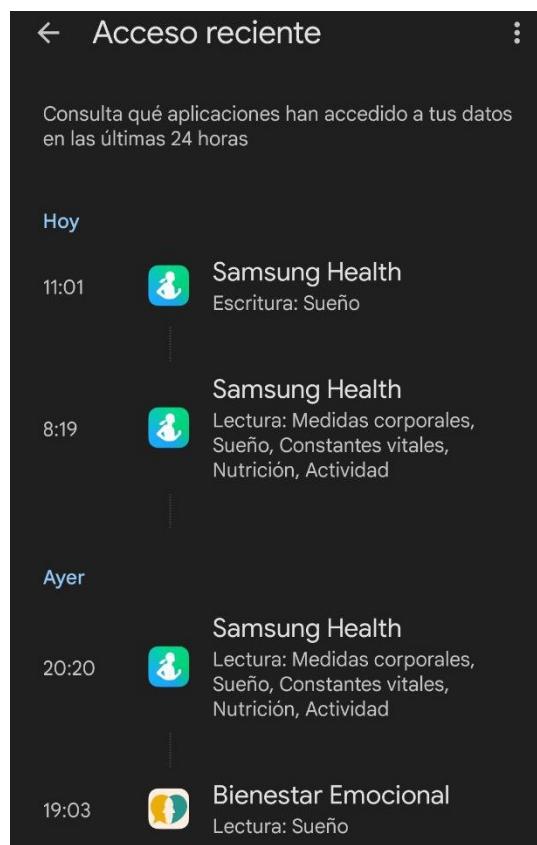


Figura 9.1: Registro de lectura/escritura con una *Samsung Galaxy Fit 2*

de retos y de dificultades técnicas. Algunos de ellos fueron resueltos mediante el uso de librerías, como se especificó en la Sección 7.2.3.

En el caso de *Jetpack Compose* lleva aproximadamente tres años en el mercado; aún presenta deficiencias a resolver. El caso más paradigmático encontrado en este proyecto ha sido el procedimiento de paso de parámetros en la navegación entre ventanas, el cual ha tenido que *resolver* la comunidad mediante librerías como *Compose Destinations*.

Por otra parte, la aún escasa adopción de este *framework* ha supuesto una clara desventaja en el acceso a documentación y recursos actualizados; provocando un incremento de dificultad más que notable de tareas tan habituales como la automatización de pruebas.

Un caso similar ha sucedido con *Material Design 3*, con la salvedad que su primera versión estable fue lanzada en octubre de 2022; pocas semanas después del comienzo de este proyecto. La ausencia de adopción masiva es comprensible, pero no la falta de madurez de la misma.

Un caso paradigmático es el componente *date picker*, utilizado para que el usuario pueda seleccionar fechas. Siete meses después de la primera versión estable se introdujo dicho com-

ponente en un estado experimental o inestable, el cual sigue sin haber abandonado casi dos años después de su especificación, como se puede ver en la Figura 9.2. Para resolver estos problemas, nuevamente la comunidad ha tomado la alternativa y ha propuesto implementaciones de acuerdo a esta especificación, como *Sheets-Compose-Dialogs* o añadiendo nuevos componentes, como en *Compose Settings*.

The screenshot shows a dark-themed web page with a navigation bar at the top. The 'Overview' tab is selected. Below it, the word 'Resources' is prominently displayed. A table lists various resources categorized by type: Design, Implementation, and Web. Each row includes a resource name, a small icon, and a status indicator (Available, In progress, or Planned). To the right of the table, there's a sidebar titled 'Date pickers' which includes a 'Resources' section and a link to 'Differences from M2'.

Type	Resource	Status
Design	↗ Design Kit (Figma)	Available
Implementation	⚡ Flutter	In progress
	☞ Jetpack Compose	Planned
	Ⓜ️ MDC-Android	Available
	⊕ Web	Planned

Figura 9.2: Información oficial del elemento *date picker*. Imagen extraída de [152].

7. **Dificultades notables para realizar pruebas:** los siguientes factores han complicado exponencialmente el proceso de pruebas, especialmente de cara a la automatización:

- El uso de *Salud Conectada*, el cual aparece como una aplicación externa en versiones anteriores a la 14. Google no ha provisto aún una estrategia para realizar pruebas automáticas en aplicaciones que la integren.
- Ausencia de procedimientos oficiales o componentes para probar módulos que interactúan con el sistema operativo, tales como las notificaciones o la planificación de tareas.
- La implementación de los mecanismos de cambios de idioma, paletas de colores o modos.

8. **Ausencia de soporte para numerosas cuestiones:** las siguientes características implementadas en este proyecto disponen de un soporte muy limitado o inexistente, teniendo que acudir a librerías de terceros o afrontando numerosas dificultades técnicas:

- Cambio de idioma manual, detallado en la Sección 7.2.3.
- Menús y diálogos de ajustes, detallado en la Sección 7.2.3.
- Diseño de nuevos componentes gráficos, como el elemento de progreso circular.

- Elaboración de gráficas *responsive* para móviles en posición apaisada.
 - Modificación del eje X de las gráficas para mostrar el día de la semana y/o el día del año.
9. **Implementación de los cuestionarios:** debido a la naturaleza de los cuestionarios de la aplicación, fue particularmente complejo diseñar e implementar una arquitectura que permitiera implementar cuestionarios con diferentes tipos de preguntas (categóricas y numéricas), presencia o ausencia de mecanismos de puntuación, terminación temprana en el caso del cuestionario de suicidio, etc.

10. Impacto social y medioambiental

Si tienes tanto miedo al fracaso, nunca tendrás éxito.

Mario Andretti

En este capítulo se recogen los beneficios que la implantación del proyecto desarrollado podría generar tanto a nivel social como medioambiental.

10.1 Aspectos éticos, sociales y económicos

El sistema propuesto tiene un impacto considerable en estas cuestiones, al buscar contribuir en la mejora de la salud mental de las personas. En primer lugar, se puede observar el impacto de este proyecto en base a los [Objetivos de Desarrollo Sostenible \(ODS\)](#) respecto a los siguientes objetivos globales:

- **Salud y bienestar:** el sistema contribuye claramente a la visibilización y concienciación acerca de la salud mental, a través de la detección de trastornos en personas que posiblemente lo desconozcan y comunicando recomendaciones para evitar en la medida que dichos trastornos se agraven¹. No obstante, este tipo de iniciativas deben ir acompañadas de políticas públicas que permitan resolver cuestiones como las listas de espera o de la ausencia de profesionales, ya que un diagnóstico precoz de un trastorno grave es poco útil si no va acompañado de un tratamiento de calidad por parte de profesionales.

¹Recordar una vez más que el sistema no pretende desplazar a los profesionales de la psicología, sino ser un apoyo para los mismos. En casos graves la solución pasa necesariamente por especialistas.

- **Educación de calidad:** al proporcionar consejos y pautas avaladas por profesionales de la psicología, los usuarios pueden acceder a información respaldada científicamente, la cual puede mejorar su calidad de vida. No obstante, como se mencionó en el punto anterior, estos consejos son una parte de la solución a estos problemas, pero no pueden resolverlos por sí solos.
- **Reducción de las desigualdades:** como se vió en la Sección 1.2, existen numerosas desigualdades en el acceso a la atención psicológica. En este ámbito, los requisitos técnicos del sistema son alcanzables por *smartphones* baratos, facilitando el acceso a la información psicológica independientemente del contexto socio-económico.
- **Producción y consumo responsable:** el sistema no requiere hardware específico, limitándose a hacer uso de los recursos que disponga el usuario. Asimismo, el sistema no marca restricciones adicionales a las ya impuestas por sus dependencias, evitando en general promover el consumo nuevos productos.

En cuanto a las cuestiones de privacidad, cabe destacar el uso de componentes como *Salud Conectada* y el uso de un servidor de la *ETSI*. Estas circunstancias permiten mejorar la privacidad de los usuarios frente a otras soluciones como *Google Fit*, ya que los datos únicamente están o bien en el dispositivo del usuario o anonimizados dentro de la Escuela. Con esto se logra evitar el trasvase de información a servidores alojados en países fuera de la Unión Europea, donde las normativas de protección de datos son más laxas; como es el caso de los Estados Unidos.

Por otra parte, a nivel ético existen numerosas preocupaciones en el ámbito de las *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)*, ya que las prácticas deshonestas expuestas en la Sección 3.1.3 no se limitan a las aplicaciones de salud mental.

Algunas plataformas digitales muy conocidas están diseñadas específicamente para explotar ciertos resortes psicológicos del ser humano. Redes sociales como *Instagram* o *TikTok* utilizan fenómenos como la gratificación instantánea o los mecanismos de recompensa [153] para espolear la liberación de dopamina², pudiendo provocar desde la adicción a las mismas redes hasta problemas de ansiedad o de autoestima cuando no se reciben dichas recompensas [155].

Por otra parte, este mecanismo de gratificación instantánea también es explotado por algunos videojuegos a través de las *lootboxes* (o *cajas botín* en Español), las cuales provocan grandes réditos económicos al provocar graves problemas de adicción, especialmente entre los menores. Debido a

²Se trata de un neurotransmisor asociado con funciones cerebrales, tales como la motivación, el aprendizaje y la recompensa, entre otras [154].

en este contexto, las instituciones están tomando medidas para limitar técnicas como el *scroll infinito* [156] o de limitar el acceso a las *lootboxes* [157] [158].

En este marco cabe recalcar la apuesta firme de este proyecto por la psicología que permita ayudar a las personas a afrontar sus problemas de salud mental, sin fines ocultos o funcionalidades perversas. Como ya se reflejó a lo largo de este documento, la transparencia y la privacidad de los usuarios son baluartes fundamentales de esta iniciativa.

10.2 Contexto medioambiental

Antes de comenzar con esta sección, cabe destacar que este proyecto no está diseñado para interactuar directamente con el medioambiente, por lo que el impacto del mismo en el entorno se puede considerar como indirecto.

Al tratarse de un sistema que busca ante todo un diagnóstico precoz de las enfermedades de salud mental existen potenciales beneficios en esa línea. De terminarse implantando el prototipo desarrollado en la comunidad universitaria podrían detectarse estos trastornos en etapas más tempranas, lo cual podría reducir la gravedad de los mismos redundando en tratamientos médicos más cortos.

Para lograr este cometido, el sistema necesita realizar una serie de tareas las cuales tienen cierto impacto en el medio ambiente. Una de estas actuaciones es la extracción de datos de los *wearables*. El sistema propuesto únicamente consume, de existir, los datos ya leídos por el fabricante del dispositivo. Estos datos se alojan únicamente en el dispositivo del usuario. Por tanto, el impacto de estas lecturas es muy pequeño ya que no se obliga al usuario a comprar un *wearable* ni se realiza comunicación redundante con el aparato.

Por otra parte, en cuanto a la comunicación con el servidor, al utilizarse un servidor de la ETSISI, el envío de los datos a través de la red es relativamente ligero. Asimismo, en la implementación se realizaron una serie de optimizaciones para enviar únicamente los datos necesarios cada 8 horas; por lo que no se trata de un sistema que realice un elevado consumo de la red y de energía.

No obstante, la cuestión principal que podría impactar en el medioambiente sería la adición de un modelo para mejorar sensiblemente la detección de los niveles de salud mental (como será planteada en la Sección 11.2); que si bien está fuera de la implementación actual, su incorporación futura podría ser muy útil.

La popularización de modelos de Inteligencia Artificial, como *ChatGPT*, ha provocado que hasta la [Agencia Internacional de la Energía \(IEA\)](#) haya convocado una conferencia sobre este tema [159], ya que se estima que el consumo de energía de los centros de datos oscile entre el 3 y el 4% del consumo global [160]; mientras que para 2027, el consumo de electricidad de estos sistemas a nivel mundial podría aumentar entre 85 y 134 TWh anuales, cantidad comparable al consumo anual de electricidad de países como los Países Bajos, Argentina y Suecia [161].

En ese sentido, para paliar el potencial impacto medioambiental se podría continuar con el enfoque de localizar estos servidores en la [ETSI](#), y apostar por el uso de energías limpias, como la solar para alinearse con los [ODS](#) y en particular, con el número 7: *Energía asequible y no contaminante*. El objetivo de estos movimientos sería reducir el consumo energético en la medida de lo posible, y basar ese consumo en fuentes de energía que tengan un impacto lo más reducido posible en el medioambiente.

11. Conclusiones y líneas futuras

Realiza cada una de tus acciones como si fuera la última de tu vida.

Marco Aurelio

En este capítulo se reúnen las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto y se proponen una serie de líneas futuras para continuarlo.

11.1 Conclusiones

En primer lugar, se ha podido constatar en la realización de este TFM la existencia de un marco teórico-práctico sólido para contribuir a la mejora de la salud mental de nuestra sociedad mediante soluciones informáticas. Si bien la labor de los profesionales de la Psicología es insustituible en el tratamiento de enfermedades como la depresión y se necesita a su vez una solución integral para resolver cuestiones como las listas de espera, se ha evidenciado que la Informática puede proveer soluciones ,que permiten apoyar y ahondar en la detección precoz de estos trastornos.

Aunque durante la realización de este TFM no se han producido avances teóricos significativos, el marco práctico si los ha experimentado. Actualmente, los *wearables* son un elemento cada vez más presente en nuestras vidas, democratizando el acceso a datos como la *variabilidad de la frecuencia cardíaca*, o la realización de pruebas cada vez más complejas, como los *electrocardiogramas*.

Estos dispositivos permitirían resolver el gran escollo mostrado por los trabajos previos: la recolección sistemática de datos mediante *mediciones no invasivas*. Iniciativas como *Salud Conectada*, a pesar de sus limitaciones; reducen sensiblemente la barrera técnica para desarrollar nuevos proyectos y amplían la potencial base de usuarios; mientras se garantiza la privacidad de los mismos.

Por otra parte, este proyecto ha supuesto una profunda toma de contacto con el estado actual de

las aplicaciones móviles en Android. El desarrollo e implantación de nuevos componentes, tales como *Jetpack Compose* y *Material Design 3*, han supuesto un indudable salto de calidad en el sector. Estas herramientas han permitido implementar una interfaz gráfica *responsive* y de cierta calidad; garantizando, entre otras cuestiones, el cumplimiento de ciertas secciones del estándar [WCAG 2.0](#) de accesibilidad, o el soporte de funciones demandadas por los usuarios, como el modo oscuro.

No obstante, el estado actual de estos componentes está lejos de ser idílico. Al margen de los problemas ya descritos en la Sección 9.2, la ausencia de fabricantes de *wearables* como Xiaomi, Huawei o claramente Apple en *Salud Conectada* limitan el impacto de este tipo de proyectos. Asimismo, la elevada curva de dificultad y los problemas no plenamente resueltos de *Jetpack Compose* y *Material Design 3* han supuesto un elevado consumo de recursos, impidiendo profundizar en otras áreas.

Estos contratiempos, aunque esperables en un [TFM](#), resultan especialmente dolorosos a juicio del autor, ya que han impedido el desarrollo de todos los requisitos planteados y en general han restringido el impacto que el sistema hubiera tenido en la [ETSI](#). Cuestiones como la política de privacidad han bloqueado la puesta en marcha real de este sistema y su distribución en tiendas virtuales, mientras que funcionalidades clave como la detección precoz han tenido que ser limitadas.

En particular, la detección precoz solo ha podido implementarse mediante la realización de cuestionarios. Si bien se han implementado cuestionarios diseñados expresamente por psicólogas, ha quedado pendiente de explotar el enorme potencial de los datos recolectados; o la puesta en marcha de proyectos que permitieran evaluar la efectividad de la solución propuesta. En la Sección 11.2 serán planteadas una serie de mejoras para su implantación en futuros trabajos.

Paralelamente, el esfuerzo dedicado a la construcción, pruebas y despliegue del componente servidor en general, y de la [API](#) en particular, ha sido satisfactorio. Se ha constatado una vez más el excepcional trabajo realizado por los diversos actores en el ecosistema de Python permitiendo implementar con sencillez y elegancia componentes que aportan un gran valor añadido.

Asimismo, en una capa más personal, este proyecto ha servido para que el autor pudiera experimentar y comprender definitivamente numerosos conceptos relacionados con la [ISS](#) y el desarrollo móvil. Si bien se han sufrido numerosos contratiempos, proyectos de esta envergadura permiten poner en práctica conocimientos o planteamientos que resultan imposibles de realizar en el marco de las asignaturas de grado o de máster. Donde las clases ponen las bases del conocimiento, estos proyectos permiten dar un salto cualitativo que beneficia al conjunto de la sociedad.

Continuando en esta línea, se anima especialmente tanto al profesorado como al colectivo de estu-

diantes de la [ETSI](#) a realizar proyectos que puedan tener un claro impacto social. La realización de este proyecto ha supuesto para el autor descubrir la importancia de la Salud Mental y del potencial que disponen las [TIC](#) para cambiar la vida de las personas. La tecnología es producto del contexto social y de las necesidades y retos que afronta la sociedad, estando en manos de los profesionales en qué lugar y con qué profundidad aportará valor su conocimiento.

Por último, a juicio del autor, la tecnología es neutral por definición y el progreso, imparable. Ante la certeza de que “*lo único constante es el cambio*”, ya planteada en la Antigua Grecia por el filósofo Heráclito, la solución no reside en limitar o prohibir el uso de la tecnología. Existe espacio suficiente para que los ingenieros, en colaboración con los profesionales de otras disciplinas, puedan crear soluciones; o para adaptarse el cuerpo normativo para limitar las consecuencias negativas de la tecnología. En última instancia no se debe olvidar que las sociedades son soberanas de decidir su propio destino.

11.2 Lineas futuras

En primer lugar, el trabajo futuro más prioritario es la implementación de los requisitos que no han sido cubiertos en este primer desarrollo. Dichos requisitos, junto con sus líneas de actuación propuestas, son:

- **RNF-17** *El acceso a los datos anonimizados de los usuarios solo estará permitido para propósitos científicos.*

Para ello se necesita definir una política de acceso a los datos, la cual debe aceptarse por los analistas de datos. En este aspecto es recomendable contar con asesoría legal. Posteriormente, se debería diseñar e implementar un sistema de acceso que permita la administración de los diferentes usuarios.

- **RNF-18** *El servidor que aloje los datos anonimizados deberá estar protegido antes ataques de denegación de servicio y accesos no autorizados.*

Para cumplir con este requisito, se deberá definir e implementar un conjunto de medidas que permitan proteger a dicho servidor, en consonancia con los recursos disponibles en la [ETSI](#).

- **RNF-19** *Las comunicaciones entre aplicación y servidor deberán estar cifradas.*

La implementación de este requisito consta de las siguientes fases:

1. Generar un certificado *Secure Sockets Layer (SSL)* por parte de una autoridad de certificación reconocida.
 2. Modificar la *API* para usar *Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS)* con el certificado anterior.
 3. Restringir la aplicación para que únicamente acepte conexiones *HTTPS*.
- **RNF-20** *Se deberá definir una política de privacidad de acuerdo al RGPD [138] y a las directrices de Salud Conectada [139].*

Se recomienda nuevamente contar con asesoría legal para la conformidad de dicha política. Por otra parte, dicha política debe ser accesible desde fuera de la aplicación, para garantizar que los usuarios puedan leerla antes de comenzar el uso o descarga de la aplicación.

Una vez todos los requisitos planteados hayan sido satisfechos, se podría desplegar la aplicación en tiendas virtuales como *Play Store*, dotando al proyecto de mucho mayor alcance y de una retroalimentación mucho más amplia y profunda.

Asimismo, otra línea de trabajo propuesta es la realización de ciertas mejoras en el marco de los requisitos de usuario ya implementados. En el caso de los requisitos de seguimiento (**RU-1**, **RU-2**, **RU-3** y **RU-4**), la principal mejora sería la incorporación de un modelo basado en Inteligencia Artificial que permita mejorar el diagnóstico precoz.

Para ello se podría realizar un estudio científico que explore esta posibilidad en el que se recojan datos de los usuarios, algo que ya permite el estado actual del proyecto. Este estudio podría experimentar con los datos recogidos y/o con los datos de los estudios detallados en las Secciones [3.1.1](#) y [3.1.2](#). Asimismo, la arquitectura planteada permite un despliegue sencillo, con el cual se podría evaluar la eficacia del mismo.

En cuanto a los requisitos de consejos (**RU-8**, **RU-9**, **RU-10** y **RU-11**) se anima al resto de estudiantes y a la *ETSIISI* a ahondar en la colaboración con profesionales de la Psicología para la elaboración de nuevas pautas. El estado actual del proyecto permite a dichos profesionales desplegarlos con muy poco coste, por lo que se podrían realizar trabajos de investigación que exploren el impacto de dichos consejos.

Finalmente, se enumeran otras líneas de trabajo que son factibles de realizar a largo plazo para ampliar y refinar el proyecto:

1. Elaboración de un conjunto de pruebas automáticas exhaustivas para la aplicación móvil, incluyendo reportes de *coverage* del código.

2. Comprobar la recolección de datos en otras pulseras, tanto de Fitbit como de otros fabricantes.
3. Realizar agregación de datos para ciertas variables, como las pulsaciones, para aligerar el volumen de datos.
4. Explorar cuestiones relacionadas con la infraestructura, como el despliegue de la funcionalidad del servidor mediante contenedores, lo que permitiría una mejor escalabilidad del mismo.
5. Segmentar la comunidad de usuarios para mejorar la representatividad del conjunto.
6. Estudiar la imputación de datos nulos con otras técnicas, tales como: regresión, *Last Observation Carried Forward*, *Next Observation Carried Backward*, etc. [162]
7. Añadir *features* relacionadas con los cuestionarios puntuales: gráficas, notificaciones, entre otras.
8. Diseñar e implementar una interfaz gráfica centrada en las pantallas *expandidas*¹.
9. Trasladar la aplicación a más idiomas.

¹Pantallas que disponen de más de 840dp de ancho o 900dp de alto

Bibliografía

- [1] A. Salamanca, *La geopolítica de los papers: conocimiento libre contra la millonaria industria de las revistas académicas*, es, mar. de 2023. dirección: <https://elordenmundial.com/sci-hub-revistas-academicas-lucha-guerrillera-industria-millonaria/> (visitado 24-06-2023).
- [2] OMS, *Salud mental: fortalecer nuestra respuesta*, es, jun. de 2022. dirección: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response> (visitado 31-12-2023).
- [3] F. Galicia, *Que es la salud mental*, es-ES. dirección: <https://feafesgalicia.org/salud-mental/que-es-la-salud-mental/> (visitado 31-12-2023).
- [4] A. Morer Liñán, E. Varela, I. Méndez y L. Lázaro García, *¿Qué es el Bienestar Emocional? / Hospital Clínic Barcelona*, es, oct. de 2019. dirección: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/salud-mental-en-la-infancia-y-la-adolescencia/bienestar-emocional> (visitado 26-06-2024).
- [5] C. S. M. España, *Cuatro de cada diez personas, en España, valoran de forma negativa el estado de su salud mental*, es, mar. de 2023. dirección: <https://consaludmental.org/sala-prensa/actualidad/primer-informe-situacion-salud-mental/> (visitado 31-12-2023).
- [6] C. S. M. España, *La salud mental en cifras*, es-ES. dirección: <https://comunicalasaludmental.org/guiadeestilo/la-salud-mental-en-cifras/> (visitado 31-12-2023).
- [7] OMS, *Estrés*, es, feb. de 2023. dirección: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/stress> (visitado 26-06-2024).
- [8] M. Clinic, *Depresión (trastorno depresivo mayor) - Síntomas y causas - Mayo Clinic*, oct. de 2022. dirección: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/depression/symptoms-causes/syc-20356007> (visitado 02-07-2024).

- [9] P. Delgado, *Rompiendo el estigma de la salud mental*, es, jun. de 2021. dirección: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/rompiendo-el-estigma-de-la-salud-mental/> (visitado 31-12-2023).
- [10] L. Andrés Tallardá, *Combatir el estigma en salud mental*, es, Section: Universo JR, oct. de 2020. dirección: <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20201007/483864521075/combatir-estigma-salud-mental.html> (visitado 31-12-2023).
- [11] M. H. Foundation, *Stigma and discrimination*, en. dirección: <https://www.mentalhealth.org.uk/explore-mental-health/a-z-topics/stigma-and-discrimination> (visitado 31-12-2023).
- [12] C. S. M. España, *Nace el Observatorio Estatal de Salud Mental, Derechos e Igualdad*, es, dic. de 2022. dirección: <https://consaludmental.org/sala-prensa/nace-observatorio-estatal-salud-mental/> (visitado 31-12-2023).
- [13] L. Aguilar, *Laura Aguilar / Psicóloga integradora en Instagram: "Hoy 10 de octubre es el Día Mundial de la Salud Mental..."* es-la, oct. de 2022. dirección: <https://www.instagram.com/p/CjhgikTtBVW/> (visitado 31-12-2023).
- [14] B. Asuar Gallego, *Recurrir a la sanidad privada o esperar: la salud mental es un lujo en España*, Section: Sociedad, sep. de 2021. dirección: <https://www.publico.es/sociedad/recurrir-sanidad-privada-esperar-salud-mental-lujo-espana.html> (visitado 31-12-2023).
- [15] R. Antolín, *Listas de espera, solventar la falta de sanitarios y salud mental, propuestas del 23-J*, es, jul. de 2023. dirección: <https://www.eleconomista.es/salud/noticias/12371804/07/23/listas-de-espera-solventar-la-falta-de-sanitarios-y-salud-mental-propuestas-del-23j.html> (visitado 31-12-2023).
- [16] S. López Chicón, *¿Qué le pasa a Alejandro Sanz? El artista confiesa que ha sufrido un brote y está triste y cansado*, es, mayo de 2023. dirección: https://www.sabervivirtv.com/psicologia-y-bienestar/que-pasa-alejandro-sanz-brote-triste-cansado_8228 (visitado 19-07-2023).
- [17] R. Riaño, *Alejandro Sanz hace saltar las alarmas: "No estoy bien. A veces no quiero ni estar"*, es, Section: famosos, mayo de 2023. dirección: https://www.vanitatis.elconfidencial.com/famosos/2023-05-27/alejandro-sanz-tristeza-depresion-mensaje_3638047/ (visitado 19-07-2023).
- [18] E. Universal, *Nada hubiera salvado a Chester Bennington*, es, jul. de 2020. dirección: <https://www.eluniversal.com.mx/espectaculos/musica/nada-hubiera-salvado-chester-bennington/> (visitado 31-12-2023).

- [19] M. Gambín, *Historia de un suicidio: las canciones de Linkin Park que explican a Chester Bennington*, es, Section: Cultura, jul. de 2022. dirección: https://www.elnacional.cat/es/cultura/historia-suicidio-canciones-linkin-park-explican-chester-bennington_789594_102.html (visitado 31-12-2023).
- [20] Irene Pujol [@i_athenea], *Hace poco más de 5 meses, la #depresión se llevó a mi hermano poco antes de que llegara a cumplir los 15 años. Ayer, mi madre fue capaz de expresar mucho de lo que sentimos al respecto. Abro hilo con sus palabras. No queremos que su muerte y nuestro dolor sea en vano* □ (1) <https://t.co/G5zlHUVT15>, es, Tweet, jul. de 2021. dirección: https://twitter.com/i_athenea/status/1419965073204862977 (visitado 31-12-2023).
- [21] S. Saiz, *4.227 personas murieron por suicidio en 2022, un 5,6% más que el año anterior*, es, Section: Ciencia-y-salud/salud, dic. de 2023. dirección: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2023/12/19/65817237e9cf4a975d8b45a6.html> (visitado 31-12-2023).
- [22] D. N. Sánchez Raúl, *Once suicidios al día encienden las alarmas sobre la salud mental*, es, Section: Sociedad, ene. de 2023. dirección: https://www.eldiario.es/sociedad/once-suicidios-dia-encienden-alarmas-salud-mental_1_9898452.html (visitado 31-12-2023).
- [23] E. M. Galache, *El Gobierno hace público los resultados del estudio sobre “la salud mental en el estudiantado de las universidades españolas”* -, es, jul. de 2023. dirección: <https://www.universidades.gob.es/el-gobierno-hace-publico-los-resultados-del-estudio-sobre-la-salud-mental-en-el-estudiantado-de-las-universidades-espanolas/> (visitado 05-01-2024).
- [24] M. de Universidades, «*La salud mental en el estudiantado de las universidades españolas*», Español, inf. téc., jul. de 2023, pág. 46. dirección: <https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2023/07/Diseno-Estudio-junio-2023-v4.pdf> (visitado 05-01-2024).
- [25] OMS, *Salud mental*, es. dirección: <https://www.who.int/es/health-topics/mental-health> (visitado 31-12-2023).
- [26] L. Moncloa, *Miñones: "La salud mental es ahora centro del debate político, España ha sido un país pionero en poner el bienestar en la agenda"*, es, oct. de 2023. dirección: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/sanidad14/Paginas/2023/261023-minones-salud-mental.aspx> (visitado 31-12-2023).
- [27] J. Burn-Murdoch, *Smartphones and social media are destroying children's mental health*, en-GB, mar. de 2023. dirección: <https://www.ft.com/content/0e2f6f8e-bb03-4fa7-8864-f48f576167d2> (visitado 31-12-2023).

- [28] F. J. Ortega González, «Enfermedades mentales: el objetivismo biológico frente a una fenomenología de la salud mental», es, Trabajo Fin de Grado, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2021.
- [29] OMS, *Clasificación Internacional de Enfermedades, 11.a revisión*, es. dirección: <https://icd.who.int/es> (visitado 03-07-2024).
- [30] A. P. Association, *Manual de diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5)*. Editorial Médica Panamericana, 2014.
- [31] S. Torrades, «Estrés y burn out. Definición y prevención», es, Offarm, vol. 26, nº 10, págs. 104-107, nov. de 2007, Publisher: Elsevier, ISSN: 0212-047X. dirección: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-estres-burn-out-definicionprevencion-13112896> (visitado 03-07-2024).
- [32] N. Mas, *Estrés, cuerpo y cerebro*, es-ES, feb. de 2024. dirección: <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/estres-la-epidemia-del-siglo-xxi> (visitado 26-06-2024).
- [33] K. A. Currid, «Los efectos del estrés en los estudiantes y su rendimiento académico», Trabajo Fin de Grado, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, jun. de 2019.
- [34] nutricionprofesional, *Fases del Estrés (Laboral)*, en, oct. de 2014. dirección: <https://nutricionprofesional.wixsite.com/bodycomfortspa/single-post/2014/10/30/fases-del-estr%C3%A9s-laboral> (visitado 06-07-2024).
- [35] S. Cohen, T. Kamarck y R. Mermelstein, «A Global Measure of Perceived Stress», *Journal of Health and Social Behavior*, vol. 24, nº 4, págs. 385-396, 1983, Publisher: [American Sociological Association, Sage Publications, Inc.], ISSN: 0022-1465. doi: [10.2307/2136404](https://doi.org/10.2307/2136404). dirección: <https://www.jstor.org/stable/2136404> (visitado 03-07-2024).
- [36] S. van Neerven, E. Kampmann y J. Mey, «RAR/RXR and PPAR/RXR signaling in neurological and psychiatric diseases», *Progress in Neurobiology*, vol. 85, nº 4, págs. 433-451, ago. de 2008, ISSN: 0301-0082. doi: [10.1016/j.pneurobio.2008.04.006](https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.04.006). dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301008208000464>.
- [37] OMS, *Depresión*, es, mar. de 2023. dirección: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression> (visitado 03-07-2024).
- [38] A. M. Ospina Pérez, «Entendiendo la depresión: una revisión de los aspectos más importantes (más allá del concepto, los síntomas, las causas y su tratamiento)», es, Trabajo Fin de Máster, Instituto Superior de Estudios Psicológicos, dic. de 2018.

- [39] A. Karamchandani Batra, «Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones para el Diagnóstico del Trastorno Depresivo Mayor basado en el Análisis Multimodal de Datos Audiovisuales y Técnicas de Deep Learning», es, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021.
- [40] C. Tennant, «Life Events, Stress and Depression: A Review of Recent Findings», en, *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, vol. 36, nº 2, págs. 173-182, abr. de 2002, Publisher: SAGE Publications Ltd, ISSN: 0004-8674. doi: [10.1046/j.1440-1614.2002.01007.x](https://doi.org/10.1046/j.1440-1614.2002.01007.x). dirección: <https://doi.org/10.1046/j.1440-1614.2002.01007.x> (visitado 03-07-2024).
- [41] C. Sawchuk, *Depresión (trastorno depresivo mayor) - Síntomas y causas - Mayo Clinic*. dirección: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/depression/symptoms-causes/syc-20356007> (visitado 03-07-2024).
- [42] K. Kroenke, R. L. Spitzer y J. B. Williams, «The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure», eng, *Journal of General Internal Medicine*, vol. 16, nº 9, págs. 606-613, sep. de 2001, ISSN: 0884-8734. doi: [10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x](https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x).
- [43] C. Moutier, *Conducta suicida - Trastornos de la salud mental*, es-ES, jul. de 2023. dirección: <https://www.msdmanuals.com/es-es/hogar/trastornos-de-la-salud-mental/conducta-suicida-y-autolesiva/conducta-suicida> (visitado 04-07-2024).
- [44] E. Baca García y F. Aroca, «Factores de riesgo de la conducta suicida asociados a trastornos depresivos y ansiedad», es, *Salud mental*, vol. 37, nº 5, págs. 373-380, oct. de 2014, Publisher: Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, ISSN: 0185-3325. dirección: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-33252014000500003&lng=es&nrm=iso&tlang=es (visitado 04-07-2024).
- [45] A. L. González, *La depresión es un factor de riesgo en suicidio*, es, jun. de 2020. dirección: <https://www.livemed.in/es/blog/la-depresion-es-un-factor-de-riesgo-en-suicidio/> (visitado 04-07-2024).
- [46] OMS, *Suicidio*, es, sep. de 2023. dirección: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/suicide> (visitado 04-07-2024).
- [47] M. Psicólogos, *Soledad no deseada: qué es y cómo podemos combatirla*, es, Section: Psicología clínica, mayo de 2019. dirección: <https://psicologiyamente.com/clinica/soledad-no-deseada> (visitado 03-07-2024).
- [48] C. F. Cazzola, *Soledad no deseada y depresión: Dos realidades*, es, mar. de 2024. dirección: <https://neuro-class.com/soledad-no-deseada-y-depresion-dos-realidades/> (visitado 03-07-2024).

- [49] A. de Madrid, *Que es la soledad no deseada / SoledadNoDeseada*, es. dirección: <https://soledadnodeada.es/que-es-la-soledad-no-deseada/> (visitado 03-07-2024).
- [50] OMS, *La OMS pone en marcha una comisión para fomentar la conexión social*, es, nov. de 2023. dirección: <https://www.who.int/es/news/item/15-11-2023-who-launches-commission-to-foster-social-connection> (visitado 03-07-2024).
- [51] A. I. Caballero Triboño, «Soledad en las personas mayores», Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid, Valladolid, jun. de 2019.
- [52] R. Lorente Martínez, «La Soledad en la Vejez: Análisis y evaluación de un programa de intervención en personas mayores que viven solas», es, Tesis Doctoral, Universidad Miguel Hernández, Elche, 2017. dirección: <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/4461/1/TD%20Lorente%20Mart%C3%ADnez,%20Raquel.pdf>.
- [53] S. Montejano Martín, *La soledad y el aislamiento social*, es-ES, dic. de 2019. dirección: <https://www.psicoglobal.com/blog/soledad-aislamiento-social> (visitado 03-07-2024).
- [54] D. Russell, L. A. Peplau y C. E. Cutrona, «The revised UCLA Loneliness Scale: concurrent and discriminant validity evidence», eng, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 39, nº 3, págs. 472-480, sep. de 1980, ISSN: 0022-3514. doi: [10.1037/0022-3514.39.3.472](https://doi.org/10.1037/0022-3514.39.3.472).
- [55] C. Roja, *Cómo prevenir la soledad no deseada*, es-ES. dirección: <https://www2.cruzroja.es/es/-/como-prevenir-la-soledad-no-deseada-smta-cnt> (visitado 04-07-2024).
- [56] J. Luque Ordóñez, *Dispositivos y tecnologías wearables*, 2016. dirección: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/041001.pdf.
- [57] B. Santander, *Wearables: ¿qué son y para qué se utilizan?*, es, mar. de 2022. dirección: <https://www.santander.com/es/stories/wearables-que-son-y-para-que-se-utilizan> (visitado 03-07-2024).
- [58] J. Delves, *Fitbit Inspire 2 review*, en, ago. de 2022. dirección: <https://www.techradar.com/reviews/fitbit-inspire-2> (visitado 03-07-2024).
- [59] A. Alcolea, *Samsung Galaxy Watch6 Classic, análisis: argumentos de sobra para convertirse en el smartwatch Android por excelencia*, es, Section: analisis, sep. de 2023. dirección: <https://www.xataka.com/analisis/samsung-galaxy-watch6-classic-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones> (visitado 03-07-2024).

- [60] D. B. Raspall, *AirTag: qué es y cómo funciona la tecnología de Apple para encontrar cualquier cosa*, es, Section: nuevo, mayo de 2024. dirección: <https://www.applesfera.com/nuevo/airtag-que-como-funciona-tecnologia-apple-para-encontrar-cualquier-cosa> (visitado 03-07-2024).
- [61] J. García, *Oura Ring Gen3: este (exclusivo) anillo mide la frecuencia cardíaca, el sueño y hasta el oxígeno en sangre*, es, Section: wearables, oct. de 2021. dirección: <https://www.xataka.com/wearables/oura-ring-generation-3-caracteristicas-precio-ficha-tecnica> (visitado 03-07-2024).
- [62] I. D. Corporation, *Worldwide Quarterly Wearable Device Tracker*. dirección: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P31315 (visitado 03-07-2024).
- [63] P. Ricca, *La 'resurrección' de los wearables: aumentan los envíos mundiales en el segundo trimestre, según IDC*, es, Section: mercado, sep. de 2023. dirección: <https://www.xatakamovil.com/mercado/resurreccion-wearables-aumentan-envios-mundiales-segundo-trimestre-idc> (visitado 03-07-2024).
- [64] E. Pérez, *AOSP: así es el Android 'open source' sin Google que queda como opción para Huawei*, es, Section: aplicaciones, mayo de 2019. dirección: <https://www.xataka.com/aplicaciones/aosp-asi-al-android-open-source-google-que-queda-como-opcion-para-huawei> (visitado 26-06-2023).
- [65] C. Collado, *Qué es AOSP: así funciona el Android sin Google*, es, mayo de 2022. dirección: <https://www.lavanguardia.com/andro4all/android/que-es-aosp-asi-funciona-el-android-sin-google> (visitado 26-06-2023).
- [66] R. Adeva, *Android: qué es, versiones, aplicaciones y cómo saber la versión instalada*, es, feb. de 2023. dirección: <https://www.adslzone.net/reportajes/software/que-es-android/> (visitado 26-06-2023).
- [67] J. Marquez, *Así era el HTC Dream, el primer teléfono de la historia con Android (y sí, tenía teclado QWERTY)*, es, Section: móviles, mayo de 2022. dirección: <https://www.xataka.com/moviles/asi-era-htc-dream-primer-telefono-historia-android-tenia-teclado-qwerty> (visitado 26-06-2023).
- [68] M. Oryl, *T-Mobile G1 Launch Event*, sep. de 2008. dirección: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:T-Mobile_G1_launch_event_2.jpg (visitado 26-06-2023).
- [69] P. Ricca, *Google se cansa de ir por detrás: los Pixel 8 tendrán siete años de actualizaciones Android*, es, Section: sistema-operativo, oct. de 2023. dirección: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/google-se-cansa-ir-detras-pixel-8-tendran-siete-anos-actualizaciones-android> (visitado 03-07-2024).

- [70] M. Ramírez, *Samsung quiere que tu móvil te dure más que ninguno: anuncia el soporte a 7 años de actualizaciones Android*, es, Section: Noticias y novedades, ene. de 2024. dirección: https://www.elespanol.com/elandroidelibre/noticias-y-novedades/20240118/samsung-sigue-pasos-google-anuncia-soporte-anos-actualizaciones-android-galaxy-s24/825917412_0.html (visitado 03-07-2024).
- [71] E. Belinski, *Android API Levels*. dirección: <https://apilevels.com/> (visitado 03-07-2024).
- [72] M. F. Melo, *Infografía: El mapa mundial de Android e iOS*, es, jul. de 2024. dirección: <https://es.statista.com/grafico/29620/sistema-operativo-movil-con-la-mayor-cuota-de-mercado-por-pais> (visitado 03-07-2024).
- [73] C. nacional de los mercados y la competencia, *Android fue el sistema operativo más utilizado por los españoles / CNMC*, nov. de 2023. dirección: <https://www.cnmc.es/prensa/panel-hogares-usos-internet-20231103> (visitado 03-07-2024).
- [74] R. Rao K, *The history of Kotlin - Kotlin for Enterprise Applications using Java EE [Book]*, en, ISBN: 9781788997270. dirección: <https://www.oreilly.com/library/view/kotlin-for-enterprise/9781788997270/ea4ec584-db64-4026-89a8-2086301eb9c5.xhtml> (visitado 26-06-2023).
- [75] K. Help, *Kotlin for Android / Kotlin*, en-US. dirección: <https://kotlinlang.org/docs/android-overview.html> (visitado 26-06-2023).
- [76] A. Developers, *Enfoque de prioridad de Kotlin en Android / Android Developers*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/kotlin/first?hl=es-419> (visitado 26-06-2023).
- [77] A. Developers, *Cómo agregar código C y C++ a un proyecto / Android Studio*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/studio/projects/add-native-code?hl=es-419> (visitado 26-06-2023).
- [78] M. Braun, *Celebrating 5 years of Kotlin on Android*, en, ago. de 2022. dirección: <https://android-developers.googleblog.com/2022/08/celebrating-5-years-of-kotlin-on-android.html> (visitado 26-06-2023).
- [79] F. Lardinois, *Kotlin is now Google's preferred language for Android app development*, en-US, mayo de 2019. dirección: <https://techcrunch.com/2019/05/07/kotlin-is-now-googles-preferred-language-for-android-app-development/> (visitado 26-06-2023).

- [80] C. Wilk, *Introducing Health Connect, a new API for Android app developers to securely access user health data*, en, mayo de 2022. dirección: <https://android-developers.googleblog.com/2022/05/introducing-health-connect.html> (visitado 26-06-2023).
- [81] A. de Android, *Información sobre Salud conectada - Ayuda de Android*. dirección: https://support.google.com/android/answer/13770320?hl=es&ref_topic=12203284&sjid=11808753695652030663-EU (visitado 03-07-2024).
- [82] R. Pandey, *Health Connect could be built right into Android 14*, en, Section: Operating Systems, feb. de 2023. dirección: <https://www.androidpolice.com/health-connect-built-right-into-android-14/> (visitado 26-06-2023).
- [83] A. Malik, *Google's Health Connect platform is coming to Android 14 with new features*, en-US, mayo de 2023. dirección: <https://techcrunch.com/2023/05/10/googles-health-connect-platform-is-coming-to-android-14-with-new-features/> (visitado 26-06-2023).
- [84] M. Ramírez, *Android 14 tendrá como eje central tus datos de salud y así arreglar el desaguisado actual con tanta app*, es, Section: Actualizaciones Android, dic. de 2022. dirección: https://www.elespanol.com/elandroidelibre/noticias-y-novedades/actualizaciones-android/20221219/android-central-datos-salud-arreglar-desaguisado-actual/727177645_0.html (visitado 26-06-2023).
- [85] M. Rahman, *Android 14 has built-in support for Google and Samsung's Health Connect platform*, en, Section: Mobile, feb. de 2023. dirección: <https://www.xda-developers.com/android-14-health-connect-built-in/> (visitado 26-06-2023).
- [86] Freeyourgadget, *Gadgetbridge*, es-ES. dirección: <https://codeberg.org/Freeyourgadget/Gadgetbridge> (visitado 26-06-2023).
- [87] A. Developers, *Lista de tipos de datos / Desarrolladores de Android*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/guide/health-and-fitness/health-connect/data-and-data-types/data-types?hl=es-419> (visitado 27-06-2023).
- [88] R. Sáez, *Google lanza Health Connect, el sitio donde podrás gestionar todas tus apps de salud y fitness*, es, Section: Aplicaciones, nov. de 2022. dirección: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/aplicaciones/20221117/8608956/google-lanza-health-connect-sitio-podras-gestionar-todas-apps-salud-fitness-pmv.html> (visitado 26-06-2023).

- [89] A. Developers, *Preguntas frecuentes / Desarrolladores de Android*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/guide/health-and-fitness/health-connect/frequently-asked-questions?hl=es-419> (visitado 27-06-2023).
- [90] A.-C. Bellini y N. Butcher, *Jetpack Compose is now 1.0: announcing Android's modern toolkit for building native UI*, en, jul. de 2021. dirección: <https://android-developers.googleblog.com/2021/07/jetpack-compose-announcement.html> (visitado 26-06-2023).
- [91] C. Huamán, *Qué es y qué no es Android Jetpack*, en, jun. de 2018. dirección: <https://medium.com/orbismobile/qu%C3%A9-es-y-qu%C3%A9-no-es-android-jetpack-1248d1f36670> (visitado 05-07-2023).
- [92] A. Developers, *Recursos para desarrolladores de Android Jetpack - Android Developers / Desarrolladores de Android*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/jetpack?hl=es-419> (visitado 05-07-2023).
- [93] D. Spain, *Programación imperativa vs declarativa: Google Jetpack Compose*, es-ES, mayo de 2021. dirección: <https://www2.deloitte.com/es/es/blog/todo-tecnologia/2021/programacion-imperativa-vs-declarativa-google-jetpack-compose.html> (visitado 26-06-2023).
- [94] A. Leiva, *Qué es Jetpack Compose y cómo crear tu primer proyecto en Android*, es, sep. de 2021. dirección: <https://devexperto.com/jetpack-compose-que-es/> (visitado 26-06-2023).
- [95] I. Ramírez, *Qué es Material You y en qué se diferencia de Material Design*, es, Section: sistema-operativo, mar. de 2022. dirección: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-material-you-que-se-diferencia-material-design> (visitado 26-06-2023).
- [96] G. Singh, M. Design y D. Advocate, *Material Design 3 for Compose is now stable*, en, oct. de 2022. dirección: <https://material.io/blog/material-3-compose-stable> (visitado 26-06-2023).
- [97] M. Design, *Material Design*, en. dirección: <https://m3.material.io/> (visitado 26-06-2023).
- [98] M. Design, *Material Design Builder*. dirección: <https://m3.material.io/theme-builder#/dynamic> (visitado 26-06-2023).
- [99] W3C, *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*, dic. de 2008. dirección: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/#visual-audio-contrast-contrast> (visitado 25-05-2024).

- [100] A. Developers, *Window size classes / Views*, en. dirección: <https://developer.android.com/develop/ui/views/layout/window-size-classes> (visitado 03-07-2024).
- [101] A. Cerdá, *Material Design 3: Novedades para el sistema de diseño de Google*, es-CL, mayo de 2022. dirección: <https://blog.ida.cl/diseno/material-design-3-novedades-sistema-diseno-google/> (visitado 26-06-2023).
- [102] A. Leiva, *Room, la librería de Base de datos de Android*, es, jul. de 2020. dirección: <https://devexperto.com/room-la-libreria-de-base-de-datos-de-android/> (visitado 27-06-2023).
- [103] A. Developers, *WorkManager*, en. dirección: <https://developer.android.com/reference/androidx/work/WorkManager> (visitado 04-07-2023).
- [104] A. Developers, *Arquitectura de apps: Capa de datos - Cómo programar tareas con WorkManager - Android Developers / Desarrolladores de Android*, es-419. dirección: <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/workmanager?hl=es-419> (visitado 04-07-2023).
- [105] E. Rubianes, *Lottie: qué es, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu web*, es, Section: Diseño Web, dic. de 2021. dirección: <https://refrescandonegocios.com/lottie/> (visitado 06-07-2023).
- [106] A. Design, *Lottie*, en-US. dirección: <https://airbnb.design/introducing-lottie/> (visitado 06-07-2023).
- [107] P. Goworowski, *Vico*. dirección: <https://patrykandpatrick.com/vico/wiki/> (visitado 06-07-2023).
- [108] P. Goworowski, *Vico Releases*, original-date: 2021-02-14T16:30:48Z, jul. de 2023. dirección: <https://github.com/patrykandpatrick/vico/releases> (visitado 06-07-2023).
- [109] P. Goworowski, *Vico Repository*, original-date: 2021-02-14T16:30:48Z, jul. de 2023. dirección: <https://github.com/patrykandpatrick/vico> (visitado 06-07-2023).
- [110] A. Rodriguez, *Flask: minimalismo para el desarrollo web en Python*, es, ago. de 2014. dirección: <http://hipertextual.com/2014/08/flask-python> (visitado 27-06-2023).
- [111] MongoDB, *JSON And BSON*, en-us. dirección: <https://www.mongodb.com/json-and-bson> (visitado 27-06-2023).
- [112] MongoDB, *¿Qué Es MongoDB?*, es. dirección: <https://www.mongodb.com/es/what-is-mongodb> (visitado 27-06-2023).

- [113] B. A. Hickey, T. Chalmers, P. Newton et al., «Smart Devices and Wearable Technologies to Detect and Monitor Mental Health Conditions and Stress: A Systematic Review», *Sensors*, 2021.
- [114] P. Schmidt, A. Reiss, R. Duerichen, C. Marberger y K. Van Laerhoven, «Introducing WE-SAD, a Multimodal Dataset for Wearable Stress and Affect Detection», *ICMI'18*, oct. de 2018.
- [115] M. Parent, I. Albuquerque, A. Tiwari et al., «PASS: A Multimodal Database of Physical Activity and Stress for Mobile Passive Body/ Brain-Computer Interface Research», English, *Frontiers in Neuroscience*, vol. 14, dic. de 2020, Publisher: Frontiers, ISSN: 1662-453X. doi: [10.3389/fnins.2020.542934](https://doi.org/10.3389/fnins.2020.542934). dirección: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2020.542934/full> (visitado 01-07-2024).
- [116] M. Boukhechba, A. R. Daros, K. Fua, P. I. Chow, B. A. Teachman y L. E. Barnes, «DemonicSalmon: Monitoring mental health and social interactions of college students using smartphones», *Smart Health*, 9-10, 2018.
- [117] W. Rui, C. Fanglin, C. Zhenyu et al., «StudentLife: Assessing Mental Health, Academic Performance and Behavioral Trends of College Students using Smartphones», *Ubicomp*, 2014.
- [118] Android, *Bienestar Digital*, es. dirección: https://www.android.com/intl/es_es/digital-wellbeing/ (visitado 29-06-2024).
- [119] A. Newsroom, *Apple proporciona información muy valiosa sobre nuevas áreas de salud*, es-ES, jun. de 2023. dirección: <https://www.apple.com/es/newsroom/2023/06/apple-provides-powerful-insights-into-new-areas-of-health/> (visitado 29-06-2024).
- [120] P. G. Bejerano, *El lado oscuro de las apps de salud mental: así maltratan la privacidad de sus usuarios*, es, Section: Tecnología, ago. de 2023. dirección: <https://elpais.com/tecnologia/2023-08-15/el-lado-oscuro-de-las-apps-de-salud-mental asi-maltratan-la-privacidad-de-sus-usuarios.html> (visitado 29-06-2024).
- [121] G. V. Research, *Mental Health Apps Market Size, Share & Trends Analysis Report By Platform (Android, iOS), By Application (Meditation Management, Stress Management), By Region, And Segment Forecasts, 2024 - 2030*, en. dirección: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mental-health-apps-market-report> (visitado 29-06-2024).

- [122] L. Modglin y L. Henderson, *5 Best Mental Health Apps To Try In 2024*, en-US, Section: Mind, jul. de 2023. dirección: <https://www.forbes.com/health/mind/best-mental-health-apps/> (visitado 29-06-2024).
- [123] J. Pepinosa, *Cinco aplicaciones para proteger tu salud mental*, oct. de 2023. dirección: <https://www.infobae.com/tecnologia/2023/10/10/las-5-mejores-aplicaciones-para-proteger-tu-salud-mental/> (visitado 29-06-2024).
- [124] P. Garcia Santos, *El 'boom' de las apps de salud mental en el móvil: ¿herramienta útil o el 'psicólogo de los pobres'?*, es, Section: Salud, jul. de 2023. dirección: https://www.elespanol.com/ciencia/salud/20230702/boom-apps-salud-mental-movil-herramienta-util-psicologo-pobres/775172641_0.html (visitado 29-06-2024).
- [125] J. M. Marshall, D. A. Dunstan y W. Bartik, «The Digital Psychiatrist: In Search of Evidence-Based Apps for Anxiety and Depression», English, *Frontiers in Psychiatry*, vol. 10, nov. de 2019, Publisher: Frontiers, ISSN: 1664-0640. doi: [10.3389/fpsyg.2019.00831](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00831). dirección: <https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsyg.2019.00831/full> (visitado 29-06-2024).
- [126] M. Foundation, **Privacidad no incluida: una guía del comprador para productos conectados*, es. dirección: <https://foundation.mozilla.org/es/privacynotincluded/> (visitado 29-06-2024).
- [127] J. García, *Electrocardiograma en un smartwatch, ¿funciona de verdad?*, es, jun. de 2024. dirección: <https://hardzone.es/noticias/equipos/electrocardiograma-fiable-smartwatch/> (visitado 01-07-2024).
- [128] S. Universidades, *Metodologías de desarrollo de software: ¿qué son?*, es, dic. de 2020. dirección: <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/metodologias-desarrollo-software.html> (visitado 25-06-2024).
- [129] I. Sommerville, *Software engineering*, 9^a ed. 2011, ISBN: 978-0-13-703515-1.
- [130] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7^a ed. 2005, ISBN: 978-0-07-337597-7.
- [131] V. autores, *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*, 2001. dirección: <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html> (visitado 25-06-2024).
- [132] Valtx, *Metodologías de desarrollo de software: ¿Qué son y para qué sirven?*, es, Section: Software Factory, abr. de 2023. dirección: <https://www.valtx.pe/blog/metodologias-para-el-desarrollo-de-software-que-son-y-para-que-sirven> (visitado 25-06-2024).

- [133] pzt, *Metodologías de desarrollo de software: ¿En qué consisten?* - PZT, es-ES, Section: Marketing Digital. dirección: <https://pzt.es/metodologias-de-desarrollo-de-software/> (visitado 25-06-2024).
- [134] Atlassian, *¿Qué es un tablero kanban?*, es. dirección: <https://www.atlassian.com/es/agile/kanban/boards> (visitado 25-06-2024).
- [135] A. Stsepanets, *Método Kanban para una mejor gestión de flujo de trabajo*, es, Section: blog-home-es, mar. de 2024. dirección: <https://blog.ganttpro.com/es/metodo-kanban-para-mejorar-el-flujo-de-trabajo/> (visitado 25-06-2024).
- [136] «IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications», *IEEE Std 830-1998*, págs. 1-40, oct. de 1998, Conference Name: IEEE Std 830-1998. doi: [10.1109/IEEESTD.1998.88286](https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1998.88286). dirección: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574> (visitado 06-07-2024).
- [137] K. Wiegers y J. Beatty, *Software Requirements (Developer Best Practices)*, 3^a ed. Microsoft Press, 2013.
- [138] P. O. of the European Union, *Reglamento general de protección de datos (RGPD) / EUR-Lex*, en, Doc ID: 310401_2 Doc Sector: other Doc Title: General data protection regulation (GDPR) Doc Type: other Usr_lan: en. dirección: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/general-data-protection-regulation-gdpr.html> (visitado 02-06-2024).
- [139] Google, *Preguntas frecuentes sobre los requisitos de la política de Salud conectada - Ayuda de Play Console*. dirección: <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/12991134?hl=es#zippy=%2Ccu%C3%A1les-son-las-directrices-de-interfaz-de-usuario-para-los-permisos-de-salud-conectada-y-las-solicitudes-de-datos> (visitado 02-06-2024).
- [140] M. Marco Pinar, «Desarrollo de un sistema software para la monitorización del bienestar emocional», spa, Trabajo Fin de Máster, E.T.S.I de Sistemas Informáticos (UPM), ene. de 2024. dirección: <https://oa.upm.es/79778/> (visitado 08-07-2024).
- [141] Mathew, *Why your Push Notifications never see the light of day*, en, oct. de 2017. dirección: <https://www.freecodecamp.org/news/why-your-push-notifications-never-see-the-light-of-day-3fa297520793/> (visitado 04-07-2024).
- [142] A. P. Tracker, *Chinese OEMs constantly violating Android compliance [122098785] - Issue Tracker*. dirección: <https://issuetracker.google.com/issues/122098785?pli=1> (visitado 04-07-2024).

- [143] A. P. Tracker, *Request: Don't let manufacturers to ruin how apps start themselves [123653024]* - Issue Tracker. dirección: <https://issuetracker.google.com/issues/123653024> (visitado 04-07-2024).
- [144] Cylon999, *Workmanager reliability for periodic tasks on Chinese roms (Xiaomi, Huawei, and so on)*. Reddit Post, oct. de 2018. dirección: www.reddit.com/r/androiddev/comments/9ra0iq/workmanager_reliability_for_periodic_tasks_on/ (visitado 04-07-2024).
- [145] Manohar, *Is there any way to run service continuously?*, Forum post, ene. de 2020. dirección: <https://stackoverflow.com/q/54399485> (visitado 04-07-2024).
- [146] A. Shukla, *Work Manager on chinese ROMs like Xiaomi and oppo, when under battery optimization, increase the scheduled delay of work by several hours*, Forum post, mayo de 2021. dirección: <https://stackoverflow.com/q/59906497> (visitado 04-07-2024).
- [147] D. kill my app!, *Our mission*, en. dirección: <https://dontkillmyapp.com/problem> (visitado 04-07-2024).
- [148] jauwaadshams, *Heart Rate Sync with Google Health Connect - Samsung Health*, en, Section: Samsung Health, mar. de 2023. dirección: <https://forum.developer.samsung.com/t/heart-rate-sync-with-google-health-connect/24632> (visitado 04-07-2024).
- [149] ste1603137554, *Samsung Health not writing steps to Health Connect? - Samsung Health*, en, Section: Samsung Health, nov. de 2022. dirección: <https://forum.developer.samsung.com/t/samsung-health-not-writing-steps-to-health-connect/23284> (visitado 04-07-2024).
- [150] muzzas, *Samsung Health not connecting to Health Connect anymore*, Reddit Post, sep. de 2023. dirección: www.reddit.com/r/android_beta/comments/1674fmp/samsung_health_not_connecting_to_health_connect/ (visitado 04-07-2024).
- [151] A. Developers, *Migrate Health Connect from Android 13 (APK) to Android 14 (framework) / Android health & fitness*, en. dirección: <https://developer.android.com/health-and-fitness/guides/health-connect/migrate/migrate-from-android-13-to-14> (visitado 04-07-2024).
- [152] M. D. 3, *Date pickers – Material Design 3*. dirección: <https://m3.material.io/components/date-pickers/overview> (visitado 04-07-2024).
- [153] *Dopamina y recompensa: la historia de las redes sociales*, es, ene. de 2022. dirección: <https://psiquiatria.com/adicciones/dopamina-y-recompensa-la-historia-de-las-redes-sociales/> (visitado 04-07-2024).

- [154] D. C. M. Gil, *¿Qué es la dopamina y qué es la serotonina?*, es, dic. de 2023. dirección: <https://www.salud.mapfre.es/enfermedades/neurologicas/dopamina-y-serotonina/> (visitado 04-07-2024).
- [155] INA, *El impacto de las redes sociales en nuestro cerebro*, es, dic. de 2023. dirección: <https://www.neurocienciasaplicadas.org/post/el-impacto-de-las-redes-sociales-en-nuestro-cerebro> (visitado 04-07-2024).
- [156] M. A. Alconchel, *Prohibir el "scroll infinito": la nueva medida del Parlamento Europeo para evitar las adicciones tecnológicas*, es, dic. de 2023. dirección: <https://conflegal.com/20231214-prohibir-el-scroll-infinito-la-nueva-medida-del-parlamento-europeo-para-evitar-las-adicciones-tecnologicas/> (visitado 04-07-2024).
- [157] C. y. A. 2. Ministerio de Derechos Sociales, *Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030 - El Ministerio de Consumo prohíbe el acceso de menores a las "cajas botín" de los videojuegos para evitar conductas adictivas*, es, jun. de 2024. dirección: <https://www.mdsociales2030.gob.es/index.htm> (visitado 04-07-2024).
- [158] D. García, *España da un paso histórico contra los gachas y loot boxes: se podría prohibir su venta a menores muy pronto*, es, jun. de 2024. dirección: <https://www.lavanguardia.com/andro4all/juegos/golpe-a-los-gachas-y-a-las-loot-boxes-en-espana-se-prohibira-su-venta-a-menores-muy-pronto> (visitado 04-07-2024).
- [159] E. Pérez, *La demanda de electricidad está creciendo tanto con la IA que la Agencia Internacional de la Energía ha convocado una cumbre mundial*, es, Section: energia, jun. de 2024. dirección: <https://www.xataka.com/energia/demanda-electricidad-esta-creciendo-ia-que-agencia-internacional-energia-ha-convocado-cumbre-mundial> (visitado 04-07-2024).
- [160] P. Gijón, *La inteligencia artificial devora energía*, es, Section: Noticias, feb. de 2024. dirección: https://www.ondacero.es/noticias/economia/inteligencia-artificial-devora-energia_2024022365d8dd37344c980001b98816.html (visitado 04-07-2024).
- [161] Redacción, *La Inteligencia Artificial puede llegar a consumir tanta electricidad como un país*, es, oct. de 2023. dirección: <https://elperiodicodelaenergia.com/inteligencia-artificial-puede-llegar-consumir-electricidad-pais/> (visitado 04-07-2024).
- [162] U. Gupta, *Null Values Imputation (All Methods) / Kaggle*, en. dirección: <https://www.kaggle.com/discussions/general/a> (visitado 29-06-2023).
- [163] U. M. H. de Elche, *Actividad Electro-Dérmica (EDA) / Red Iberoamericana de Tecnologías Aplicadas a la Diabetes*, 2023. dirección: <https://ritadiab.umh.es/eda/> (visitado 30-06-2024).

- [164] M. Rodríguez Mañero, *Electrocardiograma*, es-es. dirección: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/metodos-diagnosticos/electrocardiograma.html> (visitado 30-06-2024).
- [165] A. Iranzo de Riquer, *Electroencefalograma / ¿Qué es un electroencefalograma / PortalCLÍNIC*, es, abr. de 2022. dirección: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/pruebas-y-procedimientos/electroencefalograma> (visitado 30-06-2024).
- [166] I. Muse, *HCT - ColorAide Documentation*. dirección: <https://facelessuser.github.io/coloraide/colors/hct/> (visitado 08-07-2024).
- [167] J. O'Leary, C. Scientist, Platforms y Ecosystems, *The Science of Color & Design*, en. dirección: <https://m3.material.io/blog/science-of-color-design> (visitado 08-07-2024).
- [168] RAE, *Definición de smartphone - Diccionario panhispánico del español jurídico - RAE*, es. dirección: <https://dpej.rae.es/lema/smartphone> (visitado 01-07-2024).
- [169] A. vital sport, *Qué es la variabilidad de frecuencia cardíaca y su interpretación*, es, oct. de 2023. dirección: <https://aptavs.com/articulos/variabilidad-de-la-frecuencia-cardiaca-e-intervalos-rr> (visitado 30-06-2024).
- [170] J. B. Vázquez, *PFC: Determinación de estados emocionales durante el uso de BCI mediante señales fisiológicas*, es, 2012. dirección: https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproj/12096/fichero/Volumen_I%252F3.Reconocimiento+de+estados+emocionales.pdf (visitado 30-06-2024).

Glosario

A

Actividad electrodérmica: Se puede definir de forma muy simplificada como “*los cambios en la conductancia eléctrica de la piel, debidos a diferentes estímulos y señales*” [163]. [40](#)

AES *Advanced Encryption Standard.* [70](#), [146](#)

AGPL *GNU Affero General Public License.* [38](#)

AOSP *Android Open Source Project.* [22](#), [26](#)

APA *American Psychiatric Association.* [11](#), [15](#), [16](#), [19](#)

API *Application Programming Interface.* [27](#), [37](#), [109](#), [110](#), [146](#), [147](#), [179](#), [188](#), [190](#)

APK *Android Application Package.* [121](#)

B

Boilerplate: Término inglés que se utiliza para describir al código que se mantiene igual en todos los lugares donde se utiliza. [25](#), [33](#)

BSON *Binary JSON.* [38](#)

C

CNMC Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. [25](#)

Comorbilidad: Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona. [17](#)

D

DAO *Data Access Object.* [33](#)

Dataset: Extranjerismo del inglés, que puede traducirse como *conjunto organizado de datos*; los cuales son utilizados para realizar análisis de datos o entrenar modelos de aprendizaje automático, entre otras aplicaciones. Dichos conjuntos de datos no tienen por qué estar limitados en cuanto a su naturaleza, pudiendo ser por ejemplo registros de datos, fotografías o archivos de audio. [40](#), [41](#), [45](#), [47](#)

E

Electrocardiograma: Prueba que “*registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido cardiaco. Esta actividad eléctrica se registra desde la superficie corporal del paciente y se dibuja en un papel mediante una representación gráfica o trazado, donde se observan diferentes ondas que representan los estímulos eléctricos de las aurículas y los ventrículos*” [164]. [21](#), [40](#), [46](#), [187](#)

Electroencefalograma: Prueba que “*evalúa la actividad eléctrica de las células nerviosas (neuronas) que están situadas en la corteza cerebral (tejido nervioso que recubre el cerebro). Es una prueba neurofisiológica que evalúa y mide la función de las neuronas desde el punto de vista eléctrico, mediante electrodos que se colocan en el cuero cabelludo de una persona*” [165]. [40](#)

ERS Especificación de Requisitos Software. [53](#), [54](#)

ETSI SI Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos. [2](#), [72](#), [109](#), [117](#), [147](#), [184–186](#), [188–190](#)

F

Framework: Extranjerismo del inglés, que puede traducirse como *marco de trabajo*, utilizado para definir un componente software que actúa como base para desarrollar nuevo software a partir de él, proporcionando herramientas y componentes reutilizables. [22](#), [37](#), [46](#), [57](#), [72](#), [74](#), [108](#), [179](#), [180](#), [211](#)

G

GCM *Galois/Counter Mode.* [70](#)

GIF *Graphics Interchange Format.* [34](#)

GMS *Google Mobile Services.* [22](#), [26](#)

H

HTTP *Hypertext Transfer Protocol.* [37](#), [146](#)

HTTPS *Hypertext Transfer Protocol Secure.* [190](#)

I

IEA Agencia Internacional de la Energía. [186](#)

IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers.* [3](#)

ISS Ingeniería del Software de Sistemas. [2](#), [3](#), [47](#), [178](#), [188](#)

J

JSON *JavaScript Object Notation.* [34](#), [37](#), [38](#), [113](#), [209](#)

JVM *Java Virtual Machine.* [25](#)

M

Medición invasiva: Simplificadamente, se puede considerar como medición invasiva a aquella medición realizada con un sensor insertado dentro del cuerpo o del medio de estudio. Este tipo de sensorización puede proporcionar datos más precisos y fiables, si bien pueden provocar riesgo de infecciones y/o incomodidad o dolor para el paciente. En un contexto médico, dicha penetración puede realizarse mediante la inserción de agujas, sondas, catéteres u otros dispositivos. [40](#), [44](#)

Medición no invasiva: Simplificadamente, se puede considerar como medición no invasiva a aquella medición realizada con un sensor no insertado dentro del cuerpo o del medio de estudio, sin perturbar al cuerpo u objeto. Si bien la fiabilidad y precisión inferior suele ser inferior respecto a un procedimiento invasivo, resulta más fácil de implementar, sin riesgos de daño o incomodidad para el usuario. En un contexto informático, se pueden ejemplificar estas mediciones con los dispositivos *wearables*. [40](#), [45](#), [187](#)

Microframework: Término derivado de *framework*, utilizándose para denominar a aquellos *framework* minimalistas, que normalmente se preocupan de resolver una única necesidad; lo que les permite destacar por su ligereza. [37](#), [147](#)

O

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible. [183](#), [186](#)

OMS Organización Mundial de la Salud. [1](#), [7](#), [11](#), [13](#), [14](#), [16–18](#)

Open source: Término inglés que se puede traducir como *código abierto*, el cual hace referencia a un modelo de desarrollo basado en la colaboración abierta, haciendo especial hincapié en el acceso al código fuente y la libertad de modificación del mismo, sin implicar necesariamente la gratuitidad del mismo. [26](#), [34](#), [35](#)

P

Payload: Término inglés que se puede traducir como *carga útil*, equivaliendo al conjunto de datos transmitidos tras excluir toda la información de cabeceras o control necesaria para entregar el mensaje.. [147](#)

PHQ *Patient Health Questionnaire.* [16](#)

PSS *Perceived Stress Scale.* [13](#)

R

Responsive: Extranjerismo del inglés, que puede traducirse como *adaptable*, que en un contexto informático hace referencia a la capacidad de una interfaz de usuario para ser accesible y usable en cualquier dispositivo. En ese proyecto específicamente, se puede entender como la adaptabilidad de la interfaz gráfica para los diferentes tamaños de las pantallas de los dispositivos compatibles, y sus posibles orientaciones (horizontal o vertical). [3](#), [70](#), [178](#), [182](#), [188](#)

RGPD Reglamento General de Protección de Datos. [70](#), [190](#)

S

SDK Siglas en inglés de *Software Development Kit* o *conjunto de herramientas software* en español. Como su nombre indica, se trata de un kit de componentes software, utilizados para interactuar con un dispositivo electrónico. Normalmente estas herramientas son proporcionadas por el propio fabricante del dispositivo, y se suele utilizar para el desarrollo de soluciones software que o bien sean compatibles con dicho dispositivo o interactúen con él de alguna manera.. [28](#), [55](#), [179](#)

SGBD Sistema Gestor de Base de Datos. [33](#), [38](#), [72](#), [113](#)

Sistema de colores HCT: Se trata de un esquema de representación (o espacio) de colores creado por Google, siendo HCT el acrónimo de los tres canales utilizados: *Hue* o Matiz en Español,

Chroma o Saturación en Español, y *Tone* o Tono en Español. El matiz representa el color específico, la saturación intensidad o la pureza del color y el tono puede entenderse como una combinación de brillo y contraste. Este modelo ofrece una representación más ajustada a la percepción humana del color y se utiliza en aplicaciones donde esta cuestión es importante, como en el diseño gráfico. El lector puede profundizar más sobre este sistema en [166] y [167].¹¹⁷

Smartphone: Según el *diccionario panhispánico del español jurídico*, se trata de un “terminal móvil que ofrece servicios avanzados de comunicaciones (acceso a internet y correo electrónico), así como servicios de agenda y organizador personal con un mayor grado de conectividad que un terminal móvil convencional” [168].^{21, 22, 40, 41, 44, 46, 56, 57, 179, 184}

SQL *Structured Query Language.*^{33, 38}

SSH *Secure Shell.*¹⁴⁷

SSL *Secure Sockets Layer.*¹⁹⁰

SVG *Scalable Vector Graphics.*³⁴

SysML *System Modeling Language.*³

T

TDAH Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad.¹⁴

TFM Trabajo Fin de Máster.^{2, 22, 26, 34, 35, 37, 39, 44, 46, 53, 55, 120, 137, 139, 178, 179, 187, 188}

TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.^{184, 189}

U

UCLA *University of California, Los Angeles.*¹⁹

V

Variabilidad de la frecuencia cardíaca: Simplificadamente, se puede entender como la “variación de la frecuencia de los latidos del corazón durante un intervalo de tiempo determinado” [169], Actualmente se puede medir mediante pulsómetros, los cuales se pueden encontrar en los *wearables* más conocidos.^{20, 40, 113, 187}

Volumen de pulso sanguíneo: Este concepto hace referencia a “*los cambios relativos de volumen sanguíneo en la venas del dedo índice. Esta medición indica la cantidad de sangre que circula actualmente a través de las venas, lo cual permite calcular la vasoconstricción, la dilatación vascular, la frecuencia cardíaca y la hipovolemia. Si los niveles de volumen de pulso sanguíneo o de vasoconstricción son altos se puede estar en estados de furia o estrés, si los valores se reducen, se puede estar en estado de relajación o tristeza*” [170]. 40

W

W3C World Wide Web Consortium. 30, 71

WCAG Web Content Accessibility Guidelines. 30, 71, 188

Wearable: Tipo de dispositivo electrónico, el cual se caracteriza por estar colocado o *vestido* en alguna parte del cuerpo humano; siendo los más conocidos los relojes inteligentes y pulseras de actividad. El lector puede encontrar en la Sección 2.2.1 una introducción más detallada a estos dispositivos y su uso en el contexto de este proyecto. 2, 3, 8, 21, 22, 26, 40, 46, 54–57, 64, 65, 70, 72, 76, 78, 79, 108–110, 113, 155, 174, 175, 177, 179, 185, 187, 188, 211, 213

Widget: En el contexto de Android, se puede entender como elementos de la pantalla de inicio del dispositivo configurables por el usuario que permiten ver información relativa a una aplicación desde la propia ventana de inicio, sin necesidad de acceder a la aplicación. 42

X

XML eXtensible Markup Language. 29, 30

A.

Cuestionarios para el seguimiento diario

A.1 Inicio del día

A.1.1 Estrés

1. Me siento nervioso/a
2. Me siento angustiado/a
3. Me siento activo/a
4. Estoy preocupado/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.1.2 Depresión

1. Me siento triste
2. Me siento vacío/a
3. Me siento apático/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.1.3 Soledad

1. Me siento solo/a
2. Me siento incomprendido/a
3. Me siento exclusivo/a
4. Me siento poco ayudado/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.1.4 Suicidio

1. Tengo pensamientos de suicidio
2. En los últimos días, ¿has pensado seriamente en suicidarte?
3. ¿Existe alguna posibilidad de que pienses acabar con tu vida hoy o en los próximos días?

Las posibles respuestas a cada pregunta es sí o no.

A.2 Final del día

A.2.1 Estrés

1. Me he sentido nervioso/a
2. Me he sentido angustiado/a
3. Me he sentido activo/a
4. He estado preocupado/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.2.2 Depresión

1. Me he sentido triste
2. Me he sentido vacío/a
3. Me he sentido apático/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.2.3 Soledad

1. Me he sentido solo/a
2. Me he sentido incomprendido/a
3. Me he sentido exclusivo/a
4. Me he sentido poco ayudado/a

La respuesta a cada pregunta es un número entero en la escala de 0 a 10.

A.2.4 Suicidio

1. He tenido pensamientos de suicidio
2. En el día de hoy, ¿has pensado seriamente en suicidarte?
3. ¿Existe alguna posibilidad de que pienses acabar con tu vida hoy o en los próximos días?

Las posibles respuestas a cada pregunta es sí o no.

A.2.5 Contraste

1. ¿Has experimentado cambios en el apetito?

Posibles respuestas:

- Excesivamente alto
- Adecuado

- Excesivamente bajo
2. ¿Con cuánta energía te has notado?

Posibles respuestas:

- Alta
- Moderada
- Baja

3. ¿Cuál ha sido tu nivel de descanso?

Posibles respuestas:

- Satisfactorio
- Moderado
- Insuficiente

4. Tu nivel de concentración ha sido...

Posibles respuestas:

- Satisfactorio
- Adecuado
- Insuficiente

5. ¿Cuál ha sido tu nivel de libido?

Posibles respuestas:

- Satisfactorio
- Adecuado
- Insuficiente

6. ¿Cómo te has encontrado a nivel de dolor?

Posibles respuestas:

- Sin dolor
- Dolor moderado
- Dolor alto

B. Cuestionarios puntuales

B.1 Estrés (PSS 10)

1. ¿Con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?
2. ¿Con qué frecuencia se ha sentido incapaz de controlar las cosas importantes en su vida?
3. ¿Con qué frecuencia se ha sentido nervioso o estresado?
4. ¿Con qué frecuencia ha estado seguro sobre su capacidad para manejar sus problemas personales?
5. ¿Con qué frecuencia ha sentido que las cosas le van bien?
6. ¿Con qué frecuencia ha sentido que no podía afrontar todas las cosas que tenía que hacer?
7. ¿Con qué frecuencia ha podido controlar las dificultades de su vida?
8. ¿Con qué frecuencia se ha sentido que tenía todo bajo control?
9. ¿Con qué frecuencia ha estado enfadado porque las cosas que le han ocurrido estaban fuera de su control?
10. ¿Con qué frecuencia ha sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puede superarlas?

Las preguntas 4, 5, 7 y 8 siguen el esquema de puntuación invertida.

Por otra parte, la respuesta a cada pregunta es una de las siguientes opciones:

- Nunca
 - Puntuación por defecto: 0

- Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 4
- Casi nunca
 - Puntuación por defecto: 1
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 3
- De vez en cuando
 - Puntuación por defecto: 2
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 2
- A menudo
 - Puntuación por defecto: 3
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 1
- Muy a menudo
 - Puntuación por defecto: 4
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 0

Por último, en cuanto a las puntuaciones, se disponen de los siguientes valores:

- Puntuación mínima: 0
- Puntuación máxima: 40
- Posibles niveles:
 - Nivel bajo entre 0 y 43 puntos.
 - Nivel medio entre 14 y 26 puntos.
 - Nivel alto entre 27 y 40 puntos.

B.2 Depresión (PHQ 9)

1. Poco interés o placer en hacer cosas
2. Se ha sentido decaído(a), deprimido(a) o sin esperanzas
3. Ha tenido dificultad para quedarse o permanecer dormido(a), o ha dormido demasiado
4. Se ha sentido cansado(a) o con poca energía
5. Sin apetito o ha comido en exceso

6. Se ha sentido mal con usted mismo(a) – o que es un fracaso o que ha quedado mal con usted mismo(a) o con su familia
7. Ha tenido dificultad para concentrarse en ciertas actividades, tales como leer el periódico o ver la televisión
8. ¿Se ha movido o hablado tan lento que otras personas podrían haberlo notado? o lo contrario – muy inquieto(a) o agitado(a) que ha estado moviéndose mucho más de lo normal
9. Pensamientos de que estaría mejor muerto(a) o de lastimarse de alguna manera

Por otra parte, la respuesta a cada pregunta es una de las siguientes opciones:

- Nunca
 - Puntuación: 0
- Alguna vez
 - Puntuación: 1
- De vez en cuando
 - Puntuación: 2
- A menudo
 - Puntuación: 3

Por último, en cuanto a las puntuaciones, se disponen de los siguientes valores:

- Puntuación mínima: 0
- Puntuación máxima: 27
- Posibles niveles:
 - Nivel mínimo entre 0 y 4 puntos.
 - Nivel leve entre 5 y 9 puntos.
 - Nivel moderado entre 10 y 14 puntos.
 - Nivel moderadamente severo entre 15 y 19 puntos.
 - Nivel severo entre 20 y 27 puntos.

B.3 Soledad (UCLA 20)

1. Sintonizo (me llevo bien) con la gente que me rodea
2. Me falta compañía
3. No tengo a nadie con quien yo pueda contar
4. Me siento solo/a
5. Me siento parte de un grupo de amigos/as
6. Tengo muchas cosas en común con la gente que me rodea
7. No tengo confianza con nadie
8. Mis intereses e ideas no son compartidos por las personas que me rodean
9. Soy una persona abierta (extrovertida)
10. Me siento cercano/a de algunas personas
11. Me siento excluido/a, olvidado/a por los demás
12. Mis relaciones sociales son superficiales
13. Pienso que realmente nadie me conoce bien
14. Me siento aislado/a de los demás
15. Puedo encontrar compañía cuando lo necesito
16. Hay personas que realmente me comprenden
17. Me siento infeliz de estar tan aislado/a
18. La gente está a mi alrededor pero no siento que esté conmigo
19. Hay personas con las que puedo charlar y comunicarme
20. Hay personas a las que puedo recurrir

Las preguntas 1, 5, 6, 9, 10, 15, 16, 19 y 20 siguen el esquema de puntuación invertida.

Por otra parte, la respuesta a cada pregunta es una de las siguientes opciones:

- Nunca
 - Puntuación por defecto: 1
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 4
- Alguna vez
 - Puntuación por defecto: 2
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 3
- De vez en cuando
 - Puntuación por defecto: 3
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 2
- A menudo
 - Puntuación por defecto: 4
 - Puntuación en las preguntas de puntuación invertida: 1

Por último, en cuanto a las puntuaciones, se disponen de los siguientes valores:

- Puntuación mínima: 20
- Puntuación máxima: 80
- Posibles niveles:
 - Nivel bajo entre 20 y 40 puntos.
 - Nivel medio entre 41 y 60 puntos.
 - Nivel alto entre 61 y 80 puntos.

C.

Recomendaciones

C.1 Estrés

C.1.1 Bajo

Estupendo, sigue así.

C.1.2 Moderado

Pauta 1

Hemos percibido que estás experimentando niveles moderados de ansiedad o estrés. Por ello, te recomendamos que planifiques un espacio en el día de hoy para hacer ejercicio físico.

El ejercicio físico puede disminuir el estrés por varias razones:

- Liberación de endorfinas: Durante el ejercicio, el cuerpo libera endorfinas, que son hormonas que actúan como analgésicos naturales y generan sensaciones de bienestar.
- Reducción de la hormona del estrés: El ejercicio regular puede disminuir los niveles de cortisol, la hormona del estrés.
- Mejora del sueño: El ejercicio regular puede promover un sueño más profundo y reparador.
- Distacción y enfoque: Participar en actividades físicas puede distraer la mente de las preocupaciones y tensiones diarias. Cuando te concentras en el ejercicio, tu mente se enfoca en la actividad física en lugar de en los problemas, lo que puede ayudar a reducir el estrés y proporcionar un descanso mental.

- Aumento de la confianza y la autoestima: El ejercicio regular puede ayudar a mejorar la confianza y la autoestima. Al establecer metas y lograr objetivos en el ámbito del ejercicio, puedes desarrollar una mayor sensación de logro y fortaleza personal. Esto puede ayudar a reducir el estrés al proporcionar una sensación de control y empoderamiento sobre tu vida.

Pauta 2

En caso de que no dispongas de mucho tiempo, te proponemos una serie de alternativas.

- Trata de buscar un momento para ti, libre de estímulos estresantes. Puedes salir a dar un pequeño paseo, darte una ducha relajante, poner música y centrarte en escucharla durante unos minutos, practica unos estiramientos corporales... El objetivo es rebajar de forma rápida los niveles de ansiedad para poder retomar las tareas desde un estado emocional más adecuado.
- Trata de eliminar algunos estímulos que puedan estar aumentando tu ansiedad: apaga el móvil a partir de determinada hora en la noche para tener unas horas libres de notificaciones antes de dormir, ponte unos cascos con música relajante para no escuchar el ruido de alrededor, si tienes pendiente tomar una decisión o discutir algo con alguien, aplázalo durante unas horas o días y permítete posponer los pensamientos al respecto, etc. El objetivo es eliminar los estímulos que están produciendo estrés para poder rebajar los niveles de ansiedad y así enfrentarnos de forma más adecuada a nuestros problemas o dificultades.

C.1.3 Alto

Te proponemos que realices un ejercicio de respiración abdominal.

El objetivo de esta técnica es regular la respiración y, en consecuencia, disminuir la respuesta de activación fisiológica y la sensación de ansiedad.

Para ello, trata de llevar el aire hasta tu abdomen en cada inspiración para llenar tus pulmones en profundidad. Visualmente, deberías observar cómo tu tripa se hincha al llenarse de aire. Al expulsar el aire durante la espiración, el abdomen debería retornar a su posición habitual. Evita mover el pecho, los hombros o las clavículas, pues esto indica que el aire está llegando únicamente a la parte superior de los pulmones.

Inhala durante la ascensión de la curva y exhala durante el descenso. Trata de no hacerlo de forma demasiado profunda. Puedes repetirte mentalmente una palabra como calma o relax, puedes ima-

ginar que estás en un lugar tranquilo, o centrar tu atención en cómo el aire entra y sale y cómo la tensión se escapa con cada exhalación.

C.2 Depresión

C.2.1 Baja

Estupendo, sigue así.

C.2.2 Moderada

Te proponemos que incluyas en tu día de hoy alguna actividad agradable o placentera.

Es posible que sientas que no tienes ganas o energía para hacerlas o, incluso, que aunque las hagas no lo disfrutarás. No obstante, es importante que entiendas que “las ganas se hacen”.

Esto significa que cuando nuestro estado de ánimo está un poquito bajo, si esperamos a experimentar ganas para hacer las cosas, probablemente nunca las hagamos. Esto a su vez hará que nuestro estado de ánimo disminuya todavía más, y entremos en un círculo vicioso en el que no haremos nada porque no tenemos ganas porque estamos tristes, y como no hacemos nada estaremos aún más tristes.

Para no caer en esta problemática te sugerimos que realices alguna actividad agradable, que no sea muy costosa y que te permita sentirte mejor. Pueden ser actividades que hagas tú solo/a o acompañado/a.

Aquí te dejamos algunas sugerencias.

- Dar un paseo al aire libre.
- Ir a comprar al supermercado y cocinar una receta que te guste.
- Ver una serie o película que te apetezca.
- Quedar con un amigo/a tomar algo o pasear.
- Leer un libro, escuchar música, dibujar...

C.2.3 Alta

Te sugerimos que busques apoyo en las personas de tu alrededor.

Es muy beneficioso que puedas expresar cómo te estás sintiendo a otras personas. El mero hecho de contar lo supondrá un desahogo emocional que te hará sentirte mejor.

Además, las personas que te escuchen podrán comprender por lo que estás pasando y mostrar su empatía y apoyo. Es posible también que puedan tratar de ayudarte u ofrecerte consejos.

Para que todo vaya bien, trata de elegir a la persona adecuada en el momento adecuado. Busca a una persona que se encuentre bien, que no esté muy estresada u ocupada, que te haya mostrado su afecto en alguna ocasión...

Si necesitas desahogarte con frecuencia, trata de hacerlo con diferentes personas y no focalizarte solo en una, ya que prestar apoyo emocional en ocasiones puede resultar algo cansado.

Por último, ten cuidado de no caer en la queja: comunica tus emociones tratando de buscar soluciones y formas de sentirte mejor, en lugar de anclarte en el problema que ha sucedido.

C.3 Soledad

C.3.1 Baja

Estupendo, sigue así.

C.3.2 Moderada

Te sugerimos que busques apoyo en las personas de tu alrededor.

Es posible que consideres que no tienes a nadie con quién hablar. Sin embargo, si lo intentas, seguro que puedes encontrar personas deseosas de conversar contigo.

Busca a tu alrededor: un vecino con quien hayas tenido contacto, el camarero del bar o el restaurante al que vas en ocasiones, un compañero de trabajo... Puedes tratar de entablar una conversación preguntándoles cómo se encuentran y comentando cosas sobre el ambiente (el tiempo, los precios, los horarios, etc.).

Después, puedes intentar contar alguna anécdota o experiencia personal reciente. Por ejemplo, un programa de TV que te haya gustado, algo curioso que hayas visto recientemente en redes sociales, un plan al que tengas ganas de asistir o que hayas disfrutado si ya lo has hecho, etc.

Poco a poco, podrás progresar en la conversación y hablar más a menudo con estas personas.

C.3.3 Alta

Te recomendamos que llames a Cruz Roja Te Escucha (900 107 917).

Cruz Roja te escucha es una iniciativa que trata de ofrecer acompañamiento y apoyo a personas que se encuentran en una situación de soledad no deseada.

Podrán facilitarte pautas para sentirte mejor y ofrecerte recursos en tu localidad que puedan servirte de apoyo.

Puedes contactar en el 900 107 917, de lunes a jueves laborales de 10h a 14h y de 16h a 20h (una hora menos en Canarias) y los viernes laborables de 10 a 14h (una hora menos en Canarias). La llamada es gratuita y confidencial.

C.4 Riesgo de suicidio

C.4.1 Bajo

Estupendo, sigue así.

C.4.2 Moderado

Recuerda que, si en algún momento tienes pensamientos relacionados con el suicidio, es importante que pidas ayuda.

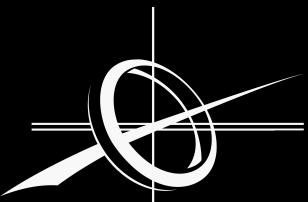
C.4.3 Alto

Por lo que nos has contado, creemos que el riesgo de que puedas hacerte daño o de que acabes con tu vida es alto.

Por favor, acude cuanto antes a un servicio de emergencias o llama a los teléfonos 112 o 024.

Allí encontrarás personas que podrán comprender cómo te sientes y ayudarte a sentirte mejor.

Recuerda que el suicidio es la única opción que no tiene vuelta atrás. Trata de agotar otras posibles soluciones y pide ayuda para conseguirlo.



Universidad
Politécnica
de Madrid

ETSI **SISTEMAS
INFORMÁTICOS**