



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **FACULTAD DE INFORMÁTICA**

**Una Propuesta de Gestión del Conocimiento de  
Requisitos de Usabilidad en Aplicaciones  
Móviles de Salud**

**D<sup>a</sup> Belén Cruz Zapata**

**2017**





UNIVERSIDAD DE  
MURCIA

TESIS DOCTORAL

---

# UNA PROPUESTA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE REQUISITOS DE USABILIDAD EN APLICACIONES MÓVILES DE SALUD

---

BELÉN CRUZ ZAPATA

DR. JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ-ALEMÁN  
DR. JOSÉ AMBROSIO TOVAL ÁLVAREZ

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

MURCIA, MAYO 2017



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mis tutores José Luis Fernández-Alemán y Ambrosio Toval, por el apoyo y paciencia necesarios para poder finalizar esta tesis. La mayor dificultad de este proyecto ha sido combinar mi empleo habitual, con el desarrollo de la tesis. Quería agradecer a ambos por la oportunidad que me dieron para poder realizar la tesis en dichas condiciones. También quisiera destacar el hecho de haber trabajado de forma remota durante gran parte de estos años, especialmente esta última etapa, en la que la diferencia horaria es muy significativa.

Me gustaría agradecer al profesor Ali Idri, de la Universidad Mohammed V – Souissi de Rabat, Marruecos, por haberme dado la oportunidad de realizar una estancia en Rabat. Ali Idri no fue sólo un apoyo a nivel educativo, sino que también fue de gran ayuda a modo personal, facilitando enormemente mi adaptación al país. Fue una estancia increíble, la cual recuerdo con mucho cariño.

Finalmente, quisiera también agradecer a mi familia, a Antonio, y a mis amigos, todo su apoyo y cariño, especialmente durante los meses más duros del desarrollo de esta tesis.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Agradecimientos</b>	<b>5</b>
<b>Índice de contenidos</b>	<b>7</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>9</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>10</b>
<b>Resumen</b>	<b>11</b>
<b>Abstract, overview and conclusions in English</b>	<b>12</b>
Abstract	12
The usability requirement catalog	12
The audit method	13
Case of study and results	14
Conclusions and future work	14
Goal achievement	14
Main contributions	16
Future work	17
<b>1 Introducción y análisis de objetivos</b>	<b>19</b>
1.1 Introducción	19
1.2 Motivación	23
1.3 Hipótesis y objetivos	25
1.4 Marco de realización de la tesis	26
1.4.1 Grupo de investigación	26
1.4.2 Proyectos de investigación	27
1.4.3 Relaciones con otros organismos	29
1.5 Organización de la tesis	29
<b>2 Método de trabajo</b>	<b>31</b>
2.1 Investigación-acción	31
2.2 Métodos para el estudio del estado del arte	32
2.3 Ingeniería de requisitos	34
2.3.1 Ingeniería de requisitos tradicional	35
2.3.2 Requisitos dirigidos por casos de uso	36
2.3.3 Requisitos en métodos ágiles	36
2.3.4 Reutilización de requisitos	38
2.3.5 Método seleccionado	40
<b>3 Estado del arte</b>	<b>41</b>
3.1 Seguridad y privacidad en mHealth	41
3.1.1 Evaluación de seguridad y privacidad	41
3.1.2 Conclusiones del estudio del estado del arte	50
3.2 Usabilidad en mHealth	54
3.2.1 Evaluación de usabilidad	54

3.2.2	Revisión sistemática de evaluaciones empíricas de usabilidad en aplicaciones móviles de salud	73
3.2.3	Revisión sistemática de estándares y recomendaciones de usabilidad móvil	86
3.2.4	Conclusiones del estudio del estado del arte	92
<b>4</b>	<b>Catálogo de requisitos de usabilidad (USB-CAT)</b>	<b>106</b>
4.1	Identificación de las fuentes	107
4.2	Extracción de requisitos	108
4.2.1	Ejemplos de extracción de requisitos	109
4.3	Elaboración del catálogo	110
4.3.1	Meta información asociada a los requisitos	111
4.4	Validación del catálogo	114
4.5	Mantenimiento del catálogo	115
<b>5</b>	<b>Método de auditoría (USB-AM)</b>	<b>116</b>
5.1	Artefactos	116
5.2	Actores	117
5.3	Proceso de auditoría	118
<b>6</b>	<b>Casos de estudio y resultados</b>	<b>119</b>
6.1	Auditoría de la aplicación <i>S Health</i>	119
6.1.1	Análisis del contexto	120
6.1.2	Desarrollo de la auditoría	120
6.1.3	Resultados e informe de auditoría	121
6.2	Caso de estudio sobre aplicaciones de cuidado de personas mayores	128
<b>7</b>	<b>Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>131</b>
7.1	Análisis de la consecución de objetivos	131
7.2	Principales aportaciones	133
7.3	Trabajo futuro	133
<b>8</b>	<b>Publicaciones</b>	<b>135</b>
8.1	Otras publicaciones y actividades relacionadas	140
<b>9</b>	<b>Bibliografía y referencias</b>	<b>141</b>
<b>10</b>	<b>Anexos</b>	<b>164</b>
10.1	Aplicaciones excluidas para la evaluación de usabilidad	164
10.2	Información extraída de la RSL para evaluaciones empíricas de usabilidad	164
10.3	Información extraída para la RSL de recomendaciones de usabilidad	167
10.4	SRS – Usability on mobile health applications	170
	<b>Acrónimos</b>	<b>201</b>
	<b>Glosario de términos</b>	<b>203</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de descargas estimado de aplicaciones de mHealth	21
Figura 2. Aplicaciones de mHealth por subcategoría (2015) [23]	21
Figura 3. Trabajos abordados en la tesis	25
Figura 4. Ciclo de investigación-acción presentado por Baskerville y Wood-Harper	32
Figura 5. Proceso de SIREN para la reutilización de requisitos	38
Figura 6. Jerarquía de documentos en SIREN	40
Figura 7. Diagrama PRISMA del proceso de selección de mPHRs	44
Figura 8. Proceso de búsqueda, selección y evaluación de mPHRs	55
Figura 9. Resultados por mPHR por cada bloque del cuestionario. * Aplicación con versión iOS y Android	62
Figura 10. Resultados por pregunta del cuestionario de la evaluación de mPHRs	63
Figura 11. Diferencia entre las versiones iOS y Android de un mismo mPHR	65
Figura 12. Patrón de pestañas en Android e iOS	66
Figura 13. Patrón de pestañas en algunos de los mPHRs analizados	66
Figura 14. Cajón de navegación en Android	67
Figura 15. Listas en Android e iOS	68
Figura 16. Patrón <i>launchpad</i> en los mPHRs analizados	68
Figura 17. Puntuación media por bloque del cuestionario de evaluación de los mPHRs	69
Figura 18. Pantalla principal poco usable del mPHR <i>Track My Medical Records</i>	70
Figura 19. Orientación horizontal en la aplicación <i>HealthSuite</i>	71
Figura 20. Tutorial de inicio de la aplicación <i>EasyMed Medical Passport</i>	72
Figura 21. Diagrama PRISMA de la selección de estudios de usabilidad en mHealth	76
Figura 22. Artículo por año de la RSL de usabilidad en mHealth	79
Figura 23. Aspectos de la usabilidad evaluados en los trabajos empíricos identificados	80
Figura 24. Métodos empíricos encontrados en la RSL de usabilidad en mHealth	81
Figura 25. Duración de las evaluaciones de usabilidad	83
Figura 26. Número de usuarios que evaluaron la usabilidad de las aplicaciones	84
Figura 27. Número de aplicaciones por software o sistema operativo empleado	86
Figura 28. Diagrama PRISMA de la RSL de recomendaciones de usabilidad	89
Figura 29. Trabajos de la RSL de recomendaciones de usabilidad por año	91
Figura 30. Launchers <i>Wiser</i> (izq.) y <i>Necta</i> (dcha.)	97
Figura 31. <i>Big Buttons Keyboard</i>	98
Figura 32. Proceso de elaboración de USB-CAT	106
Figura 33. Método de auditoría USB-AM	116
Figura 34. Resultados de <i>S Health</i> en la checklist usado en USB-AM	122
Figura 35. Pantalla principal de <i>S Health</i> con un <i>launcher</i>	123
Figura 36. Uso de abreviaturas en <i>S Health</i>	123
Figura 37. Términos y condiciones de <i>S Health</i>	124
Figura 38. Izquierda: Campos de texto sin botón de borrado, derecha: botón de compartir	125
Figura 39. Estados vacíos en <i>S Health</i>	126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso de RSL propuesto por Kitchenham [77]	33
Tabla 2. Cuestionario de evaluación de las políticas de privacidad	46
Tabla 3. Evaluación de las políticas de privacidad de los mPHRs seleccionados	48
Tabla 4. Preguntas de investigación para la evaluación de usabilidad de mPHRs	55
Tabla 5. Cuestionario para evaluar los mPHRs y resultados de la encuesta	57
Tabla 6. Secciones descartadas y consideradas de la guía de Android [142]	58
Tabla 7. Secciones descartadas y consideradas de la guía de iOS [143]	58
Tabla 8. Asociación entre el cuestionario y las guías de Android [142] e iOS [143]	59
Tabla 9. Grupos de Calidad en la evaluación de los mPHRs	60
Tabla 10. Información de los mPHRs evaluados	60
Tabla 11. Resultados del cuestionario de usabilidad para cada mPHR	61
Tabla 12. Resultados de los grupos de calidad de los mPHRs	62
Tabla 13. Preguntas de investigación para la RSL de usabilidad en mHealth	73
Tabla 14. Cadena búsqueda de la RSL de usabilidad en mHealth	74
Tabla 15. Comprobación de calidad de los trabajos de la RSL de usabilidad en mHealth	77
Tabla 16. Extracción de datos para la RSL de usabilidad en mHealth	77
Tabla 17. Trabajos seleccionados para la RSL de usabilidad en mHealth. (“Pub.” se refiere a publicación, “R” a revista, y “C” a conferencia).	78
Tabla 18. Información de los métodos de completitud de tareas en las evaluaciones de usabilidad	82
Tabla 19. Conclusiones de usabilidad de la RSL de usabilidad en mHealth	85
Tabla 20. Preguntas de investigación para la RSL de recomendaciones de usabilidad	87
Tabla 21. Cadena de búsqueda para la RSL de recomendaciones de usabilidad	88
Tabla 22. Extracción de datos para la RSL de recomendaciones de usabilidad	89
Tabla 23. Resultados de la RSL de recomendaciones de usabilidad	90
Tabla 24. Correspondencia entre las recomendaciones de autores y las heurísticas de Nielsen	102
Tabla 25. Fuentes de USB-CAT	107
Tabla 26. Estructura de USB-CAT	111
Tabla 27. Estructura de los requisitos de usabilidad en USB-CAT	111
Tabla 28. Información de <i>S Health</i> en Google Play	119
Tabla 29. Grupos de usabilidad para el caso de estudio	121
Tabla 30. Informe de auditoría de <i>S Health</i>	127
Tabla 31. Aplicaciones de cuidado de personas mayores evaluadas en base a USB-CAT	128
Tabla 32. Requisitos incumplidos por las aplicaciones de cuidado de personas mayores	129
Tabla 33. Número de citas por artículo y herramienta	136
Tabla 34. Citaciones identificadas en Google Scholar de trabajos de otros autores	136
Tabla 35. Aplicaciones excluidas para la evaluación de usabilidad	164
Tabla 36. Información extraída para PI1, PI2 y PI3 de la RSL de usabilidad en mHealth	164
Tabla 37. Información extraída para PI4 de la RSL de usabilidad en mHealth	165
Tabla 38. Información extraída para PI5 y PI6 de la RSL de usabilidad en mHealth	165
Tabla 39. Información extraída para PI7, PI8 y PI9 de la RSL de usabilidad en mHealth	166
Tabla 40. Recomendaciones extraídas por artículo en la RSL de recomendaciones de usabilidad	167

## RESUMEN

Las aplicaciones móviles de salud han alcanzado una gran cuota de mercado desde la aparición de los smartphones y tablets, dispositivos con una capacidad de comunicación y computación avanzada. Estas aplicaciones están siendo usadas para facilitar la comunicación entre médicos y pacientes, así como para mejorar la vida de los pacientes.

Dos de los factores claves para la adopción de las aplicaciones de salud son la privacidad y la usabilidad. Esta tesis doctoral presenta un análisis de estas dos barreras y una propuesta práctica para evaluar y mejorar la usabilidad de las aplicaciones móviles de salud. Nuestra investigación se centró inicialmente en la seguridad y privacidad de las aplicaciones de salud, realizando un análisis de la seguridad y privacidad de un total de 24 aplicaciones de Carpetas Personales de Salud móviles. A continuación, se abordó la problemática de la usabilidad en aplicaciones móviles de salud. Las principales tareas relacionadas con la usabilidad de este proyecto son: (1) cumplimiento de guías; (2) revisión sistemática; (3) catálogo de requisitos; y (4) validación. Todos los resultados obtenidos de las dos primeras tareas, son agregados y resumidos para la creación de una especificación formal y reutilizable. Se trata de una especificación de requisitos de software (*Software Requirements Specification - SRS*) cuyo objetivo es definir los requisitos necesarios para el desarrollo de una aplicación móvil usable. El catálogo de requisitos de usabilidad (USB-CAT) sigue la guía propuesta por SIREN (*Simple REuse of software requiremeNts*), y se encuentra organizado siguiendo la estructura del estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011.

La última tarea es la validación del catálogo propuesto mediante la utilización de un método de auditoría, llamado USB-AM (*USAbility Audit Method*). En este proceso de auditoría, se generan tres artefactos: (1) USB-CAT\*, el cual es una adaptación de USB-CAT a la aplicación específica sobre la que se va a realizar la auditoría; (2) una lista de control o *checklist* obtenida a partir de USB-CAT\*; y (3) un informe de auditoría. Usando el método de auditoría propuesto, se realiza la evaluación de la aplicación *S Health*, creada por *Samsung Electronics Co*. El catálogo se emplea además en la evaluación de varias aplicaciones de cuidado de ancianos, y para el desarrollo de una nueva aplicación de cuidado de ancianos. Finalmente, se extraen conclusiones de estas validaciones, tanto del catálogo, como del método de auditoría.

## ABSTRACT, OVERVIEW AND CONCLUSIONS IN ENGLISH

### ABSTRACT

Mobile health (mHealth) applications have achieved a strong market share since the appearance of smartphones and tablets, which offer advanced communication and computing capabilities. These applications are being used to facilitate the communication between physicians and patients, and also to improve patients' lives.

Two of the key issues for the adoption of mHealth are privacy and usability. This doctoral thesis presents an analysis of these two barriers and a practical proposal to evaluate and improve the usability of mobile health applications. Our early research focused on the security and privacy of mHealth applications. An analysis of the security and privacy of a total of 24 mobile Personal Health Records (mPHRs) applications is conducted. After this, we focused on the usability of mobile health applications. The main tasks, related to usability, accomplished for this project are: (1) guides compliance; (2) systematic review; (3) requirements catalog; and (4) validation. All the results and findings obtained from the first two tasks, guides compliance and systematic review, were aggregated and summarized to create a formal and reusable specification. A Software Requirements Specification (SRS), whose aim is to specify the requirements needed to create a usable mobile health application, was created. The usability requirements catalog (USB-CAT) follows the guideline proposed by SIREN (*Simple REuse of software requiremeNts*) and is organized following the SRS structure of the ISO/IEC/IEEE 29148:2011 standard.

The last step is the validation of the proposed catalog by using an audit method, called USB-AM (USAbility Audit Method). There are three artefacts generated during the audit process: (1) USB-CAT\*, which is the adaptation of the USB-CAT to the specific app where the audit method is to be applied; (2) a user-friendly checklist form obtained from USB-CAT\*; and (3) audit report. *S Health*, application created by *Samsung Electronics Co.*, is evaluated using the proposed audit method. In addition, the catalog is used for the evaluation of several applications for elder people, and for the development of a new application of the same type. Conclusions are obtained from these validations of the usability requirements catalog, along with the audit method.

### THE USABILITY REQUIREMENT CATALOG

The usability requirement catalog (USB-CAT) follows the guideline proposed by SIREN (Simple REuse of software requiremeNts). SIREN is a methodology based on software engineering standards that promotes the reuse of requirements. SIREN is a practical approach that includes document templates for requirements, a repository of

reusable requirements, and a spiral process model. Following the SIREN methodology and the international recommendations on requirements, the proposed usability catalog has been designed as a document that is complete, consistent, unambiguous, reliable, verifiable, traceable, and reusable, which can be applied to the definition of any mobile app.

The catalog is focused on reusable requirements of a specific domain, namely usability. Usability requirements are distributed in the following 5 subsections: Ease of use requirements, Personalization and internationalization requirements, Learning requirements, Understandability and politeness requirements, and Accessibility requirements.

## THE AUDIT METHOD

The audit method is known as USB-AM (USAbility Audit Method). There are three artefacts generated during the audit process:

- USB-CAT\*: this is the adaptation of USB-CAT to the specific app where the audit method is to be applied. USB-CAT\* can contain only a subset of the requirements from USB-CAT, but USB-CAT\* should keep all their properties. For those requirements with configurable parameters, all the values have to be provided in USB-CAT\*.
- Checklist: this is a user-friendly checklist form obtained from USB-CAT\*.
- Audit report: this is the final product of the audit process.

There are four actors involved in the audit process:

- Client: the client of the audit could be any person or company that needs an audit for a mobile app that requires usability features.
- Mobile Engineering (ME) Team: the team in charge of managing the mobile app.
- Audit Team: the team in charge of completing the audit.
- Requirements Engineering (RE) Team: the team in charge of managing the USB-CAT and the USB-CAT\*.

Actors interact with each other to obtain the artefacts guided by the following audit process:

1. Context analysis: the ME team examines the context of the app to be audited, such as purpose, scope, user profiles, and so on.
2. Generate USB-CAT\*: the RE team creates the USB-CAT\* by reusing the requirements from USB-CAT, and adapting them considering the context analysis.
3. Generate checklist: the audit team creates the checklist based on USB-CAT\*.

4. Conduct the audit: the ME team analyses the app to be audited using the checklist. One strategy to analyse the app is identifying all the functionalities and flows of the app. Each one of these flows can be analysed independently by different team members.
5. Generate audit report: the audit team collects all the results and writes the final report with detailed information and recommendations.

## CASE OF STUDY AND RESULTS

An evaluation of a real health app was conducted to validate the catalog USB-CAT and the audit method USB-AM. The selected app, *S Health*, is a health and fitness mobile app available for Android. *S Health* tracks your everyday activity like your steps, your sleep, your food intake, or your fitness goals. The app is available at Google Play.

*S Health* app was analysed using USB-AM to check how usable is and to detect usability problems in the app. The apps that are evaluated can be classified into five usability groups according to their score: (1) Very High, (2) High, (3) Moderate, (4) Low, and (5) Very Low.

The *S Health* app obtains a 73% score in usability, with 97 out of 133 checks from the checklist evaluated as “Yes”, 20 checks out of 133 were evaluated as “No”, and 16 as “N/A”. Considering only the applicable checks, the app obtains a score of 83%. The app is classified in the High usability group. The audit team collected all the results to write the final report.

## CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

### GOAL ACHIEVEMENT

By achieving the sub-objectives proposed for this thesis, the main goal of this work can be concluded:

---

To create artefacts for the development of better mobile health applications, as well as artefacts for the conduction of effective audits of these applications.

---

Each one of the sub-objectives is reviewed in order to value the results as follows.

***Objective 1.*** *To research and analyse the current state of the mobile health applications, identifying existing barriers for their adoption, and retrieving the recommendations and proposals to mitigate these barriers.*

A detailed study was conducted in chapter 3 about the two main barriers for the adoption of mobile health applications: security and privacy, and usability. In section 3.1 the privacy policies of 24 PHRs are analysed. The privacy policies are usually available in a simple and easy way, but changes in these policies are not usually notified and users need to be attentive to these updates. Integration with other information systems, such as other PHRs or EHRs is rare. The structure and content of the privacy policies should be renewed to include more detailed information about security measures when data is stored locally, is transferred or is saved in remote servers.

In section 3.2, the usability of 24 PHRs was evaluated, 22 papers on usability evaluations of mHealth applications were analysed, and also 10 studies about usability recommendations were reviewed. The need of using automatic evaluation tools was identified, as was the lack of design-evaluation iterative processes when developing applications. Our results show that usability is a characteristic that can be significantly improved. Our contribution also includes a summary of the main results and usability recommendations, which are the basis for the next goal. This goal is hence considered accomplished.

**Objective 2.** *To create a reusable requirement catalog that collects all the retrieved recommendations.*

In chapter 4, we present the process followed for the creation of a usability requirement catalog for mobile applications, which currently contains 132 requirements (79 main and 53 secondary ones). All the requirements were obtained from the recommended standards, popular guidelines, and related studies collected from our previous research. Following the SIREN methodology, the proposed usability catalog has been designed as a document that is reusable, which can be applied to the definition of any mobile application. Therefore, this goal is considered fulfilled.

**Objective 3.** *To create an audit method based on the proposed requirements catalog.*

An audit method, USB-CAT was proposed in chapter 5, which evaluates the usability of an application according to the criteria extracted from the requirements catalog. In this chapter, the phases, actors, and artefacts involved in the process are described. This goal is successfully achieved.

**Objective 4.** *To validate our proposal in a practical way by using it in a real case study.*

The catalog and the audit method were validated by the evaluation of a real app, *S Health*, in section 6. The result of the evaluation classifies the usability of an application

as very high, high, moderate, low, or very low. The usability score obtained by USB-AM, shows that the app evaluated has a high usability.

The USB-AM was a simple process and did not present any difficulties to the expert. The USB-AM is a repetitive process though. In our case there are 132 requirements in USB-CAT\* and 132 check items in the checklist that have to be evaluated through the different screens of the app. This means that the bigger and more complex the app is, the bigger the effort needed to perform its evaluation. Notice that the effort needed for the creation of the catalog is worth it every time that USB-CAT is instantiated for its use in an evaluation or in the development of a mobile health application.

In addition, the catalog was used for the evaluation of 6 applications for elder care. Some improvements for the catalog were identified in this study.

All these results are presented in chapter 6 and therefore, this goal is successfully accomplished.

Since all the sub-objectives were achieved, and therefore, the main goal of this thesis, we can confirm our initial hypothesis:

---

The development and audit of mobile health applications can be effectively improved by artefacts and methods defined from a Requirement Engineering perspective.

---

## MAIN CONTRIBUTIONS

This thesis provides the following contributions:

- Thorough research of the state of art of all the areas related to this thesis.
- A questionnaire containing 12 questions concerning privacy policies that can be reused by mPHRs users, healthcare professionals, and mobile application developers.
- A questionnaire containing 13 questions, divided into 3 blocks, and inspired by the official design and usability guidelines of iOS and Android. This questionnaire may also be of use to future mPHR developers and professionals in order to benchmark their products as regards usability.
- A reusable catalog of usability requirements for smartphone apps. All the requirements were obtained from the recommended standards, popular guidelines, and related papers on usability on mobile applications.
- An audit method to evaluate the usability of mobile health applications.
- Case study of a real application that validates the methodology proposed in this thesis.
- Case study of the usability evaluation of elder care applications.

## FUTURE WORK

The usability catalog proposed in this thesis, USB-CAT, is the first revision. According to the methodology adopted in this study, there is a maintenance phase for the catalog. A future line of work is closely related to the evolution and maintenance of the usability catalog. On one hand, the update of the catalog with new versions of the sources has to be considered. For example, the iOS and Android guidelines are updated very often, and the recommendations are changed, or new ones are added, along with the new versions of their operating systems. On the other hand, the catalog can be updated with the identification and analysis of new sources.

Another line of future work is the improvement of the quality of the requirements. One way to accomplish this, is being more strict about the criteria and characteristics proposed in the following standards: IEEE 830, ISO/IEC/IEEE 29148, and the guidelines from INCOSE (*International Council on Systems Engineering*). A different way to create better requirements is using automatic tools. There are some commercial tools available, like the ones released by *The Reuse Company: Requirements Quality Suite* (RQS), to assess, control and manage the quality of requirements; *Requirements Quality Analyzer* (RQA), to define, measure, manage and improve the quality of the requirements specifications; *Requirements Authoring Tool* (RAT), to help authors during the demanding process of writing requirements; or *Knowledge Manager* (KM), to manage all knowledge around the requirements intensive projects and which data is consumed by the RQA and RAT tools.

For future work, we also intend to create a set of user stories from the requirements with the purpose of facilitating the use of the catalog by professionals in agile software development. Further research on the reuse of requirements in agile methodologies should be conducted, since it is a topic rarely found in literature.



# 1 INTRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE OBJETIVOS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los dispositivos móviles se han convertido en objetos de uso diario y son muy populares entre los consumidores [1]. Según el informe de Cisco de 2013, *Cisco Global Mobile Data Traffic Forecast 2013 Update* [2], el número total de dispositivos móviles per cápita alcanzaría 1'4 para 2017. En el nuevo informe de Cisco de 2016 [3], la estimación para 2020 es de 1'5 dispositivos móviles por individuo. El número de dispositivos móviles conectados aumentó hasta un total de 7.900 millones en 2015, mientras que en 2014 se registró un total de 7.300 millones, lo cual supone un aumento de más de 500 millones [3].

Algunos de estos dispositivos móviles tienen la capacidad de conectarse a la red de datos móviles. El tráfico de datos móviles global creció un 74% en 2015 respecto al año anterior, alcanzando un tráfico de 3'7 EB (*exabytes*) al mes a finales de año, frente a los 2'1 EB de finales de 2014. El tráfico de datos móviles en el año 2000 fue de 10 GB (*gigabytes*) al mes (un EB equivale a mil millones de GB). Se prevé que para el año 2020 el tráfico mensual alcanzará los 30'6 exabytes [3].

Del tráfico total de datos móviles, el 89% pertenece a dispositivos inteligentes como los teléfonos inteligentes, más conocidos como *smartphones* [3]. Los smartphones son dispositivos móviles con una capacidad de computación y conectividad más avanzada que otros teléfonos. Su modo de entrada es proporcionado por una pantalla táctil. Aunque el primer smartphone con pantalla táctil, conocido como *Simon Personal Communicator*, fue desarrollado por IBM en 1992; el primer teléfono catalogado como smartphone fue el Ericsson R380 lanzado en el año 2000 [4]. En 2007 Apple anunció el primer smartphone controlado principalmente por su pantalla táctil: el iPhone [4]. El sistema operativo Android para dispositivos móviles con pantalla táctil fue lanzado en 2008 [4]. La creación del primer iPhone estableció la evolución de lo que actualmente conocemos como smartphones.

Los sistemas operativos para smartphones más populares actualmente son: Android, iOS y Windows Mobile. Aún así, hay dos de ellos que claramente destacan sobre los demás: Android e iOS, los cuales representaron el 99'3% del mercado en el tercer trimestre de 2016 según la *International Data Corporation (IDC)* [5]. A finales de 2012 estos dos sistemas representaban el 91'1% [6]. Android se sitúa en el primer puesto con un 86'8% del mercado; le sigue iOS con un 12'5%; Windows Mobile, 0'3%; y otros, 0'4%.

Los smartphones son ahora la tecnología móvil más popular [7]–[9]. Datos a nivel mundial muestran que una persona de cada cinco posee un smartphone [10] y su uso creció un 43% en 2015. El tráfico de datos medio por smartphone en 2015 fue de 929

MB (*megabytes*) al mes, mientras que en 2014 fue de 648 MB. Los smartphones generaron 41 veces más de tráfico de datos en 2015 que los teléfonos móviles básicos (no inteligentes), que fue de 23 MB al mes [3].

Las tabletas, o *tablets*, también se han vuelto populares en los últimos años [11]. En torno al 6% de la población mundial tenía una tablet a finales de 2013 [10]. En 2015 el número de tablets conectadas aumentó 1.3 veces respecto al año anterior [3].

Con la expansión de los dispositivos móviles, el número de aplicaciones existentes también se está incrementando. El surgimiento de tiendas de aplicaciones es una de las razones más importantes para la adopción de los smartphones [12]. En concreto, las aplicaciones de salud constituyen en la actualidad un mercado emergente [13], [14]. El uso de Internet para acceder a información médica es un fenómeno relativamente reciente y se conoce como eHealth [15], y el término empleado para la práctica de la medicina apoyada particularmente por dispositivos móviles se conoce como mHealth [16].

El mercado de aplicaciones de mHealth es cada vez más competitivo y cada año el número de desarrolladores nuevos en el mercado aumenta. En el año 2015, 45.000 desarrolladores eran responsables de unas 165.000 aplicaciones de mHealth [17]. Casi 100.000 aplicaciones nuevas fueron añadidas desde finales de 2015 [18]. En 2016 había unas 259.000 aplicaciones de mHealth disponibles en las principales tiendas de aplicaciones. Teniendo en cuenta que se estima que las tiendas de Android e iOS tenían de forma conjunta, en 2016, unos 4'2 millones de aplicaciones en total [19], las aplicaciones de salud suponen en torno al 6% de ellas.

El informe *Mobile Health Market Report 2013-2017* [20], estimaba que 500 millones de personas usarían aplicaciones móviles de salud para 2015. Para 2020 se espera que 551 millones de usuarios hagan uso de una aplicación de mHealth al menos una vez al mes [18]. La figura 1 muestra la evolución en número de descargas de las aplicaciones de mHealth.

Las tiendas de aplicaciones clasifican las aplicaciones en distintas categorías. Las aplicaciones relacionadas con el campo de la salud pueden encontrarse normalmente en dos categorías diferentes: Salud y Bienestar, y Medicina. La categoría de Salud y Bienestar, tanto en iOS como Android, domina el número de descargas con un 56% frente a la sección de Medicina con un 44% [21], [22]. La figura 2 muestra cómo se distribuyen estas aplicaciones de salud por subcategorías, siendo *Fitness* la más popular con un 36%.

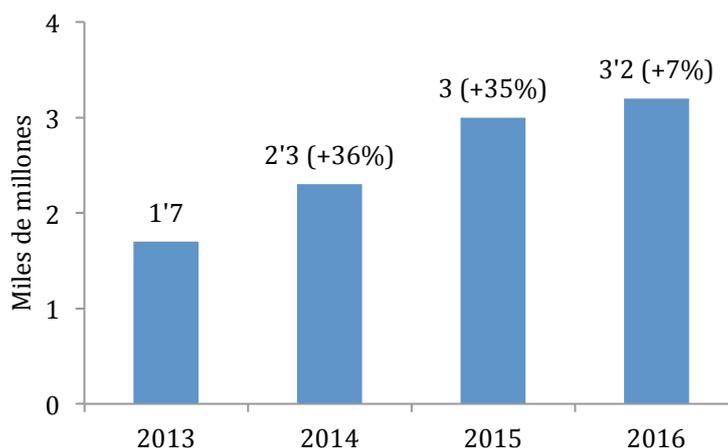


Figura 1. Número de descargas estimado de aplicaciones de mHealth

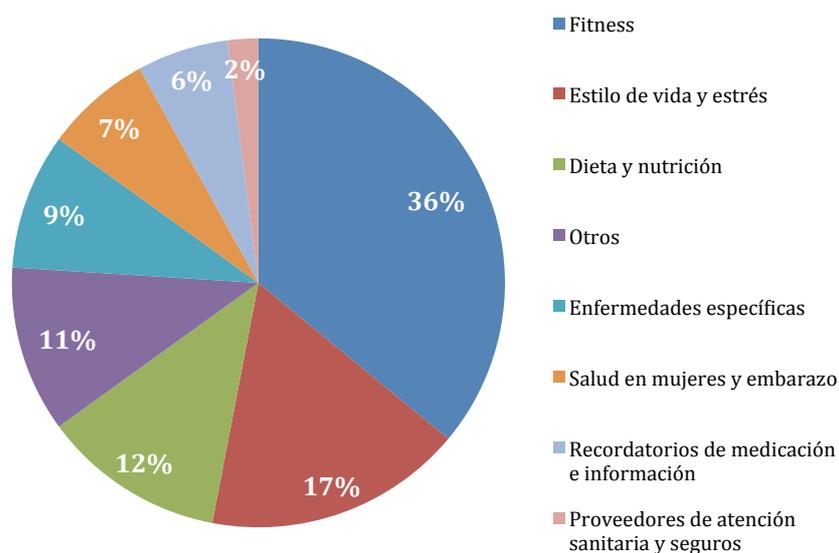


Figura 2. Aplicaciones de mHealth por subcategoría (2015) [23]

Muchas organizaciones del cuidado de la salud están incorporando aplicaciones móviles médicas [24], [25]. Dado el potencial y la accesibilidad de estas nuevas tecnologías, las aplicaciones móviles médicas se emplean para el diagnóstico, monitorización, y tratamiento de enfermedades y condiciones crónicas [26], [27].

Los pacientes son cada vez más conscientes y tienen un rol más activo en la gestión de su información médica [28]. Tanto es así, que un 5% de las búsquedas registradas en Google están relacionadas con el mundo de la salud [29]. Los pacientes buscan formas más usables y convenientes para acceder a su información médica [30]. Esta demanda

ha provocado el desarrollo de aplicaciones médicas que proporcionan acceso electrónico a la información médica y el crecimiento de las aplicaciones de Carpetas Personales de Salud (CPS, o como son más conocidas, en inglés *Personal Health Records* -PHR) [20]. Existen estudios que afirman que los pacientes están dispuestos a utilizar PHRs y que los profesionales de la medicina valoran y recomiendan el uso de estos programas [31], [32].

Los PHRs son aplicaciones que permiten a un individuo acceder, modificar y compartir su información médica [28], [33], [34]. Contienen el mismo tipo de información que las Historias Clínicas Electrónicas (HCE, o en inglés *Electronic Health Record* -EHR), excepto que los PHRs confían en los pacientes para controlar sus propios datos, permitiéndoles acceder, gestionar, guardar o compartir eventos relevantes para su condición de salud [35], [36]. La *International Organization for Standardization* (ISO) define a un EHR como un repositorio de información sobre el estado de salud de un paciente que se encuentra en algún formato procesable por ordenador, almacenada y transmitida de forma segura, y accesible por múltiples usuarios autorizados [37]. Los EHRs permiten a los médicos autorizados de diferentes organizaciones compartir información como los diagnósticos, medicaciones, inmunizaciones e historiales médicos de un paciente que tengan en común.

El ISO 20514 [37] es un estándar sobre los EHRs donde se describe su clasificación, se dan definiciones de cada una de las categorías, y también descripciones de sus características. Este estándar divide los PHRs/EHRs en cuatro categorías generales: (1) un EHR independiente mantenida por un tercero; (2) un EHR independiente mantenida por el paciente; (3) un componente de un EHR mantenida por un proveedor de atención sanitaria y controlada al menos parcialmente por el paciente; (4) un componente de un EHR mantenida por el paciente.

Desde un punto de vista tecnológico, los PHRs han sufrido un rápido crecimiento en el área de la información médica [33]. Sin embargo, la demanda de opciones más accesibles y portables ha aumentado con las necesidades de los clientes. Lafky y Horan [38] identificaron que la motivación más importante para los usuarios de PHRs con discapacidades es ser capaces de usar el sistema en emergencias, lo que requiere soluciones portables [39].

Tradicionalmente, los PHRs han sido dispositivos de almacenaje externo, los cuales presentan limitaciones significativas [40]. Actualmente los PHRs están disponibles en distintos formatos: USB, aplicaciones para PC, aplicaciones web, entre otros [16]. Con la gran evolución del mercado de aplicaciones móviles, las aplicaciones médicas en general, y los PHRs en particular, han llegado al mundo móvil [16]. Los smartphones y tablets han surgido como una nueva plataforma para PHRs gracias a sus capacidades tecnológicas, las cuales son cada vez más potentes, a su gran adopción y al apego de los usuarios a sus dispositivos personales [30], [41]. Según Fogg [42], pasamos más tiempo con nuestros teléfonos que en nuestro espacio de trabajo. Las aplicaciones móviles de

PHR se conocen como mPHRs [16]. El uso de mPHRs permite a los pacientes acceder a su información médica en cualquier momento y lugar [30].

## 1.2 MOTIVACIÓN

A pesar de la buena predisposición de los consumidores hacia los mPHRs, existe aún una baja tasa de utilización [32], [39], [43]. Se han identificado en la literatura numerosas barreras en la adopción de los PHRs: usabilidad, conflictos culturales, problemas legales y preocupación por la privacidad y seguridad [44], [46], [47]. Tanto la privacidad como la usabilidad son desafíos en mHealth, y tienen una importante repercusión en la adopción de mHealth por parte de los usuarios [45]–[47]. Un estudio norteamericano realizado a 1.246 consumidores, indica que la preocupación por mantener la privacidad y seguridad de la información personal de salud aparece en un 91% de los encuestados [48]. Un 25% de los participantes indicaron incluso que dejarían de utilizar el PHR si existieran problemas con la privacidad. Aun así, la mayoría de encuestados creen que la tecnología proporciona medidas de seguridad apropiadas para mantener su información clínica segura.

La información médica es uno de los tipos de información más críticos, y por ello hay que asegurar su seguridad y privacidad. La seguridad engloba tres facetas: confidencialidad, integridad y disponibilidad [49]; mientras que la privacidad se define como el derecho de individuales, grupos o instituciones a determinar por sí mismos cuándo, cómo, y qué información sobre ellos es comunicada a otros [50]. Fallos de seguridad en sistemas como los EHRs pueden revelar información médica a personas no autorizadas, pudiendo provocar además manipulaciones y abusos [50].

La usabilidad es otro de los principales problemas que debería ser investigado respecto al uso de los mPHRs [35], [39]. Los sistemas de información de salud presentan un número alto de fallos de usabilidad, los cuales impiden su uso [51]. Whitlock y McLaughlin [52] identificaron algunos problemas de usabilidad en varias aplicaciones móviles de control de la glucosa que limitan su accesibilidad, en concreto: textos pequeños, líneas muy finas en los gráficos o un contraste pobre. Los factores que afectan a la usabilidad son un hándicap importante para la adopción de mPHRs, y las investigaciones deberían centrarse en estos factores relacionados con el uso de los mPHRs [35], [39], [53].

La usabilidad expresa la facilidad con la que los usuarios pueden usar un dispositivo tecnológico para lograr un objetivo en particular [54], [55]. De acuerdo al modelo de calidad ISO/IEC 9126-1 [56], la usabilidad implica comprensión, facilidad de aprendizaje, operatividad y atractivo. Este estándar fue reemplazado en 2011 por el ISO/IEC 25010 [57], el cual incluye un modelo de calidad del software que describe la usabilidad como la medida con la que un producto puede ser usado para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico

de uso. Según el ISO 9241-11 [55], los aspectos claves de la usabilidad son: eficiencia, efectividad y satisfacción. El ISO 9241-11 presenta una perspectiva de la usabilidad más amplia que el ISO 9126-1, pero los dos puntos de vista son complementarios [58]. Algunos autores han propuesto también sus propios modelos incluyendo la característica de facilidad de aprendizaje del modelo ISO 9241-11: Dix et al. [59], Nielsen et al. [60] o Abran et al. [58]. A pesar de la existencia de marcos comparativos, hay un gran porcentaje de estudios que no realizan validaciones empíricas [61].

Según el estándar ISO 9241-210 [62], los sistemas usables pueden proporcionar numerosos beneficios como una mejor productividad, aumento del bienestar del usuario, disminución del estrés, y mejor accesibilidad [58], [63], [64]. Una buena experiencia de usuario es clave para el éxito de cualquier tipo de aplicación, ya sea de escritorio, web o móvil. Por este motivo existe una amplia investigación sobre el diseño de la interfaz de usuario (IU). Un estudio de Google sobre usuarios de dispositivos móviles [65] mostró que el 79% de la gente a la que no le gusta lo que encuentra en un sitio web, se mueve a otro sitio web diferente, y que el 75% de los usuarios prefieren sitios webs fáciles de usar.

Los mPHRs deben adaptarse a las necesidades de los usuarios y considerar las características propias de los dispositivos móviles, como limitaciones de hardware con sistemas operativos lentos, conectividad variable, la ausencia de un teclado físico, pantallas reducidas, y rendimiento con baja batería.

Para mitigar estas barreras de usabilidad, existen guías específicas que tratan con las características propias de los dispositivos móviles. El *World Wide Web Consortium* (W3C) publicó un documento de recomendaciones relacionadas con las mejores prácticas para aplicaciones web móviles [66]. La experiencia de usuario es una de las seis categorías en las que se clasifican las mejores prácticas de esta guía. Nilsson [67] también propuso patrones de diseño para la IU de aplicaciones móviles con el objetivo de resolver algunos problemas específicos, por ejemplo, cómo tratar los cuadros de diálogo cuando el teclado está escondido, mecanismos para introducir texto o cómo presentar elementos en listas.

Las guías oficiales de IU para aplicaciones móviles de los sistemas operativos existentes también pueden ayudar a los desarrolladores a acomodar sus mPHRs a los principios de interacción humana [30]. Son una buena opción con la que asegurar un diseño estándar. Por ejemplo, si una aplicación móvil está siendo desarrollada para un dispositivo con iOS, debería seguir los patrones creados para ese sistema operativo. Las aplicaciones nativas y el sistema operativo en sí mismo siguen estos patrones. Los usuarios están acostumbrados a navegar por diferentes aplicaciones de una forma parecida, por tanto, si una aplicación se comporta de forma diferente, los usuarios pueden confundirse [68]. Hay que tener en cuenta que el 48% de los usuarios que están descontentos con el rendimiento de una aplicación móvil, no vuelven a usarla más [65]. Tanto Android como iOS, los dos sistemas más usados en el mundo, tienen documentación online que incluyen secciones de diseño de IU para los desarrolladores.

En esta tesis se propone una serie de artefactos y métodos para mejorar tanto el desarrollo como la auditoría de las aplicaciones móviles de salud, centrados en la mejora de la usabilidad de las mismas. En la figura 3 se muestran los principales estudios realizados en esta tesis doctoral. Nuestro trabajo se basa en estándares y recomendaciones de ingeniería de requisitos (IR), de auditoría, usabilidad y diseño de IU, así como en toda la investigación realizada sobre las principales barreras de adopción de las aplicaciones de mHealth.

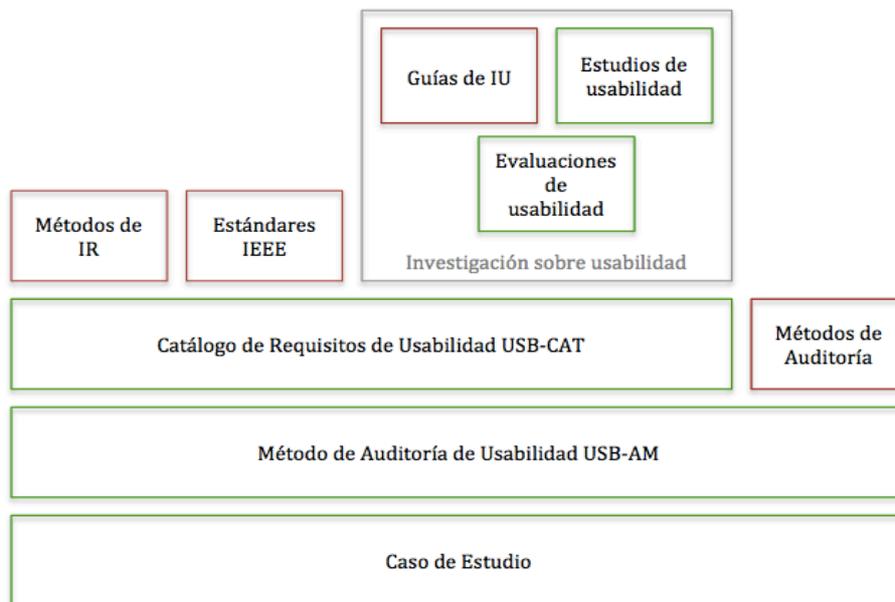


Figura 3. Trabajos abordados en la tesis

### 1.3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La hipótesis de partida de esta tesis doctoral se define así:

---

Se puede mejorar tanto el desarrollo, como la auditoría de las aplicaciones móviles de salud de forma efectiva mediante artefactos y métodos definidos desde el ámbito de la Ingeniería de Requisitos.

---

En base a esta hipótesis, el objetivo principal de esta tesis se define como:

---

Crear artefactos que permitan el desarrollo de mejores aplicaciones móviles de salud, así como artefactos que permitan realizar auditorías efectivas de estas aplicaciones.

---

Para poder lograr el objetivo principal de esta tesis, desglosamos éste en una serie de subobjetivos:

**Objetivo 1.** Investigar y analizar la situación actual de las aplicaciones móviles de salud, identificando las barreras existentes para su adopción, y recopilando las propuestas y recomendaciones para mitigar estas barreras.

**Objetivo 2.** Crear un catálogo de requisitos reutilizable donde se recojan las recomendaciones extraídas.

**Objetivo 3.** Desarrollar un método de auditoría que tome como base el catálogo de requisitos creado.

**Objetivo 4.** Validar la propuesta de forma práctica mediante su aplicación en un caso de estudio real.

## 1.4 MARCO DE REALIZACIÓN DE LA TESIS

En esta sección se proporciona información relacionada con los proyectos y el grupo de investigación en los que esta tesis se enmarca.

### 1.4.1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Esta tesis ha sido desarrollada junto al Grupo de Investigación en Ingeniería del Software de la Universidad de Murcia (GIS), el cual se encuentra dirigido por Dr. Ambrosio Toval. En el trabajo del grupo se combina el enfoque científico de la Ingeniería de Software, con un enfoque más práctico y profesional. Las líneas de trabajo actuales del GIS son las siguientes:

- Metodologías de desarrollo de software y gestión de proyectos. Algunos de los métodos estudiados son:
  - Especificación de requisitos tradicional.
  - Método propio de especificación de requisitos basado en reuso (SIREN).
  - Metodología de desarrollo iterativo e incremental.
  - Desarrollo dirigido por casos de uso.
  - Métodos ágiles.
  - Métodos prescriptivos de gestión de proyectos.
- Ingeniería de Requisitos (IR). Algunas de las áreas estudiadas son:
  - Requisitos de usabilidad.
  - Requisitos de protección de datos de carácter personal.
  - Requisitos de seguridad.
  - Auditoría de sistemas de información basada en IR, en particular sobre aspectos de internacionalización, *e-learning* (competencias), usabilidad y privacidad.
- Gestión de Historias Laborales de Empleo en el área de las tecnologías de la información y la comunicación. Algunos ejemplos son:

- Redes sociales profesionales y trabajo colaborativo.
- Ontologías de la profesión.
- Portales de empleo.
- Evaluación y desarrollo de aplicaciones móviles de salud. El trabajo se centra en los siguientes aspectos:
  - Privacidad y seguridad.
  - Usabilidad.
  - Aplicaciones temáticas, como por ejemplo, para el seguimiento y control del embarazo, seguimiento y control de bebés y niños, gestión de alergias al polen o ayuda a personas mayores y sus cuidadores.

Una de las metodologías de desarrollo de software creadas por el GIS, es SIREN (*Simple REuse of software requiremeNts*) [69]–[71]. Este método, que se verá en más detalle en la sección 2.3.4, está basado en la reutilización de requisitos. El grupo tiene disponible un repositorio de requisitos reutilizables organizado por catálogos. Algunos de estos catálogos existentes son:

- Requisitos de seguridad. Catálogo basado en MAGERIT (Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información de las Administraciones Públicas).
- Requisitos de Protección de Datos Personales (PDP). Catálogo basado en la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) [72].
- Requisitos de internacionalización (i18n). Catálogo basado en diversos estándares internacionales, que pueden tener especial interés en las empresas exportadoras y en aquellas instituciones/empresas con presencia internacional.

Los resultados del GIS han sido también trasladados al Desarrollo Global de Software (DGS), como es el caso de SIREN, que ha sido extendido al método llamado PANGEA (*Process for globAl requiremeNts enGinEering and quAlity*), sobre reuso en ambientes colaborativos.

## 1.4.2 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Esta tesis doctoral se enmarca dentro de los siguientes proyectos de investigación.

### 1.4.2.1 GEODAS

GEODAS (GEstiOn para el Desarrollo globAl del Software) es un proyecto cuyo objetivo es investigar la aplicación de diferentes técnicas con el fin de mejorar la gestión de factorías de software que trabajan en entornos globales. En esta tesis, la auditoría de sistemas de información tomando como base los requisitos de usabilidad, se enmarca dentro de este proyecto.

Este proyecto se encuentra coordinado por el Grupo Alarcos de la Universidad de Castilla-La Mancha con participación del Grupo de Investigación de Ingeniería del Software de la Universidad de Murcia, el Grupo Lucentia de la Universidad de Alicante y colaboración de numerosas empresas como EPO (Entidad Promotora y Observadora), entre ellas Indra. Tiene como investigador principal del proyecto a Dr. Mario Piattini Velthuis. El nombre del subproyecto correspondiente en la Universidad de Murcia es “GEODAS-REQ: Gestión para el Desarrollo Global de Software mediante Ingeniería de Requisitos”, cuyo director es el Dr. Ambrosio Toval Álvarez.

Este proyecto ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España, Plan Nacional de I+D+I/FEDER (TIN2012-37493-C03-02) siendo su periodo de ejecución el comprendido entre 01/01/2013 y 31/12/2015.

#### 1.4.2.2 GINSENG

GINSENG (*Green in Software Systems and Software Engineering*) es un proyecto cuyo objetivo es mejorar la sostenibilidad del software. Por un lado, se quiere ayudar a las empresas a incorporar prácticas de sostenibilidad software, con propuestas metodológicas, validadas y automatizadas, y trabajando en la ingeniería de requisitos para estos sistemas software. Por otro lado, se pretende contribuir de forma activa a la concienciación de la sociedad sobre el impacto que el software tiene en el medio ambiente.

La creación de aplicaciones con mejor usabilidad, contribuye a la sostenibilidad. Un software con una baja usabilidad, provoca que los usuarios pierdan más tiempo interactuando con él, gastando más energía y dinero, lo cual va en contra del concepto de sostenibilidad [73].

En este proyecto coordinado participan el Grupo Alarcos de la Universidad de Castilla-La Mancha, y el Grupo de Investigación de Ingeniería del Software de la Universidad de Murcia, así como varias EPO. Los investigadores principales son los doctores Coral Calero y Félix García, por parte del Grupo Alarcos, y los doctores Ambrosio Toval Álvarez y José Luis Fernández Alemán, por parte del Grupo de Investigación de Ingeniería del Software de la UMU.

GINSENG está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España, Plan Nacional de I+D+I/FEDER (TIN2015-70259-C2-2-R), estando su periodo de ejecución comprendido entre el 01/01/2016 y el 31/12/2018.

#### 1.4.2.3 Mobile Personal Health Records in Morocco

El proyecto llamado “*Mobile Personal Health Records in Morocco*” es un proyecto internacional que tiene como objetivo desarrollar una carpeta personal de salud móvil, aplicada en la especialidad de cardiología, que será desarrollada en un entorno de

desarrollo global del software. Esta tesis contribuye al desarrollo de aplicaciones móviles de salud desde el enfoque de la usabilidad.

En este proyecto colaboran la Facultad de Informática de la Universidad de Murcia y la *École nationale supérieure d'informatique et d'analyse des systèmes* (ENSIAS), de la Universidad Mohammed V – Souissi de Rabat, Marruecos, siendo los investigadores responsables el Dr. Ali Idri y el Dr. José Luis Fernández Alemán.

Este proyecto está financiado por el *Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Formation des Cadres*, del Gobierno de Marruecos.

### 1.4.3 RELACIONES CON OTROS ORGANISMOS

Esta tesis también ha sido influenciada por el ENSIAS, de la Universidad Mohammed V – Souissi de Rabat, Marruecos. El doctorando realizó una estancia de 10 meses, con Dr. Ali Idri como referente académico. La estancia se enmarca dentro de una beca de movilidad Erasmus Mundus y el convenio de cooperación entre la Universidad de Murcia y la Universidad Mohammed V – Souissi, en el que se acuerda, entre otros, fomentar el intercambio de investigadores, personal docente y estudiantes, así como la realización de proyectos de investigación.

En abril de 2011 se aprobó una acreditación MOY (*Mediterranean Office for Youth*) de un programa de doctorado conjunto con el título “Doctorado en Informática”, entre la Universidad de Murcia y la Universidad Mohammed V – Souissi (Rabat). Entre las actividades formativas y de investigación de este programa se encuentran: el desarrollo global de software, la ingeniería del software empírica, los estándares y modelos de calidad del software, los entornos de e-aprendizaje y la web semántica.

## 1.5 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Esta tesis se estructura en un total de 10 capítulos, los cuales se resumen a continuación. En este primer capítulo introducimos la tesis, donde damos una perspectiva general de la situación actual sobre las tecnologías móviles, las aplicaciones móviles de salud, y las barreras existentes para su adopción. Partiendo de la base expuesta en la introducción, pasamos a justificar la motivación de esta tesis, así como la hipótesis y los objetivos. En este capítulo también se proporciona el marco de realización de la tesis.

El capítulo 2 describe las metodologías empleadas a lo largo de la tesis. Primero introducimos el método de investigación-acción, después se explica la metodología para el estudio del estado del arte, y finalmente, se estudian los métodos para la ingeniería de requisitos y auditoría.

En el capítulo 3 pasamos a exponer en detalle el estado del arte actual en cuanto a las aplicaciones móviles de salud se refiere. En el estudio del estado del arte exploramos

dos áreas principales: la seguridad y privacidad, y la usabilidad. Tras mostrar los estudios realizados en cada una de estas áreas, ofrecemos también las conclusiones obtenidas de dichos estudios.

El capítulo 4 contiene el proceso de creación del catálogo de requisitos, incluyendo la identificación de las fuentes, la extracción de requisitos, y la elaboración, validación y mantenimiento del catálogo.

En el capítulo 5 proponemos un método de auditoría para validar el catálogo que hemos desarrollado, y que puede ser empleado para la evaluación de la usabilidad de cualquier aplicación móvil. También identificamos en este capítulo los actores y los artefactos involucrados en este proceso de auditoría.

El capítulo 6 muestra un caso de estudio práctico donde, haciendo uso del método de auditoría, se realiza la evaluación de usabilidad de una aplicación móvil de salud. Explicamos el análisis del contexto, la ejecución de la auditoría, y los resultados obtenidos. En este capítulo también se resume otro caso de estudio realizado por otro investigador, en el cual también se hizo uso de nuestro catálogo para el desarrollo de una nueva aplicación.

En el capítulo 7 exponemos las conclusiones de la tesis y las líneas de trabajo futuro, contrastando además los resultados obtenidos con los objetivos.

El capítulo 8 recoge las publicaciones que han surgido a raíz del trabajo realizado en esta tesis, y el capítulo 9 lista todas las referencias bibliográficas citadas en este trabajo.

Finalmente, el capítulo 10 contiene los anexos de este trabajo donde se amplía la información de la tesis, incluyendo por ejemplo, más tablas de resultados.

## 2 MÉTODO DE TRABAJO

En este capítulo resumimos el método de trabajo seguido en esta tesis. Para cada uno de los métodos estudiados, damos una visión general, así como sus características más importantes.

En la sección 2.1 presentamos el método de investigación-acción, uno de los más usados en ingeniería del software, y base de nuestro trabajo. En la sección 2.2 explicamos la metodología usada en la parte de estudio del estado del arte realizado para esta tesis. Finalmente en la sección 2.3 resumimos algunos de los enfoques actuales más en uso en ingeniería de requisitos y detallamos el método concreto empleado en esta tesis.

### 2.1 INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

El método de investigación utilizado en este trabajo es el conocido como Investigación-Acción (*Action-Research*). Este método es uno de los métodos de investigación cualitativa más referenciados en ingeniería del software [74]. El método de investigación-acción combina la investigación y la práctica para generar resultados relevantes [75]. Se trata de un proceso iterativo donde los investigadores y profesionales trabajan juntos en una serie de tareas específicas [76]. La investigación-acción anima a los investigadores a experimentar a través de la intervención y considerar los efectos de esta intervención para medir la implicación de sus teorías.

El método de investigación-acción no fue creado específicamente para los sistemas de información. Según Baskerville y Wood-Harper [75], su origen se remonta a finales de la segunda guerra mundial, cuando Lewin, en 1951, desarrolló el método en el centro de investigación de *Group Dynamics* de la Universidad de Michigan, para estudiar psicología social. Aunque hay muchas variantes de este método, Baskerville y Wood-Harper presentan en su trabajo una perspectiva de la investigación-acción como método para la investigación de los sistemas de información, que es común a la mayoría de ellas. Según estos autores, el ciclo de investigación-acción consta de 5 fases que se muestran en la figura 4: diagnóstico, planificación de la acción, ejecución de la acción, evaluación, y aprendizaje.

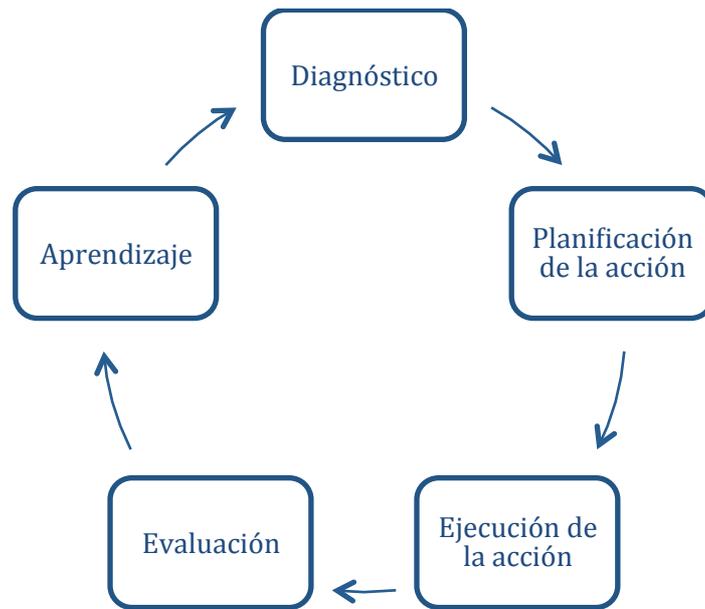


Figura 4. Ciclo de investigación-acción presentado por Baskerville y Wood-Harper

El diagnóstico corresponde a la identificación de los problemas principales que motivan al deseo de cambio, que motivan la investigación. En la planificación de la acción, los investigadores y los profesionales colaboran para especificar las acciones que mitigarían o solucionarían dichos problemas principales. En la ejecución de la acción se lleva a cabo la intervención mediante el plan desarrollado en la fase anterior. Cuando la ejecución ha finalizado, los investigadores y profesionales evalúan los resultados obtenidos. Se determina si los efectos teóricos de las acciones tuvieron lugar y si esos efectos ayudaron a mitigar los problemas. Si los cambios fueron insatisfactorios, se revisan las hipótesis para la iteración siguiente.

## 2.2 MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE

En cualquier investigación, el estudio del estado del arte sirve para conocer el estado de la situación actual de todo aquello relacionado con la misma, es la base que sustenta la investigación, y la fase de diagnóstico del método de investigación-acción. En este trabajo, el estado del arte es analizado para proveer conocimiento útil sobre cómo mitigar las barreras que dificultan la adopción de aplicaciones mHealth: la preocupación por la privacidad, y la falta de usabilidad. El estudio del estado del arte también gana más importancia puesto que debemos extraer y recopilar todo ese conocimiento para crear un catálogo de requisitos de usabilidad.

El método seleccionado para estudiar el estado del arte es el proceso de revisión sistemática de la literatura o RSL (*Systematic Literature Review*), propuesto por Kitchenham B. [77]. Esta guía es la más adoptada en el ámbito de la ingeniería del software. Una RSL es una técnica de investigación que recapitula todas las evidencias empíricas de un campo de estudio específico [50]. Estas evidencias son analizadas para

obtener conclusiones sobre las preguntas de investigación planteadas [78]. Una revisión de este tipo permite identificar, evaluar, interpretar y sintetizar todos los aspectos relevantes de un tema de interés concreto [79]. El proceso utiliza métodos formales para asegurar la efectividad y la imparcialidad de los resultados obtenidos.

Según Kitchenham, una revisión sistemática consiste en varias actividades que pueden ser agrupadas en tres fases principales: planificación, ejecución y documentación. La tabla 1 desglosa el detalle de cada una de estas fases.

**Tabla 1. Proceso de RSL propuesto por Kitchenham [77]**

Planificación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Especificar las preguntas de investigación</li> <li>2. Desarrollar el protocolo de la revisión</li> <li>3. Validar el protocolo de la revisión</li> </ol>
Ejecución	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Identificar las investigaciones relevantes</li> <li>5. Seleccionar los estudios primarios</li> <li>6. Evaluar la calidad de los estudios</li> <li>7. Extraer los datos</li> <li>8. Sintetizar los datos</li> </ol>
Documentación	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Escribir el informe de la revisión</li> <li>10. Validar el informe</li> </ol>

El primer paso es especificar las preguntas de investigación. Esta fase es la más crítica en una revisión sistemática, debido a que las preguntas de investigación se usan para construir las cadenas de búsqueda y determinan los datos que deben ser extraídos de cada estudio primario. Las preguntas de investigación forman parte del protocolo de revisión creado en el paso número 2 del proceso.

El protocolo de la revisión proporciona detalles del plan, que incluye el proceso a seguir, la estrategia de búsqueda y las condiciones que se deben aplicar para seleccionar los estudios primarios. En nuestra investigación, construimos cadenas de búsqueda y las condiciones son explicadas en forma de criterios de inclusión y exclusión. Para crear la cadena de búsqueda, se sigue la siguiente estrategia:

- Obtener los términos de búsqueda principales descomponiendo las preguntas de investigación en elementos individuales, como la tecnología, o el tipo de estudio.
- Completar los términos de búsqueda con las palabras clave de otros estudios conocidos.
- Identificar sinónimos de los términos de búsqueda principales.
- Construir la cadena usando el operador “AND” para unir los términos principales, y “OR” para incluir los sinónimos.

En las estrategias de búsqueda de nuestra investigación, también hacemos uso de los llamados criterios PICO [80]: población (*Population*), intervención (*Intervention*),

comparación (*Comparison*) y resultado (*Outcome*). El conjunto final debería tener la máxima cobertura posible, pero también ha de tener un tamaño manejable.

Una vez el protocolo es validado en el paso 3 del proceso, pasamos a la fase de ejecución, donde el paso 4 identifica los estudios relevantes. En este paso se lleva a cabo la estrategia de búsqueda definida en el protocolo de la revisión. En el paso 5, la selección de los estudios se suele realizar en 2 etapas: una primera etapa donde se revisan los títulos y resúmenes de los estudios, y una segunda etapa donde se obtiene el artículo completo y se revisa mediante los criterios establecidos en el protocolo. El objetivo del paso 6 es evaluar la calidad de los estudios primarios para apoyar al proceso de inclusión/exclusión, y para medir la importancia de los estudios durante la fase de análisis de los datos. Dependiendo del tipo de revisión sistemática que se esté realizando, puede que esta fase 6 no sea necesaria. En la extracción de datos del paso 7, se suelen usar formularios para guardar de forma precisa la información obtenida de los estudios primarios. Para reducir cualquier sesgo, la estrategia de extracción de datos también se define en el protocolo. Por último, en la fase de ejecución, los datos extraídos son sintetizados de manera apropiada para poder contestar a las preguntas de investigación. En ingeniería del software, las revisiones suelen ser cualitativas, en vez de cuantitativas, por lo que los datos necesitan ser agregados y se debe explicar cómo esa agregación sirve para responder a las preguntas de investigación [77]. La última etapa del proceso de revisión es la de documentación, donde primero se documenta toda la revisión, y finalmente, se revisa.

La propuesta inicial de Kitchenham fue publicada en el año 2007, y muchos investigadores han publicado trabajos sobre los problemas que han encontrado en esta metodología, así como propuestas para su mejora. En 2013, Kitchenham y Brereton hicieron una revisión de todas estas publicaciones [81]. Algunos de los cambios propuestos son: mejorar el proceso de creación de la cadena de búsqueda, añadir más información sobre la síntesis de datos cualitativos, incluir cómo se tratan los estudios duplicados, mencionar estrategias de búsqueda basadas en las referencias (como la estrategia de bola de nieve), o proporcionar más ejemplos sobre cómo construir los protocolos.

## 2.3 INGENIERÍA DE REQUISITOS

La ingeniería de requisitos se encarga de identificar, modelar, comunicar y documentar los requisitos de un sistema y el contexto en el que el sistema será usado [82]. Los requisitos describen lo que tiene hacerse pero no cómo tienen que ser implementados. El objetivo es crear un conjunto de requisitos del sistema que sea lo más completo, consistente y relevante posible, y que refleje las necesidades del usuario o cliente [83].

Podemos encontrar en la literatura diferentes estrategias de desarrollo y documentación de los requisitos: ingeniería de requisitos tradicional, dirigido por casos de uso, o ágil

[84], así como diferentes métodos específicos de ingeniería de requisitos como el enfoque orientado a objetivos [85], puntos de vista [86], o el enfoque i\* [87]. Por razones de tiempo, espacio y alineamiento con los trabajos anteriores del Grupo de Investigación de Ingeniería del Software, hemos investigado solamente esos enfoques más generales para contextualizar nuestro propio trabajo.

### 2.3.1 INGENIERÍA DE REQUISITOS TRADICIONAL

En el enfoque tradicional de requisitos se asume que el cliente conoce desde el principio las necesidades del sistema, y que el equipo de desarrollo entiende estas necesidades de forma correcta [82]. Estándares como el IEEE 830 [88], son el reflejo de este enfoque. El método tradicional es un proceso formado por 5 actividades principales: extracción, análisis y negociación, documentación, validación, y mantenimiento [82], [89]:

1. **Extracción.** Actividad para obtener los requisitos e identificar los límites que definen el contexto del sistema. Es esencial entender el dominio de la aplicación, las necesidades del negocio, las restricciones del sistema y los problemas existentes. Las técnicas usadas para la extracción incluyen: entrevistas, casos de uso, prototipos, u observación y análisis.
2. **Análisis y negociación.** Fase donde se analizan las características de los requisitos: su necesidad, consistencia, completitud, y viabilidad. Los conflictos se resuelven mediante prioridades en los requisitos. Finalmente se llega a un acuerdo sobre el conjunto de requisitos final.
3. **Documentación.** El objetivo de crear la documentación es comunicar los requisitos a los desarrolladores y a los clientes. Esta documentación es la base para evaluar los procesos y productos posteriores.
4. **Validación.** En este paso se certifica que los requisitos dan una descripción apropiada del sistema a implementar. En la validación se crea una lista de los problemas encontrados en el documento de requisitos y las acciones necesarias para solucionar dichos problemas.
5. **Mantenimiento.** El propósito de este último paso es capturar, guardar, y gestionar la información. Incluye todas las actividades relacionadas con el control de cambios y versiones, y control del estado de los requisitos.

Tradicionalmente se sigue una estrategia en cascada, en la que el documento de requisitos es completado antes del comienzo del desarrollo del producto [90]. Existe una alternativa a este enfoque, un proceso iterativo, en el que después de un análisis preliminar, el producto se desarrolla mediante pequeños incrementos [90]. El enfoque iterativo no puede aplicarse en todas las circunstancias. Si el documento de requisitos es la base de un contrato, entonces se necesita una especificación completa [90].

### 2.3.2 REQUISITOS DIRIGIDOS POR CASOS DE USO

La técnica de casos de uso se centra en el uso de los sistemas y en el problema a resolver. En este método se crean modelos que especifican las interacciones en un sistema. Estas interacciones permiten obtener valores tangibles y medibles. La unidad principal de los modelos son los casos de uso, los cuales conducen las actividades, y además, proporcionan un lenguaje común con el que todas las partes implicadas pueden comunicarse [91].

Los casos de uso describen la forma en la que un sistema es usado por los usuarios, y lo hacen de forma modular e incremental. Un caso de uso muestra una sola forma de usar el sistema, por lo que se necesitan varios casos de uso para obtener una descripción completa del sistema. La combinación de los casos de uso con los actores implicados, forma el modelo completo del comportamiento de un sistema. Los casos de uso proporcionan una representación de los requisitos del sistema fácil de entender. Cada caso de uso puede representarse usando UML (*Unified Modelling Language*), mediante una descripción textual y un conjunto de iconos simples [91].

En el enfoque por casos de uso, nos encontramos los siguientes elementos principales:

- **Casos de uso.** Definen una secuencia de acciones requeridas por el sistema.
- **Actores.** Un actor es cualquier elemento externo con el que el sistema intercambia información, incluyendo a los usuarios o a otros sistemas.
- **Paquetes.** Un paquete engloba un conjunto de casos de uso, actores, u otros paquetes.
- **Relaciones.** Las relaciones conectan dos elementos, tanto si son casos de uso, actores, o paquetes. Según los elementos, hay distintos tipos de relaciones:
  - Caso de uso – actor. Indica una asociación que muestra cómo interactúa el actor con el caso de uso.
  - Paquete – paquete. Indica una dependencia entre los casos de uso o actores de un paquete con los del otro.
  - Caso de uso – caso de uso. Indica una relación de inclusión o extensión.
  - Actor – actor. Indica una relación de generalización, por la que un actor puede heredar el comportamiento de otro actor.

### 2.3.3 REQUISITOS EN MÉTODOS ÁGILES

Los métodos ágiles, a diferencia de los métodos tradicionales, están menos orientados a los documentos y más a la implementación. Los métodos ágiles son adaptativos en vez de predictivos. Al contrario que los métodos tradicionales, los ágiles no planifican en detalle para un largo plazo, sino que se desarrollan para que sean adaptados a los cambios. Los métodos ágiles también se orientan más hacia la gente, y no hacia los

procesos. Se basan en el conocimiento y competencia de las personas, en vez de basarse en procesos perfectamente documentados [82]. Ejemplos de métodos ágiles son:

- **Programación extrema (*extreme programming* o **XP**) [92]**. Creada por Kent Beck en 1999, este tipo de método se basa en fundamentos como los siguientes:
  - Escribir tests unitarios antes de programar y mantener los tests en continua ejecución.
  - Integrar y probar todo el sistema varias veces al día.
  - Generar todo el software por parejas, dos programadores en cada pantalla.
  - Comenzar los proyectos con un diseño simple que evolucione constantemente para incorporar flexibilidad y eliminar la complejidad innecesaria.
  - Poner una versión mínima del sistema en producción y trabajar sobre ella para hacerla crecer en las dirección que sean más valiosas.
  
- **Scrum [93]**. La filosofía de Scrum se centra en cómo un equipo debe trabajar para crear un producto de calidad en un ambiente con continuos cambios [82]. Esta metodología se basa en la idea de que los clientes pueden cambiar su opinión sobre lo que necesitan. Estos cambios imprevisibles no se pueden tratar fácilmente usando los métodos tradicionales. Scrum en cambio se centra en maximizar la habilidad del equipo para responder ante cambios en los requisitos. Scrum es una técnica de modelado ágil (*agile modelling*) [94], el cual destaca la diferencia entre modelos informales cuyo objetivo es apoyar la comunicación cara a cara, y los modelos que son preservados y mantenidos como parte de la documentación del sistema. Estos últimos modelos son los que habitualmente se encuentran en los enfoques de ingeniería de requisitos [82].
  
- **Método de desarrollo de sistemas dinámicos (*Dynamic Systems Development Method* o **DSDM**) [95]**. El objetivo de este método es desarrollar software de forma ágil, rápida, iterativa e incremental, sensible a los cambios en los requisitos. DSDM se caracteriza por la implicación del usuario de forma continua, y la entrega frecuente de prototipos y productos. Este método distingue 2 fases: estudio de la viabilidad y estudio del negocio. La extracción de los requisitos se hace durante estas dos fases, así como durante el proceso de desarrollo. En DSDM, las pruebas se encuentran integradas durante todo el ciclo de vida.

### 2.3.4 REUTILIZACIÓN DE REQUISITOS

Los métodos vistos de ingeniería de requisitos, pueden ser integrados con otros enfoques, como las estrategias que ponen el énfasis en la reutilización. Estas estrategias de reutilización pueden también constituir por sí mismas un proceso de ingeniería de requisitos.

Una propuesta de reutilización es el método SIREN (*Simple REuse of software requiremeNts*) [69]–[71], una metodología basada en estándares de ingeniería del software que anima a reutilizar requisitos. SIREN es una solución práctica que incluye plantillas para los requisitos y un repositorio de requisitos reutilizables. Los requisitos se encuentran organizados en catálogos que siguen las recomendaciones internacionales sobre requisitos, como el IEEE 830-98 [88], o su actualización ISO/IEC/IEEE 29148:2011 [96], así como las guías del IEEE 1233 [97].

SIREN sigue un modelo de proceso en espiral, donde el conjunto de requisitos se va completando con las sucesivas iteraciones del proceso. Este modelo se muestra en la figura 5 y está basado en el proceso de ingeniería de requisitos propuesto por Kotonya y Sommerville [98], en el que distinguen 4 fases: (1) extracción, (2) análisis y negociación, (3) documentación, y (4) validación.

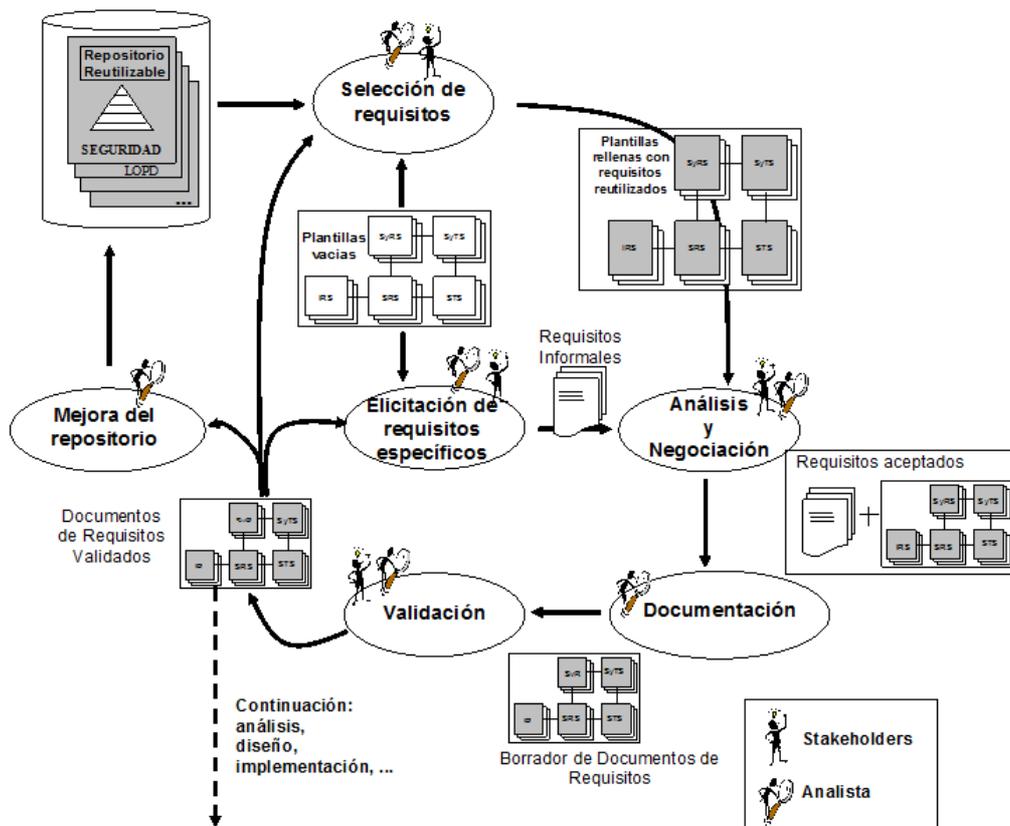


Figura 5. Proceso de SIREN para la reutilización de requisitos

La fase de extracción se divide en dos actividades: selección de requisitos y extracción de requisitos específicos. En la selección de requisitos entra en juego la reutilización, la cual consiste en proporcionar al analista las plantillas de las especificaciones que contienen los requisitos del repositorio reutilizable. El analista, junto a las partes interesadas (*stakeholders*), como por ejemplo los clientes, reutilizan aquellos requisitos que se adecúan a la aplicación específica que se está desarrollando. Tras la reutilización, en la segunda actividad, el analista extrae el resto de requisitos que son específicos del dominio y del sistema que se está desarrollando.

En la segunda fase de análisis y negociación, se revisan los requisitos extraídos en la fase anterior y se llega a un acuerdo con todas las partes interesadas. En la fase de documentación se crea un borrador del documento de requisitos, el cual es validado en la última fase del proceso, generando así un documento de requisitos ya validado. Este proceso se repite en las siguientes iteraciones del ciclo.

SIREN también propone una jerarquía de documentos de requisitos, mostrada en la figura 6. Cada uno de los documentos se corresponde a un nivel de especificación diferente, con diferentes objetivos:

- **SyRS** (*System Requirements Specification*). Este documento describe los requisitos del sistema completo, siendo la base para el hardware, el software, el sistema de datos, e incluso el componente humano involucrado en el sistema. El SyRS detalla la funcionalidad, las salidas y entradas, el rendimiento y las restricciones del sistema a desarrollar.
- **SRS** (*Software Requirements Specification*). Este documento describe los requisitos del software del sistema, indicando las funcionalidades, el rendimiento o el diseño del mismo.
- **SyTS** (*System Test Specification*). Este documento es la especificación para la validación o *testing* del sistema, donde se detalla cómo comprobar que el sistema cumple un requisito concreto. Cada requisito del SyRS debe estar enlazado con los criterios en el SyTS que lo validan.
- **STS** (*Software Test Specification*). Este documento es la especificación para la validación o *testing* del software del sistema, donde se detalla cómo comprobar que el software implementado cumple un requisito concreto. Cada requisito del SRS debe estar enlazado con los criterios en el STS que lo validan.
- **IRS** (*Interface Requirements Specification*). Los requisitos relacionados con las interfaces pueden extraerse a este documento separado del resto. En el IRS se describen las interfaces entre las partes del software, y las interfaces entre el software y los usuarios.

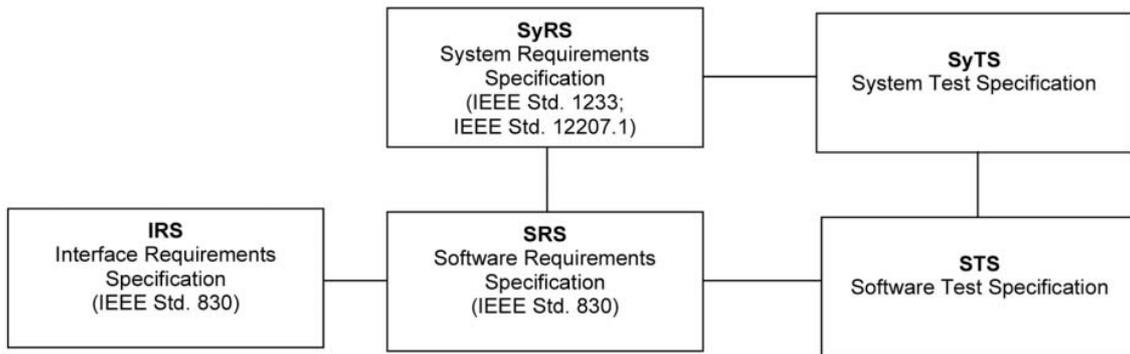


Figura 6. Jerarquía de documentos en SIREN

### 2.3.5 MÉTODO SELECCIONADO

Los métodos tradicionales sirven como buena base para nuestra metodología. Los métodos ágiles están más enfocados a desarrollos de proyectos concretos donde los requisitos provenientes de los clientes son cambiantes. Esta perspectiva no se adapta a nuestro objetivo, puesto que no buscamos requisitos específicos para una aplicación, sino un catálogo que pueda ser reutilizado en distintos proyectos. Por este motivo, adoptamos el proceso SIREN<sub>p</sub> como método de desarrollo de ingeniería de requisitos. El proceso SIREN<sub>p</sub> se aplica para la creación de catálogos de requisitos reutilizables. A parte de SIREN<sub>p</sub>, la metodología SIREN distingue el proceso SIREN<sub>c</sub> para la creación de una especificación de requisitos de una aplicación en concreto mediante la reutilización de los catálogos preexistentes de requisitos. El uso de SIREN nos permite además alinear nuestros resultados con otros obtenidos en el grupo de investigación, como otros catálogos creados también con SIREN. Algunos ejemplos de catálogos reutilizables son el catálogo de requisitos de protección de datos personales (Seguridad-PDP) [99], o el catálogo de internacionalización (EI-CAT) [100].

## 3 ESTADO DEL ARTE

### 3.1 SEGURIDAD Y PRIVACIDAD EN MHEALTH

Los usuarios de aplicaciones mHealth muestran preocupación por la seguridad y privacidad de sus datos, lo que fomenta que esto sea una barrera para su adopción [45]–[47]. Para conocer el estado actual de la seguridad y privacidad en las aplicaciones mHealth, hemos realizado un análisis de las características de seguridad y privacidad que tienen los actuales mPHRs. Este análisis fue publicado en la *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação* (RISTI) [101]. Una versión preliminar sobre las políticas de privacidad, fue publicada en las actas de la conferencia internacional *Engineering in Medicine and Biology Society* (EMBC) [102].

#### 3.1.1 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD Y PRIVACIDAD

En esta sección se detalla el análisis realizado de las políticas de privacidad de 24 mPHRs. La metodología empleada se basa en el proceso de revisión sistemática de la literatura aplicado en Ingeniería del Software [103]. Para el paso de búsqueda de mPHRs, fue necesaria una adaptación debido a que no buscamos trabajos relevantes, sino aplicaciones relevantes para nuestra investigación. En vez de utilizar las tradicionales bases de datos electrónicas de las fuentes más relevantes en ingeniería de software, nosotros realizamos la búsqueda en los mercados de aplicaciones más populares, tal y como se explica en detalle en la subsección 3.1.1.1. En la fase de selección de las aplicaciones, se consideró el nombre y descripción de las aplicaciones, que son el equivalente al título y resumen de los artículos tradicionales de ingeniería del software. La selección se verá en detalle en la subsección 3.1.1.2.

También se siguieron las directrices presentadas en el informe PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis*) [104], cuyo objetivo es ayudar a los autores a mejorar la cobertura de las revisiones sistemáticas. El diagrama de flujo que muestra el proceso de selección de aplicaciones de la revisión sistemática se basa en el diagrama de flujo propuesto por PRISMA.

El método seguido en este análisis fue desarrollado previamente al inicio de las tareas de búsqueda, incluye tanto los criterios de elegibilidad, como las fuentes de información, y describe los procesos de selección de aplicaciones y de extracción y recolección de datos.

### 3.1.1.1 Fuentes y cadena de búsqueda

Nuestra investigación se centró en aplicaciones para las dos plataformas móviles más extendidas actualmente: Android e iOS. Las aplicaciones disponibles para iOS se encuentran centralizadas en el repositorio de Apple oficial, App Store. Para Android existen otros repositorios además del repositorio oficial de Google Play, como Amazon Appstore. Se optó por elegir como fuentes de información los repositorios oficiales: Google Play para Android y App Store para iOS. Estos dos repositorios son líderes mundiales tanto en número de aplicaciones disponibles como en número de descargas. Si nos centramos en aplicaciones bajo la categoría de Salud, ambos repositorios tienen un gran repertorio de aplicaciones: existen alrededor de 20.000 aplicaciones médicas en la App Store y más de 8.000 en Google Play [105].

Ambos repositorios tienen disponibles motores de búsqueda que fueron empleados para el proceso de búsqueda de las aplicaciones. La cadena de búsqueda se elaboró haciendo uso de los criterios PICO [80], concretamente el de población para no limitar demasiado la búsqueda y debido a que la propia elección de los repositorios restringe los resultados, ya que obtendremos únicamente aplicaciones móviles. La cadena de búsqueda se define de la siguiente manera:

*“PHR” OR “personal health record”*

El proceso de búsqueda se realizó en octubre de 2013. Este proceso fue realizado aplicando la cadena anterior a ambos repositorios, mediante su propia herramienta de búsqueda. La herramienta de búsqueda de los repositorios examina las aplicaciones mediante su nombre y su descripción.

### 3.1.1.2 Criterios de elegibilidad y selección

En esta sección se presentan los criterios de inclusión (CI) y los criterios de exclusión (CE). Para que una aplicación sea seleccionada, ésta ha de cumplir todos y cada uno de los criterios de inclusión:

- CI1: mPHRs de carácter general que se encuentran en la categoría de salud, pero que no están centrados en alguna condición de salud concreta, como por ejemplo, diabetes o embarazo.
- CI2: mPHRs que están disponibles de manera gratuita.
- CI3: mPHRs que han sido actualizados posteriormente al 1 de enero de 2013 (menos de 10 meses respecto a la fecha de realización de la búsqueda).

El criterio CI1 selecciona las aplicaciones que fueron clasificadas por sus desarrolladores en la categoría de salud. CI2 selecciona las aplicaciones completamente gratuitas. Las aplicaciones de pago suelen tener funcionalidades más avanzadas [106], sin embargo, las aplicaciones gratuitas son más populares ya que existe una correlación negativa entre precio y número de descargas [107]. Un estudio realizado por *Harris Interactive* en 2010 mostró que el 95% de la población adulta de Estados Unidos

prefiere las aplicaciones gratuitas [108]. En torno al 80% de las aplicaciones descargadas de las tiendas de aplicaciones son gratuitas [109]. Según el informe de *Mobile Health (Mobile Health Market Report 2013-2017 [20])*, el top 10 de las aplicaciones de salud en Android e iOS generan al día hasta 4 millones de descargas provenientes de las aplicaciones gratuitas, frente a las 300.000 descargas de aplicaciones de pago.

Por último, CI3 es necesario para asegurar que la aplicación está siendo mantenida y no está en un estado de abandono. Un ciclo de publicación regular permite a los desarrolladores extender la funcionalidad y mejorar la seguridad de las aplicaciones mediante, por ejemplo, la corrección de errores. Estas novedades y mejoras en una aplicación hacen que los usuarios tengan una mejor experiencia con la misma. Aunque no hay un número mágico para determinar la frecuencia con la que las aplicaciones deben ser actualizadas, al menos una nueva versión debe ser publicada cada año [110]. En este caso, y por la fecha en la que se realizó el proceso de búsqueda, el CI3 establece un plazo de 10 meses, de forma que las aplicaciones debían haber sido actualizadas después del 1 de enero de 2013.

Las aplicaciones que cumplieron con al menos uno de los siguientes criterios de exclusión fueron descartadas:

- CE1: mPHRs que al ser evaluados presentan errores de instalación o de tiempo de ejecución que no permiten la correcta evaluación de la aplicación.
- CE2: mPHRs que dependen completamente de un servicio externo (de pago o gratuito) y no pueden ser evaluados independientemente como aplicaciones móviles sino como conjunto de servicios.

El proceso de selección de mPHRs se llevó a cabo siguiendo las siguientes fases:

1. El uso de la cadena de búsqueda previamente definida en los motores de búsqueda de los repositorios App Store de Apple y Google Play de Google.
2. La exploración manual de la información disponible en la descripción de los mPHRs en los repositorios para aplicar los criterios de inclusión.
3. La exploración manual de la información disponible en la descripción de los mPHRs en los repositorios y de los mPHRs en sí para aplicar los criterios de exclusión.

La primera fase de la búsqueda obtuvo 203 aplicaciones. De este conjunto inicial, 35 mPHRs cumplían con todos los criterios de inclusión. Por ejemplo, aplicaciones como *Stabilix PHR Pro* para Android o *Capzule PHR* para iOS no fueron incluidas ya que no eran aplicaciones gratuitas. Otros mPHRs, como *Minerva PHR Viewer* para iOS, no fueron seleccionados porque su última actualización tenía más de 10 meses. Las 35 aplicaciones fueron reducidas a 24 tras aplicar los criterios de exclusión.

Un ejemplo de una aplicación que fue descartada por cumplir uno de los CE es *My Health Diary* para iOS. Esta aplicación estaba disponible solamente en la AppStore de la India y no pudo ser instalada. La aplicación llamada *MHA Mobile* fue excluida porque había un error al intentar instalarla. El error informaba de que el paquete de instalación no estaba correctamente firmado por el desarrollador. La lista completa de aplicaciones descartadas puede consultarse en el anexo 10.1.

El proceso de selección fue realizado independientemente por dos investigadores mediante el uso de una hoja de cálculo. No hubo desacuerdos entre los dos autores durante la selección ya que los criterios de inclusión y exclusión son claros y objetivos. La figura 7 muestra todas las fases del proceso de selección.

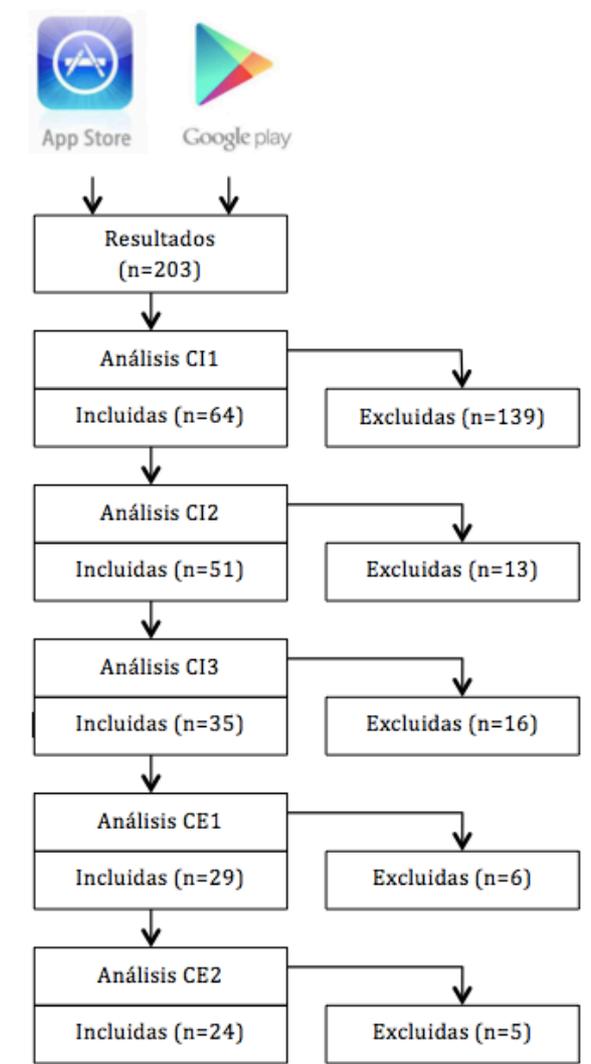


Figura 7. Diagrama PRISMA del proceso de selección de mPHRs

### 3.1.1.3 Proceso de extracción y recolección de la información

Para extraer la información necesaria para el análisis, realizamos una exploración manual de los mPHRs, de la información disponible en la descripción de los mPHRs en los repositorios, y en algunos casos, de las páginas web de las aplicaciones, o de los desarrolladores, para identificar las políticas de privacidad de cada mPHR. Realizamos además una lectura completa de cada política de privacidad, para extraer, de forma manual, las características de seguridad a valorar.

Cada mPHR fue evaluado de manera independiente por dos de los autores del estudio. Las discrepancias fueron resueltas mediante discusión entre los mismos dos autores. El proceso de extracción y recolección de la información fue realizado haciendo uso de formularios de extracción de datos presentados en forma de hojas de cálculo.

### 3.1.1.4 Evaluación de calidad

La evaluación de los mPHRs se llevó a cabo a través del uso de un cuestionario de doce cuestiones definidas por los autores disponible en la tabla 2. La estructuración del cuestionario está basada en los Principios de Buenas Prácticas de la Información (*Fair Information Practice Principles*, FIPPs) de la Comisión General de Comercio de EEUU (*Federal Trade Commission*, FTC). Estos principios son internacionalmente aceptados y ampliamente usados en la creación de políticas de privacidad, estando además centrados en la recolección de datos de los usuarios [111]. Se establecen cinco principios:

- **Notificación**, es el principio fundamental por el que el usuario debe ser informado de las prácticas que va a realizar la empresa con su información personal antes de que ésta sea registrada.
- **Elección**, el usuario debe conocer las opciones sobre cómo va a ser usada su información, si la información va a ser revelada a una tercera entidad y bajo qué condiciones.
- **Acceso**, el usuario debe poder acceder a sus datos para modificarlos o eliminarlos.
- **Seguridad**, los datos del usuario y su integridad debe ser protegida.
- **Ejecución**, consiste en las acciones legales a seguir si la política de privacidad es violada. El último principio sobre ejecución queda fuera del ámbito de nuestro análisis.

**Tabla 2. Cuestionario de evaluación de las políticas de privacidad**

<b>Notificación</b>	
C1	<p><i>¿Es la política de privacidad fácilmente accesible?</i></p> <p>S (Sí), la política de privacidad está disponible desde el propio mPHR;  P (Parcialmente), la política de privacidad está disponible en la descripción del mPHR en el repositorio, en la página web del mPHR o en la página web del desarrollador;  N (No), la política de privacidad no está disponible.</p>
C2	<p><i>¿Son los cambios en la política de privacidad notificados al usuario?</i></p> <p>S (Sí), los cambios en la política de privacidad son notificados cuando el usuario utiliza el mPHR por primera vez después de que se hayan producido los cambios;  P (Parcialmente), los cambios se notifican mediante una actualización en la propia política de privacidad, incluyendo la fecha del cambio;  N (No), los cambios en la política de privacidad se producen sin notificación alguna.</p>
C3	<p><i>¿Se informa al usuario del uso de Cookies, servicios de análisis de datos, servicios de geolocalización o almacenamiento de IPs?</i></p> <p>S (Sí), se informa al usuario del uso de Cookies, servicios de análisis de datos, servicios de geolocalización o almacenamiento de IPs;  N (No), no se hace uso de Cookies, servicios de análisis de datos, servicios de geolocalización ni almacenamiento de IPs.</p>
C4	<p><i>¿Sigue el mPHR algún estándar o recomendación de seguridad?</i></p> <p>S (Sí), el mPHR cumple con algún estándar o recomendación de seguridad;  N (No), el mPHR no cumple con ningún estándar.</p>
<b>Elección</b>	
C5	<p><i>¿Existe algún mecanismo de acceso a los datos en caso de emergencia médica?</i></p> <p>S (Sí), existe un mecanismo de acceso a los datos del paciente en caso de emergencia;  N (No), no existe mecanismo de acceso a los datos del paciente en caso de emergencia.</p>
C6	<p><i>Si el mPHR permite conexión con otros PHRs o EHRs, ¿se explicita las condiciones de dicha conexión?</i></p> <p>S (Sí), el mPHR permite la conexión con otros PHRs o EHRs y se explicita cómo se realiza y asegura la comunicación;  N (No), el mPHR permite la conexión con otros PHRs o EHRs pero no se explicita cómo se realiza y asegura la comunicación;  - (No Procede), el mPHR no permite la conexión con otros PHRs ni con EHRs.</p>
<b>Acceso</b>	
C7	<p><i>Si el mPHR permite múltiples usuarios, ¿se puede conceder y revocar acceso a otros usuarios? ¿Qué tipos de accesos permite?</i></p> <p>S (Sí), el mPHR permite múltiples usuarios y permite conceder y revocar acceso a datos de otros usuarios de sólo lectura y de lectura-escritura;  P (Parcialmente), el mPHR permite múltiples usuarios y permite conceder y revocar acceso a datos de otros usuarios pero no permite especificar qué tipo de acceso;  N (No), el mPHR permite múltiples usuarios pero no permite conceder y revocar acceso a datos de otros usuarios;  - (No Procede), el mPHR no permite múltiples usuarios.</p>
<b>Seguridad</b>	
C8	<p><i>¿Utiliza el mPHR un mecanismo de autenticación fuerte?</i></p>

	<p>S (Sí), el proceso de autenticación está basado en dos o más de los siguientes elementos: 1) algo que el usuario conoce (ej. usuario y contraseña), 2) algo que el usuario posee (ej. tarjeta de autenticación) y 3) algo que el usuario es (ej. biometría);</p> <p>P (Parcialmente), el proceso de autenticación está basado en solamente uno de los elementos citados anteriormente;</p> <p>N (No), no existe proceso de autenticación.</p>
C9	<p><i>Si se almacenan datos localmente, ¿están encriptados? ¿Qué mecanismo de encriptación se utiliza?</i></p> <p>S (Sí), existen datos almacenados localmente y se explicita cómo están encriptados;</p> <p>P (Parcialmente), existen datos almacenados localmente y los datos están encriptados, pero no se explicita cómo están encriptados;</p> <p>N (No), existen datos almacenados localmente pero no son encriptados;</p> <p>- (No procede), no existen datos almacenados localmente.</p>
C10	<p><i>Si se transfieren datos online, ¿están encriptados? ¿Qué mecanismo de encriptación se utiliza? ¿Qué protocolo de comunicación segura utiliza?</i></p> <p>S (Sí), existen transferencias de datos y se explicita cómo son encriptados y cuál es el protocolo de comunicación;</p> <p>P (Parcialmente), existen transferencias de datos y los datos son encriptados, pero no se explicita cómo o cuál es el protocolo de comunicación;</p> <p>N (No), existen transferencias de datos pero no son encriptados;</p> <p>- (No Procede), no se transmiten datos.</p>
C11	<p><i>Si se almacenan datos en la nube, ¿están encriptados? ¿Qué mecanismo de encriptación se utiliza? ¿Se explicita si hay control de acceso, auditoría y la protección física de los servidores?</i></p> <p>S (Sí), existen datos almacenados en la nube y se explicita cómo están encriptados y las medidas de seguridad que se toman para garantizar la integridad y seguridad de los servidores;</p> <p>P (Parcialmente), existen datos almacenados en la nube y los datos están encriptados, pero no se explicita cómo están encriptados ni las medidas de seguridad que se toman para garantizar la integridad y seguridad de los servidores;</p> <p>N (No), existen datos almacenados en la nube pero no están encriptados;</p> <p>- (No Procede), no existen datos almacenados en la nube.</p>
C12	<p><i>Si el mPHR permite la creación de copias de seguridad, ¿cómo se garantiza la seguridad sobre dicha copia?</i></p> <p>S (Sí), el mPHR permite la creación de copias de seguridad y éstas son protegidas;</p> <p>N (No), el mPHR permite la creación de copias de seguridad pero no se protegen;</p> <p>- (No Procede), el mPHR no permite la creación de copias de seguridad.</p>

Cada respuesta está asociada con una puntuación: S (Sí) = 2, P (Parcialmente) = 1, - (No Procede) = 0, N (No) = 0. El proceso de evaluación fue realizado independientemente por dos de los autores haciendo uso de hojas de cálculo. Las diferencias fueron discutidas hasta alcanzar un acuerdo entre los propios autores. Para medir el nivel de acuerdo se ha usado el índice Kappa de Cohen [112], el cual es una medida estadística para evaluar la concordancia entre observadores de variables cualitativas. El índice obtenido es de 0'9717 lo cual indica un grado de concordancia muy alto.

### 3.1.1.5 Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos, donde están disponibles las características más relevantes de las políticas de seguridad extraídas a través la evaluación de los mPHRs seleccionados.

Para identificar las características más relevantes de las políticas de seguridad analizadas se aplicó el cuestionario de 12 preguntas a las políticas de privacidad de los mPHRs seleccionados. Los resultados para cada cuestión del cuestionario, así como la puntuación total obtenida pueden ser consultados en la tabla 3.

**Tabla 3. Evaluación de las políticas de privacidad de los mPHRs seleccionados**

mPHR	SO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	T
CareFlowPHR	And	N	-	-	-	-	-	N	P	-	-	-	-	1
CareSync	iOS	S	P	S	N	N	-	P	P	P	P	P	-	10
EasyMed Medical Passport	iOS	P	N	S	N	N	-	N	P	-	N	S	-	6
EasyMed Medical Passport	And	P	N	S	N	N	-	N	P	-	N	S	-	6
Health Companion	iOS	S	P	S	N	N	-	N	P	-	P	N	-	7
Health suite	And	S	N	S	N	N	-	-	N	N	-	-	-	4
Health2me	iOS	S	P	S	N	N	-	N	P	-	N	N	-	6
Health2me	And	S	P	S	N	N	-	N	P	-	N	N	-	6
HealthStylus	iOS	S	N	N	N	N	-	N	P	N	P	P	-	5
HealthStylus	And	S	N	N	N	N	-	N	P	N	P	P	-	5
iBlueButton	iOS	S	P	S	N	N	-	-	P	P	P	-	-	8
iTriage Health	And	S	P	S	S	N	S	N	P	-	N	P	-	11
iTriage Health	iOS	S	P	S	S	N	S	N	P	-	N	P	-	11
LifeCard Health Record	iOS	S	S	S	N	N	-	N	P	N	N	P	-	8
MTBC PHR	And	S	P	S	N	S	-	N	P	P	S	S	-	13
MTBC PHR	iOS	S	P	S	N	S	-	N	P	P	S	S	-	13
My Health Diary	And	S	P	S	N	N	-	N	P	-	P	P	-	8
MyClinicNotes	iOS	S	P	S	N	N	-	N	P	-	S	P	-	9
MyMx Personal Health Record	iOS	S	P	N	N	N	-	-	N	P	P	S	-	7
MyWellnessApp	iOS	N	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	0
OnPatient Medical Record PHR	And	S	P	N	S	N	-	N	P	-	N	P	-	7
OnPatient Personal Health Record	iOS	S	P	N	S	N	-	N	P	-	N	P	-	7
Personal Health Record – Lite	iOS	N	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	0
Track My Medical Records	And	P	N	N	N	N	-	N	P	-	S	P	-	5
<b>Total</b>		<b>39</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>163</b>

La aplicación que obtiene la mayor puntuación es *MTBC PHR*, con 13 de 24 puntos, tanto en su versión para Android como de iOS. A *MTBC PHR*, le sigue la aplicación de *iTriage Health* con 11 puntos, y *CareSync* con 10 puntos. Las 2 aplicaciones peor valoradas no obtienen ningún punto, siendo su valoración de 0 puntos: *MyWellnessApp* y *Personal Health Record- Lite*. Se puede observar que la mala puntuación de estas aplicaciones se debe principalmente a la falta de información en su política de privacidad. De forma similar, la aplicación *CareFlowPHR* obtiene solamente 1 punto.

#### Notificación

La primera característica a evaluar fue si la política de privacidad está disponible de manera rápida y sencilla para los usuarios del mPHR. 3 de los 24 mPHRs evaluados (*CareFlow PHR*, *MyWellness App* y *Personal Health Record – Lite*) no tienen política

de privacidad. En el caso de la aplicación *CareFlowPHR*, se indica una URL para consultar la política, pero este sitio web no existe. De forma similar, la aplicación *MyWellnessApp* informa que la política de privacidad se encuentra en su página web oficial, sin embargo, no pudo ser encontrada. Otros 2 mPHRs (*EasyMed Medical Passport* para Android e iOS) no tienen la política de privacidad disponible directamente desde la aplicación y hay que visitar la página web del desarrollador.

Los cambios en la política de privacidad son notificados al usuario a través de la aplicación en sólo un caso: *LifeCard Health Record*. El 65% de los mPHRs informan al usuario de los cambios mediante una actualización de la fecha del último cambio de la política.

El uso de cookies, servicios de análisis de datos, servicios de geolocalización y de almacenamiento son notificados en la política de privacidad en quince de los mPHRs evaluados: 13 de ellos realizan análisis de datos sobre el tipo de dispositivo y el uso del servicio, 8 mPHRs avisan sobre la utilización de cookies, 7 registran la dirección IP y 2 obtienen la localización del dispositivo. Estos dos últimos mPHRs, *iTriage Health* para Android y para iOS, justifican la extracción de la localización para ofrecer servicios y contenidos adaptados a ésta. Respecto a los estándares y recomendaciones, únicamente 4 (16'66%) cumplen con el acta americana HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) [113].

### **Elección**

El acceso a datos en caso de emergencia se permite únicamente en *MTBC PHR* para Android e iOS. En dicha política de privacidad se indica explícitamente el acceso a los datos a familiares o amigos autorizados en casos de un riesgo inminente a la salud del paciente, o a especialistas médicos capaces de solventar o mitigar posibles problemas en casos de salud pública.

La comunicación con otros servicios similares de carpetas personales de salud sólo se produce en dos mPHRs del mismo desarrollador: *iTriage Health* para iOS y Android. Esta aplicación permite la sincronización de ciertos datos con *Microsoft HealthVault* [114] o con *MyActiveHealth* [115]. En ambos casos se explicita en la política de privacidad que la comunicación se realiza de forma segura.

### **Acceso**

El 79'16% (19 de 24) de los mPHRs analizados permiten múltiples usuarios, pero excepto uno, no es posible la conexión entre ellos ni el acceso a datos ajenos. *CareSync* es el único mPHR que permite otorgar y revocar el acceso a datos de otros usuarios. Sin embargo, no se puede especificar qué tipo de acceso (sólo lectura, sólo escritura, lectura/escritura, etc.).

## Seguridad

El método de autenticación más extendido es el tradicional formado por usuario y contraseña (19 de 24 mPHRs). Sólo *Health Companion* emplea un sistema diferente basado en un código PIN de 4 cifras. *Health Suite*, *MyMx PHR*, *MyWellnessApp* y *Personal Health Record – Lite* no tienen ningún método de autenticación propio.

Sólo 9 aplicaciones almacenan datos localmente en el dispositivo móvil, el resto requieren de conexión a internet y transfieren los datos desde el servidor cada vez que el usuario quiere consultarlos. En 5 de las 9 políticas de privacidad de los mPHRs que almacenan datos localmente se especifica que los datos se guardan de forma segura. Las otras 4 no dicen nada al respecto.

*MyClinicNotes*, *Track My Medical Records* y *MTBC PHR* para iOS y Android son las únicas aplicaciones que garantizan la seguridad en las transferencias de datos entre cliente y servidor e indican cómo se protege dicha conexión. En estos mPHRs, el método de protección de la comunicación empleado es SSL (*Secure Sockets Layer*). Además, *MTBC PHR* indica que los datos se protegen con un método de encriptación de 128-bits de *VeriSign*. Otros 5 mPHRs indican que la comunicación entre cliente y servidor es segura pero no se especifica el método por el cual está protegido.

En cuanto a la información almacenada en la nube, 5 (20'83%) mPHRs no hacen uso de este servicio por lo que dependen de las copias de seguridad manuales del usuario para salvaguardar los datos. En los casos en los que sí se utiliza un servicio de almacenamiento online, 5 mPHRs indican que la integridad y seguridad de los servidores está garantizada mediante los mecanismos necesarios aportados por una empresa especialista externa. En otros 11 casos, simplemente se indica que la información está protegida, pero no se especifica cómo.

Ninguno de los mPHRs estudiados permite realizar copias de seguridad. Técnicamente, aquellos mPHRs que almacenan datos localmente pueden hacer una copia de seguridad de la información que contiene el dispositivo, mediante métodos como sincronización con *iTunes* o *iCloud* en el caso de iOS, o a través de alguna de las múltiples aplicaciones de copias de seguridad en Android.

### 3.1.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE

Las aplicaciones, y sistemas en general, que tratan datos personales de salud necesitan mantener la privacidad y seguridad de estos datos. En nuestro estudio del estado del arte, hemos identificado los estándares y normativas relacionadas con este aspecto, y además, hemos analizado las aplicaciones móviles actuales, obteniendo conclusiones respecto a la notificación, la elección, el acceso, y la seguridad de los datos.

### 3.1.2.1 Estándares y normativas

Para asegurar la protección de los datos de salud, surgen normativas que definen el marco legal. La ley de Estados Unidos llamada *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA) [113], redactada en 1996, propuso guías generales para forzar la privacidad y protección de la información médica privada. Las entidades que desarrollan aplicaciones bajo HIPAA están obligados por ley a salvaguardar la información de sus pacientes, y por tanto, aumentan la confianza de los clientes en sus productos.

En el ámbito europeo nos encontramos con la directiva 95/46/CE de 1995 [116], relativa a la protección de datos de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. La transposición a España de esta directiva se realizó mediante la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) [72]. Esta normativa contempla los datos personales de salud contenidos en un EHR. En mayo de 2016 entró en vigor una nueva directiva a nivel europeo, el Reglamento (UE) 2016/679 [117], relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Este reglamento derogará la Directiva 95/46/CE cuando comience a ser aplicado.

El ISO también ha publicado una serie de estándares relacionados. El conjunto ISO/IEC 27000:2016 [118], sobre seguridad de la información, define requisitos para proteger la información mediante controles de seguridad adecuados, obteniendo un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI). Se recomienda especialmente para aquellos sectores que traten información crítica. Dentro de esta familia, nos encontramos con el estándar ISO 27799:2016 [119]. Este estándar proporciona una guía para la interpretación e implementación del ISO/IEC 27002, e incluso añade extensiones, para que pueda ser usado de forma efectiva en la seguridad de la información médica.

### 3.1.2.2 Notificación

Los usuarios deben poder conocer cómo una aplicación trata sus datos de salud. Para ello, el usuario debería siempre poder acceder a la política de privacidad [120]. Casi todos los mPHRs estudiados ofrecen un fácil acceso a su política de privacidad, estando ésta en la propia aplicación móvil. La opción más común es mostrar la política de privacidad en el momento en que el usuario realiza el proceso de registro, de forma que debe ser aceptada para poder completar el registro. Además, dada la importancia de la política de privacidad, los cambios realizados sobre ésta deben ser notificados al usuario [121].

En las tecnologías web y móviles, es posible registrar información complementaria que no es proporcionada directamente por el usuario: tipo de dispositivo, sistema operativo, navegador web, dirección IP, tiempo permanecido en una página, historial de

navegación en la aplicación, etc. Investigaciones realizadas entre 1998 y 2003 reflejan que el 62% de los usuarios se muestran preocupados por el hecho de que su actividad en Internet sea monitorizada [122]. La utilización de cookies, además de aumentar la preocupación de los usuarios, puede suponer una vulnerabilidad de seguridad. Cuando las cookies son creadas para recordar los datos de acceso del usuario, un atacante podría interceptar esta información y acceder a la cuenta del usuario. Es importante por ello asegurar que las cookies de sesión sean difícilmente predecibles, establecer límites de tiempo, no crear cookies persistentes o utilizar SSL para su envío [123].

### 3.1.2.3 Elección

Las carpetas personales de salud cuentan con un problema inherente que es el acceso a los datos en casos de emergencia, es decir, cuando el usuario no puede acceder u otorgar acceso a otros usuarios. Pueden aparecer dos escenarios [124]: consentimiento implícito, que significa que por defecto se consienten las reglas de acceso establecidas en el caso de emergencia a menos que el usuario indique lo contrario; consentimiento explícito, que significa que por defecto se prohíbe el acceso a menos que el usuario lo conceda.

Añadir accesos en caso de emergencia añade un nivel extra de complejidad al proceso de autenticación e incrementa el riesgo de la integridad de los datos [124]. Por otro lado, existen estudios que afirman que no todos los usuarios son propensos a compartir su información médica en casos de emergencia. Los pacientes con una salud buena o excelente están menos dispuestos a compartir sus datos en caso de una situación de este tipo [125].

### 3.1.2.4 Acceso

Los datos personales de salud en las aplicaciones móviles, suelen ser accedidos por varios usuarios, como el propio paciente, otros familiares o personal sanitario. Para cumplir las recomendaciones internacionales, tanto HIPAA como ISO 13606, es imprescindible que se notifique a los usuarios cómo se ha compartido su información médica [126], [127]. De los mPHRs evaluados, solo uno contaba con un sistema para otorgar y revocar permisos de acceso a otros usuarios. Este sistema es bastante básico ya que no cuenta con funcionalidades más elaboradas presentes en otros PHRs para web o escritorio [121]: distintos permisos sobre los datos (sólo lectura, lectura/escritura, modificación, etc.), permisos para acceder ciertos datos en concreto, registros de quién y cuándo ha accedido qué información, etc.

### 3.1.2.5 Seguridad

Los mecanismos de autenticación son necesarios para evitar accesos no autorizados a la información del usuario. Ninguno de los mPHRs hace uso de un mecanismo de autenticación fuerte. Más del 80% de los mPHRs estudiados usa un mecanismo de autenticación compuesto únicamente de algo que el usuario conoce: la combinación de su nombre de usuario y contraseña. La información relativa a la salud requiere mecanismos de autenticación más seguros [128]. Si bien es cierto que los usuarios se muestran preocupados sobre la seguridad y privacidad, también buscan mecanismos de autenticación más sencillos, como es el caso de técnicas biométricas [129]. Los métodos de autenticación biométricos analizan las huellas dactilares, la voz o la retina del usuario [130].

Catorce (58'33%) de los mPHRs son parte de un PHR perteneciente al ámbito web, pudiendo el usuario acceder a su información tanto desde el sitio web, como desde la aplicación móvil. La información de salud del usuario se almacena en servidores externos y no en el propio dispositivo móvil. El almacenamiento local de los datos se puede producir de forma temporal si, en ese momento, el dispositivo carece de conexión a la red. Cuando la información procede de varias fuentes, surgen más riesgos para la seguridad y privacidad de la información [121], pues se amplía el número de puntos de ataque y su variedad. Además, cuando la información de un PHR es almacenada en la nube, los usuarios pierden el control físico de sus datos y aumenta su desconfianza. Aunque muchos desarrolladores de mPHRs delegan en una empresa externa especializada en ofrecer este tipo de servicios, como *HOST* o *Amazon Web Services*, se debe cumplir la legislación sobre protección de datos vigente en cada país [50]. Es indispensable asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información de salud [131]. Entre los mPHRs que indican qué método utilizan para garantizar la seguridad en las transferencias de datos entre cliente y servidor, el protocolo criptográfico SSL es el más extendido, utilizándose en 4 de 5 casos. SSL evita ataques del tipo intermediario (del término inglés *Man-in-the-Middle*), por el cual un atacante podría acceder a la información del usuario cuando ésta es transferida. Cuando la información se almacena localmente, y es el propio usuario quien gestiona las copias de seguridad, los mecanismos de sincronización y de copia de seguridad no siempre cifran los datos, y aunque lo hagan, como es el caso de *iCloud* de iOS, pueden aparecer vulnerabilidades [132]. Por tanto, se recomiendan medidas adicionales por parte de los desarrolladores de las aplicaciones para garantizar la seguridad de los datos en las copias de seguridad.

## 3.2 USABILIDAD EN MHEALTH

La usabilidad es un tema importante para las aplicaciones móviles de smartphones, ya que hay que evitar que las aplicaciones sean difíciles de usar [54]. La usabilidad de una aplicación se ha identificado como uno de los factores que pueden determinar su éxito, tal y como fue expuesto en la sección de motivación de este trabajo y como ha quedado reflejado en la literatura científica relacionada [44], [46], [47], [133]. Para mitigar esta barrera, los creadores de las plataformas móviles publican sus propias guías para ayudar a los desarrolladores a adaptar sus aplicaciones a los principios de interacción humana y a la guía de estilo recomendada en sus sistemas.

Para conocer mejor el estado del arte, realizamos una evaluación de aplicaciones reales de mHealth. La evaluación está basada en expertos y evalúa cómo de fieles son los mPHRs a las guías de usabilidad de las dos plataformas móviles más importantes: iOS y Android. Esta evaluación dio lugar a una publicación en la revista *Journal of Medical Systems* (JMS) [134]. La sección 3.2.1 Evaluación de usabilidad muestra en detalle la evaluación de los mPHRs. Posteriormente se realizó una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) sobre evaluaciones empíricas de usabilidad de aplicaciones de mHealth. Esta revisión fue también publicada en la revista JMS [135], y se describe en la sección 3.2.2 Revisión sistemática de evaluaciones empíricas de usabilidad en aplicaciones móviles de salud. Finalmente, se presenta una RSL de trabajos sobre usabilidad en la sección 3.2.3 Revisión sistemática de estándares y recomendaciones de usabilidad móvil. A diferencia de la RSL anterior, la cual nos permite identificar los errores más comunes de usabilidad, esta revisión nos proporciona recomendaciones de otros autores a tener en cuenta para conseguir mejorar la usabilidad de las aplicaciones de mHealth.

### 3.2.1 EVALUACIÓN DE USABILIDAD

En esta sección se detalla la evaluación de usabilidad realizada a 24 mPHRs, algunos de ellos desarrollados para la plataforma Android y otros de ellos para iOS. El objetivo es extraer un conjunto de recomendaciones de usabilidad de las guías oficiales de Android e iOS, y medir si están siendo aplicadas en los mPHRs a analizar. No conocemos ningún trabajo previo a nuestra evaluación que haya analizado la usabilidad de un conjunto de PHRs, ya sea en formato USB, web o móvil. La figura 8 muestra el método que se ha empleado para buscar, seleccionar y evaluar las aplicaciones. Para asegurar la exactitud e imparcialidad de los resultados, este método está basado en el método de RSL [78]. Además, se han seguido las directrices de PRISMA [104].

Tal y como se observa en la figura 8, el primer paso consiste en definir las preguntas de investigación (PI) que guiarán el resto del proceso. El objetivo del segundo paso es seleccionar las fuentes donde buscar las aplicaciones candidatas, y definir los términos usados en estas fuentes. En el tercer paso, se describen los criterios de elegibilidad, los cuales se aplicarán para realizar la selección final de las aplicaciones. En el cuarto paso, se detalla el cuestionario de evaluación, el cual será empleado para evaluar las aplicaciones seleccionadas. Los resultados de esta evaluación son analizados en el quinto y último paso del proceso.

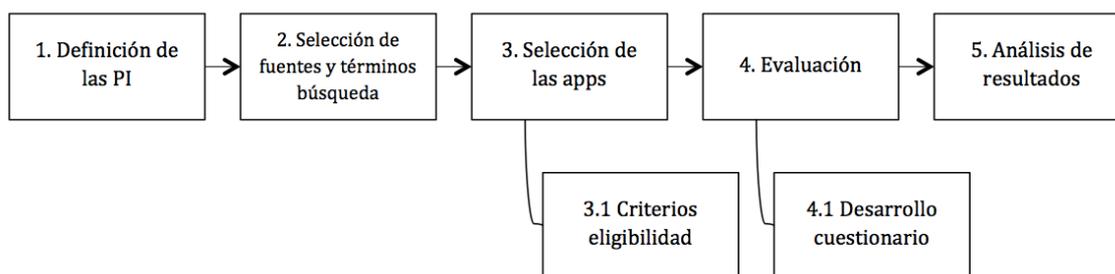


Figura 8. Proceso de búsqueda, selección y evaluación de mPHRs

Los métodos de evaluación de usabilidad pueden ser llevados a cabo por expertos, por usuarios o por una combinación de ambos [136], [137]. Los expertos normalmente basan su inspección en métodos heurísticos y en revisiones de guías o pautas [136]. La evaluación por expertos está reconocida como un método que puede ser usado para la evaluación de la usabilidad en dispositivos móviles y ha sido empleado para evaluar la usabilidad de aplicaciones móviles de salud [138]–[140]. En este artículo usamos una revisión basada en guías.

### 3.2.1.1 Preguntas de investigación

Para analizar la usabilidad de los mPHRs, se definieron cuatro preguntas de investigación, las cuales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Preguntas de investigación para la evaluación de usabilidad de mPHRs

Pregunta de investigación	Motivación
PI1 ¿Cuáles son los mPHRs más usables para Android e iOS?	Esta pregunta analiza la usabilidad de las aplicaciones de forma individual.
PI2 ¿Cuáles son las diferencias entre las aplicaciones de Android e iOS en cuanto a usabilidad?	Esta pregunta analiza la forma en la que las aplicaciones difieren cuando son programadas para iOS y/o Android.
PI3 ¿Qué tipos de navegación son los más usados en las aplicaciones y cómo mejoran su usabilidad?	Esta pregunta proporciona información sobre las formas más comunes usadas para estructurar una aplicación de mPHR. Una navegación apropiada fomenta la usabilidad

	de una aplicación [141].
PI4 ¿Hasta qué nivel se siguen las recomendaciones de usabilidad propuestas para Android e iOS?	Esta pregunta define el principal objetivo de esta evaluación, proporcionando un resultado objetivo del estado de la usabilidad en mPHRs.

### 3.2.1.2 Fuentes y términos de búsqueda

Para realizar la búsqueda de las aplicaciones se usaron los repositorios de aplicaciones oficiales para los sistemas Android e iOS: Google Play y Apple App Store. La búsqueda es la misma realizada para el estudio de seguridad y privacidad de la sección 3.1.1.1.

El criterio PICO fue usado para definir la cadena de búsqueda y se define de la siguiente manera:

*“PHR” OR “personal health record”*

El proceso de búsqueda se realizó en octubre de 2013. Este proceso fue realizado aplicando la cadena anterior a ambos repositorios, mediante su propia herramienta de búsqueda. La herramienta de búsqueda de los repositorios examina las aplicaciones mediante su título y su descripción.

### 3.2.1.3 Criterios de elegibilidad y selección

El objetivo del proceso de selección es encontrar mPHRs que sean relevantes para el objetivo de la evaluación. Cada aplicación encontrada en el proceso de búsqueda es analizada para decidir si debe ser incluida, o no, en el conjunto final de aplicaciones. Este proceso fue llevado a cabo usando los siguientes criterios de inclusión (CI). Una aplicación debe cumplir todos los criterios de inclusión para ser seleccionada:

- CI1: Aplicaciones en la categoría de salud de la App Store o Google Play que sean PHRs.
- CI2: Aplicaciones que sean gratuitas.
- CI3: Aplicaciones que hayan sido actualizadas hace menos de 10 meses (1 de enero de 2013).

Aquellas aplicaciones que cumplen alguno de los criterios de exclusión son descartadas:

- CE1: Aplicaciones que presentan problemas cuando son instaladas o tienen errores críticos que no permiten una buena evaluación de la aplicación.
- CE2: Aplicaciones que dependen completamente de un servicio externo y no pueden ser evaluadas como una aplicación independiente.

El proceso de selección y los criterios son los mismos que los empleados para el estudio de seguridad y privacidad de la sección 3.1.1.2. Las aplicaciones obtenidas tras la búsqueda se usaron para ambas evaluaciones.

### 3.2.1.4 Estrategia de extracción de datos

La extracción de datos se realizó usando el cuestionario que se encuentra en la tabla 5. Este cuestionario de 13 preguntas se desarrolló a partir de las guías de Android, *Android Design Guidelines* [142], y de iOS, *Human Interface Guidelines* [143]. El cuestionario se encuentra dividido en tres bloques: estilo, comportamiento y estructura. Esta división está basada en las tres capas del diseño web: estilo o presentación, comportamiento, y contenido o estructura [144].

El cuestionario fue validado mediante una encuesta realizada entre el 20 y 25 de Abril de 2014 usando *Google Forms* [145]. Esta encuesta fue contestada por 22 usuarios de aplicaciones móviles de diversas edades, género y nivel de educación. Los participantes tenían entre 18 y 51 años, con una media de 30 años. Jakob Nielsen recomienda que, en estudios cuantitativos, al menos son necesarias 20 personas para obtener resultados estadísticamente significativos [146]. En la encuesta se valora cada una de las 13 preguntas seleccionando un valor en una escala tipo Likert, de 1 a 5 puntos.

La tabla 5 muestra la valoración obtenida en la encuesta de cada una de las preguntas. La aceptación media de las preguntas es de un 71'24% (media: 3'85). La pregunta con el nivel más alto de aceptación es la P2.5 con un 81'82% (media: 4'27; DS: 0'88). La pregunta con el nivel más bajo es la P2.1 con un 61'36% (media: 3'45; DS: 1'18).

Cada pregunta del cuestionario fue obtenida de las guías de Android e iOS. Se seleccionaron recomendaciones de las guías relacionadas con la usabilidad, mientras que otras recomendaciones sobre características estéticas, fueron ignoradas. Por ejemplo, las secciones relacionadas con los temas de estilo, colores o tipografía son específicas al sistema operativo y, por tanto, están fuera de nuestro estudio. La tabla 6 muestra las secciones de la guía de Android que fueron descartadas para nuestro estudio, y las que sí fueron analizadas. La tabla 7 muestra la misma información pero para la guía de iOS.

**Tabla 5. Cuestionario para evaluar los mPHRs y resultados de la encuesta**

	<b>Encuesta</b>
<b>P1. Estilo.</b>	
P1. 1. ¿Es el estilo de escritura simple e informal y se usa la segunda persona para hablar al usuario?	3'64
P1. 2. ¿Se usan imágenes para explicar ideas?	3'95
P1. 3. ¿Se usan los iconos predefinidos para las acciones comunes?	4'18
P1. 4. ¿Se adapta la aplicación a ambas orientaciones, tanto vertical como horizontal?	3'59
<b>P2. Comportamiento.</b>	
P2. 1. ¿Se aprenden las preferencias del usuario con el tiempo?	3'45
P2. 2. ¿Los elementos reaccionan a los gestos del usuario cambiando su color o iluminación?	3'64
P2. 3. ¿Hay mensajes de confirmación para las acciones que el usuario	3'55

necesita considerar?	
P2. 4. ¿Hay mensajes de información para hacer saber al usuario que la acción que ha solicitado ha sido completada?	4'23
P2. 5. ¿Se muestran indicadores de actividad no-estáticos para las tareas de larga duración?	4'27
P3. Estructura.	
P3. 1. ¿La aplicación carga inmediatamente sin ninguna pantalla de bienvenida o experiencia inicial?	4'00
P3. 2. ¿Se retrasa el inicio de sesión de forma que el usuario pueda usar alguna función primero?	3'59
P3. 3. ¿Se usan los patrones estructurales recomendados: barra de acción/herramientas, selector o cajón de navegación?	3'73
P3. 4. ¿Es la navegación consistente cuando el usuario se mueve entre pantallas?	4'23

Tabla 6. Secciones descartadas y consideradas de la guía de Android [142]

### Android

#### Secciones descartadas

- *Style | Metrics and Grids*
- *Style | Typography*
- *Style | Themes*
- *Style | Color*
- *Patterns | Notifications*
- *Patterns | Widgets*
- *Patterns | Compatibility*

#### Secciones consideradas

- *Get Started | Design Principles*
- *Style | Writing Style*
- *Style | Iconography*
- *Style | Touch Feedback*
- *Patterns | Multi-pane Layouts*
- *Patterns | Confirming & Acknowledging*
- *Patterns | Help*
- *Patterns | Accessibility*
- *Patterns | App Structure*
- *Patterns | Navigation*
- *Building Blocks | Progress & Activity*

Tabla 7. Secciones descartadas y consideradas de la guía de iOS [143]

### iOS

#### Secciones descartadas

- *UI Design Basics | Modal Contexts*
- *UI Design Basics | Animation,*
- *UI Design Basics | Color and Typography*
- *iOS Technologies*

#### Secciones consideradas

- *UI Design Basics | iOS App Anatomy*
- *UI Design Basics | Terminology and Wording*
- *UI Design Basics | Layout*
- *UI Design Basics | Icons and Graphics*
- *UI Design Basics | Integrating with iOS*
- *UI Design Basics | Interactivity and Feedback*
- *UI Design Basics | Starting and Stopping*
- *UI Design Basics | Navigation*
- *Design Strategies | From Concept to Product*
- *UI Elements | Temporary Views*
- *UI Elements | Controls*

En la tabla 8 se muestra la relación entre las preguntas del cuestionario de extracción de datos y las secciones correspondientes de las guías.

**Tabla 8. Asociación entre el cuestionario y las guías de Android [142] e iOS [143]**

Pregunta	Sección (Android)	Sección (iOS)	Recomendación
P1.1	Style   Writing Style	UI Design Basics   Terminology and Wording	Be simple and friendly. User may skip sentences if they are long.
P1.2	Get Started   Design Principles	UI Design Basics   Layout	Pictures are more efficient than words to explain ideas.
P1.3	Style   Iconography	UI Design Basics   Icons and Graphics	Try to use the built-in icons to perform common tasks.
P1.4	Patterns   Multi-pane Layouts	UI Design Basics   Integrating with iOS	Screens should have the same functionality regardless of orientation.
P2.1	Get Started   Design Principles	Design Strategies   From Concept to Product	Learn user preferences so he or she does not have to make the same choices over and over.
P2.2	Style   Touch Feedback	UI Design Basics   Interactivity and Feedback	Use color and illumination to provide a visual response to user touches.
P2.3	Patterns   Confirming & Acknowledging	UI Elements   Temporary Views	Ask users if they want to proceed with the action they invoked.
P2.4	Patterns   Confirming & Acknowledging	UI Elements   Temporary Views	Users need some feedback of their actions.
P2.5	Building Blocks   Progress & Activity	UI Elements   Controls	Reassure users that their task has not stalled.
P3.1	Patterns   Help	UI Design Basics   Starting and Stopping	Present useful content immediately to give a better user experience.
P3.2	Patterns   Accessibility	UI Design Basics   Starting and Stopping	Users often abandon apps when they need to log in to do anything useful.
P3.3	Patterns   App Structure	UI Design Basics   iOS App Anatomy	Implement a structure that supports the purpose of your app.
P3.4	Patterns   Navigation	UI Design Basics   Navigation	Make the app's navigation predictable and reliable.

Cada pregunta del cuestionario fue valorada de la siguiente forma:

- 1 punto, si la respuesta a la pregunta “¿se cumple en más del 70% de los casos aplicables en la aplicación?” es positiva.
- ½ puntos, si la respuesta a la pregunta “¿se cumple en menos del 70% de los casos aplicables en la aplicación?” es positiva.
- 0 puntos, si la respuesta a la pregunta “¿se cumple en menos del 30% de los casos aplicables en la aplicación?” es positiva.

Se creó una plantilla con los datos que deben ser extraídos en una hoja de cálculo. Cada aplicación fue valorada de forma independiente por dos expertos en cada una de las preguntas del cuestionario. La tasa de acuerdo entre los resultados de los dos expertos fue calculada usando el coeficiente de Cohen's Kappa. Este coeficiente valora cómo de bien son clasificados los sujetos bajo estudio por dos observadores independientes. El coeficiente obtenido fue de 0'97, que siendo próximo a 1, es un indicativo de un nivel casi perfecto de acuerdo [112].

Las aplicaciones fueron clasificadas en cinco grupos de calidad según su resultado en el cuestionario. Para determinar estos grupos se usó una variación de la clasificación con intervalos de igual amplitud [147], de forma que en este caso, el grupo inferior y el superior son menores que los demás. Esta variación permite discriminar las

puntuaciones extremas: (1) Muy Alto, (2) Alto, (3) Moderado, (4) Bajo, y (5) Muy Bajo. La clasificación de las puntuaciones se detalla en la tabla 9.

**Tabla 9. Grupos de Calidad en la evaluación de los mPHRs**

<b>Puntuación</b>	<b>Grupo de Calidad</b>
12-13	Muy Alto
8'5-11'5	Alto
5-8	Moderado
1'5-4'5	Bajo
0-1	Muy Bajo

### 3.2.1.5 Resultados

Esta sección describe los resultados obtenidos en la extracción de datos. La tabla 10 muestra la información básica de cada una de las aplicaciones seleccionadas: Nombre de la aplicación, SO (Sistema Operativo), Patrón estructural (qué patrón estructural se usa en el primer nivel de la aplicación), Orientación (indica si la aplicación permite ambas orientaciones, tanto vertical como horizontal), Nombre del desarrollador, y URL de la aplicación (link a los repositorios de Google Play o App Store). Un patrón estructural hace referencia a una forma habitual de estructurar una aplicación. Ejemplos de patrones son: cajón de navegación, barra de pestañas, o una lista.

**Tabla 10. Información de los mPHRs evaluados**

<b>Nombre de la aplicación</b>	<b>SO</b>	<b>Patrón estructural</b>	<b>Orientación</b>	<b>Desarrollador</b>	<b>URL de la app</b>
CareFlowPHR	and	Ninguno	Sí	CareFlow, LLC	<a href="https://goo.gl/66Jooe">https://goo.gl/66Jooe</a>
CareSync	iOS	Ninguno	No	Continuum Labs, Inc.	<a href="http://goo.gl/FNW5UI">http://goo.gl/FNW5UI</a>
EasyMed Medical Passport	and	Pestañas	Sí	EasyMed Services Inc	<a href="http://goo.gl/iMOqfA">http://goo.gl/iMOqfA</a>
EasyMed Medical Passport	iOS	Ninguno	Sí	EasyMed Services Inc	<a href="http://goo.gl/ewxbUh">http://goo.gl/ewxbUh</a>
Health Companion	iOS	Pestañas	No	Health Companion, Inc.	<a href="http://goo.gl/3jQ8HO">http://goo.gl/3jQ8HO</a>
Health suite	and	Ninguno	Sí	Mitgun	<a href="http://goo.gl/SVtc8V">http://goo.gl/SVtc8V</a>
Health2me	and	Pestañas	Sí	EdgeHealth	<a href="http://goo.gl/fjJiHp">http://goo.gl/fjJiHp</a>
Health2me	iOS	Pestañas	No	Javier Vinals	<a href="http://goo.gl/HqgSBJ">http://goo.gl/HqgSBJ</a>
HealthStylus	and	Pestañas	Sí	Valethi Solutions Pvt. Ltd.	<a href="http://goo.gl/KZkaqH">http://goo.gl/KZkaqH</a>
HealthStylus	iOS	Pestañas	Sí	Valethi Solutions Pvt. Ltd.	<a href="http://goo.gl/hTaFB7">http://goo.gl/hTaFB7</a>
iBlueButton	iOS	Pestañas	No	humetrix.com	<a href="http://goo.gl/hK6FnW">http://goo.gl/hK6FnW</a>
iTriage Health	and	Ninguno	No	Healthagen LLC	<a href="http://goo.gl/nGEaZf">http://goo.gl/nGEaZf</a>
iTriage Health	iOS	Ninguno	No	Healthagen LLC	<a href="http://goo.gl/0MjANI">http://goo.gl/0MjANI</a>
LifeCard Health Record	iOS	Pestañas	No	Global Health Ltd	<a href="http://goo.gl/sXkbnO">http://goo.gl/sXkbnO</a>
MTBC PHR	and	Ninguno	No	MTBC Dev Team	<a href="http://goo.gl/ho5Klg">http://goo.gl/ho5Klg</a>
MTBC PHR	iOS	Ninguno	No	MTBC	<a href="http://goo.gl/4hQOgE">http://goo.gl/4hQOgE</a>
My Health Diary	and	Pestañas	Sí	NeedStreet	<a href="http://goo.gl/AQ4erU">http://goo.gl/AQ4erU</a>
MyClinicNotes	iOS	Ninguno	No	Convortex, Inc.	<a href="http://goo.gl/ZJJmNq">http://goo.gl/ZJJmNq</a>
MyMx Personal Health Record	iOS	Pestañas	No	University of Western Aust	<a href="http://goo.gl/n68lfH">http://goo.gl/n68lfH</a>
MyWellnessApp	iOS	Pestañas	No	Pug Creative Tech, LLC	<a href="http://goo.gl/POf7Zw">http://goo.gl/POf7Zw</a>
Onpatient Medical Record PHR	and	Cajón	No	DrChrono.com Inc.	<a href="http://goo.gl/uq3yR0">http://goo.gl/uq3yR0</a>
OnPatient Personal Health Record	iOS	Cajón	No	DrChrono.com Inc.	<a href="http://goo.gl/VRThzB">http://goo.gl/VRThzB</a>
Personal Health Record - Lite	iOS	Ninguno	Sí	Ahmed Almutairi	<a href="http://goo.gl/CDOyj0">http://goo.gl/CDOyj0</a>
Track My Medical Records	and	Ninguno	Sí	Digimia LLC	<a href="http://goo.gl/L5JISy">http://goo.gl/L5JISy</a>

De las 24 aplicaciones evaluadas, 10 de ellas fueron desarrolladas para Android y 14 para iOS. El patrón compuesto por pestañas se usa en 11 de las aplicaciones y sólo dos aplicaciones, ambas publicadas por el mismo desarrollador, usan la estructura del menú en el cajón lateral. Respecto a la orientación, 10 de las 24 aplicaciones permiten ambas orientaciones: vertical y horizontal. También puede observarse en la tabla 10 el hecho de que la mayoría de las aplicaciones con el mismo nombre o similar pertenecen al mismo desarrollador.

La tabla 11 detalla los resultados del cuestionario para cada aplicación. Cada fila representa la evaluación de una aplicación, indicando la puntuación obtenida en cada pregunta. La puntuación máxima que puede obtener una aplicación es de 13 puntos (número total de preguntas en el cuestionario). La columna llamada “Total” representa la puntuación total de la aplicación, mientras que la columna “Total (%)” contiene la puntuación en forma de porcentaje para un análisis más intuitivo.

Cada columna representa la evaluación por pregunta, donde la máxima puntuación que se puede obtener es de 24 puntos (número de aplicaciones analizadas). La pregunta con la puntuación mayor es la P2.5 con 23’5 puntos. La pregunta con el valor más bajo es P3.2 con 7 puntos.

**Tabla 11. Resultados del cuestionario de usabilidad para cada mPHR**

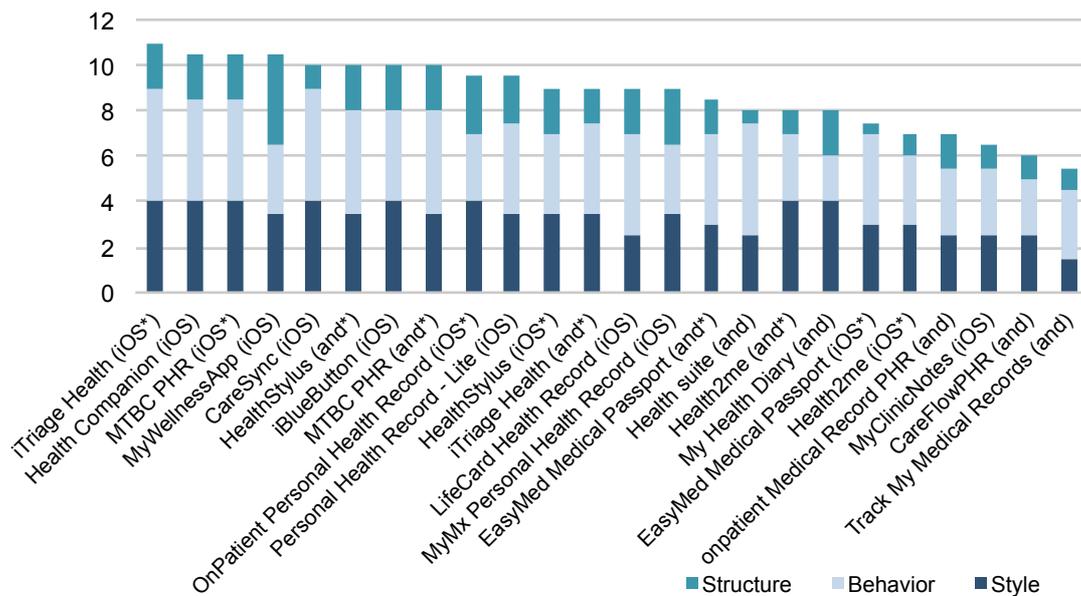
Nombre de la app	SO	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4	P2.1	P2.2	P2.3	P2.4	P2.5	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	Total	Total (%)
CareFlowPHR	and	1	1	½	0	0	1	0	1	½	0	0	0	1	6	46%
CareSync	ios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	10	77%
EasyMed Medical Passport	and	1	1	½	½	1	1	0	1	1	0	0	½	1	8’5	65%
EasyMed Medical Passport	ios	1	1	½	½	1	1	1	1	1	0	0	½	0	7’5	57%
Health Companion	ios	1	1	1	1	1	½	1	1	1	0	0	1	1	10’5	80%
Health suite	and	1	1	0	½	1	1	1	1	1	0	0	0	½	8	61%
Health2me	and	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	8	61%
Health2me	ios	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	53%
HealthStylus	and	1	1	½	1	½	1	1	1	1	½	0	½	1	10	77%
HealthStylus	ios	1	1	½	1	½	1	1	0	1	0	0	1	1	9	69%
iBlueButton	ios	1	1	1	1	½	1	1	½	1	0	0	0	1	9	69%
iTriage Health	and	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	½	9’5	73%
iTriage Health	ios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	11	85%
LifeCard Health Record	ios	½	0	1	1	1	½	1	1	1	0	0	1	1	9	69%
MTBC PHR	and	1	1	½	1	1	½	1	1	1	0	1	0	1	10	77%
MTBC PHR	ios	1	1	1	1	1	½	1	1	1	0	1	0	1	10’5	80%
My Health Diary	and	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	8	61%
MyClinicNotes	ios	1	0	½	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	6’5	50%
MyMx Personal Health Record	ios	½	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	½	1	9	69%
MyWellnessApp	ios	1	1	½	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	10’5	80%
Onpatient Medical Record PHR	and	1	0	½	1	0	1	0	1	1	½	0	1	0	7	53%
OnPatient Personal Health Record	ios	1	1	1	1	0	1	0	1	1	½	0	1	1	9’5	73%
Personal Health Record - Lite	ios	1	1	1	½	0	1	1	1	1	0	1	0	1	9’5	73%
Track My Medical Records	and	½	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	5’5	42%
Total		22’5	20	16’5	21	13’5	19	14	19’5	23’5	2’5	7	11	19		
Total (%)		94%	83%	69%	88%	56%	79%	58%	81%	98%	10%	29%	46%	79%		67%

La tabla 12 muestra, en términos de porcentaje, la cantidad de aplicaciones que se clasifican en cada grupo de calidad definido en la tabla 9. Todas las aplicaciones se incluyen en los grupos Alto o Moderado, lo que quiere decir que el 100% de las aplicaciones tienen una puntuación comprendida entre 5 y 11,3 puntos.

**Tabla 12. Resultados de los grupos de calidad de los mPHRs**

Grupo de Calidad	% de apps	$\Sigma$ % de apps
Muy Alto	0%	0%
Alto	63%	63%
Moderado	37%	100%
Bajo	0%	100%
Muy Bajo	0%	100%

La figura 9 agrupa las puntuaciones de cada aplicación por bloque de cuestionario: P1, Estilo (*Style*); P2, Comportamiento (*Behaviour*); P3, Estructura (*Structure*).



**Figura 9. Resultados por mPHR por cada bloque del cuestionario. \* Aplicación con versión iOS y Android**

Finalmente, la figura 10 muestra la valoración de cada pregunta, la cual se calcula como la suma de las puntuaciones obtenidas por cada aplicación en esa pregunta.

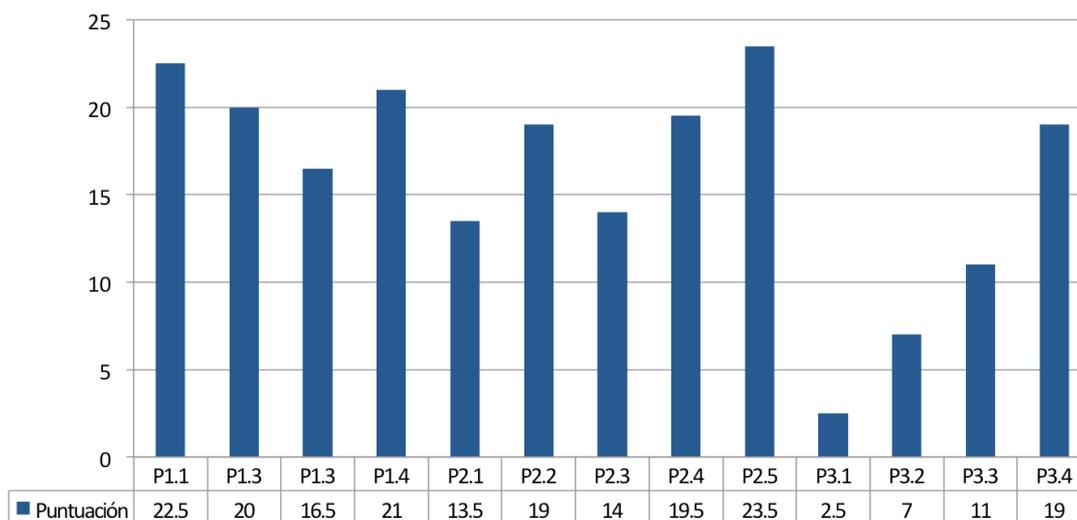


Figura 10. Resultados por pregunta del cuestionario de la evaluación de mPHRs

### 3.2.1.6 Resolución de las preguntas de investigación

Basándonos en los resultados obtenidos, en esta sección vamos a contestar cada una de las preguntas de investigación que se propusieron al inicio de esta revisión.

#### PI1. ¿Cuáles son los mPHRs más usables para Android e iOS?

Los resultados de la tabla 11 ayudan a contestar esta pregunta. La aplicación que ha obtenido la mayor puntuación en los resultados de la evaluación es *iTriage Health* para iOS, con 11 puntos de un máximo de 13. Sin embargo, esta aplicación no usa ninguno de los tipos de navegación recomendados en las guías para el primer nivel, y además tiene una pantalla de bienvenida que retrasa el acceso al contenido.

*Health Companion* y *MTBC PHR*, ambas para iOS, empatan en la segunda posición con 10'5 puntos. Ambas aplicaciones solamente obtienen medio punto en la P2.2 ya que algunos elementos no responden a la interacción del usuario. Al igual que *iTriage Health*, estas dos aplicaciones solamente consiguen un 50% en el bloque de estructura P3.

Hay 2 aplicaciones que han obtenido una puntuación por debajo del 50%: *CareFlowPHR* y *Track My Medical Records*. Ambas aplicaciones son para Android y puntúan con 6 y 5'5 respectivamente. La aplicación de iOS con menor valoración es *MyClinicNotes*, con una puntuación de 6'5, tan sólo medio punto por encima de *CareFlowPHR* para Android.

**PI2. ¿Cuáles son las diferencias entre las aplicaciones de Android e iOS en cuanto a usabilidad?**

Mientras que las aplicaciones de iOS tienen una valoración media del 73%, las de Android tienen una valoración del 61%. Para comprobar que las puntuaciones de las aplicaciones tienen una distribución normal, se usó el test Kolmogorov–Smirnov, y para verificar la igualdad de varianzas en los dos grupos de puntuaciones, Android e iOS, se usó el test Levene. Con el intervalo de confianza habitual del 95%, el t-test para muestras independientes determinó que las diferencias encontradas en la usabilidad de ambos grupos no son significativas: usabilidad ( $t(22) = 1'869$ ,  $p = 0.75$ ), estilo ( $t(22) = 1'635$ ,  $p = 0'116$ ), comportamiento ( $t(22) = 0'858$ ,  $p = 0'4$ ) y estructura ( $t(22) = 1'612$ ,  $p = 0'121$ ).

Ordenando las aplicaciones por su puntuación, la mayoría de las aplicaciones del top 5 fueron desarrolladas para iOS. La aplicación *MyWellnessApp* es la única aplicación de Android que consigue entrar en el top 5, concretamente, se encuentra en la posición número 4. La mayor diferencia entre las aplicaciones de ambas plataformas se encuentra en el bloque P3 que concierne a la estructura. En este bloque se observa una diferencia entre las medias de un 17%, siendo superior en el caso de las aplicaciones para iOS.

Seis de las aplicaciones estudiadas tienen tanto versión de iOS como Android: *MTBC PHR*, *EasyMed Medical Passport*, *Health2me*, *HealthStylus*, *iTriage Health* y *OnPatient PHR*. Ambas versiones de estas aplicaciones fueron creadas por el mismo desarrollador (mismo nombre o similar) y contienen funcionalidades parecidas. En la figura 11 se comparan las puntuaciones obtenidas por las versiones de Android e iOS de estas aplicaciones. En la mitad de los casos, la puntuación más alta corresponde a la versión de Android, mientras que la otra mitad, a la versión de iOS. La mayor diferencia entre las versiones de una misma aplicación es de 2'5 puntos, para la aplicación *OnPatient PHR*, mientras que la menor diferencia es 0'5 en la aplicación *MTBC PHR*. Si analizamos las versiones de Android e iOS para *OnPatient PHR*, la que presenta mayor diferencia, observamos que la de iOS no tiene las mismas funcionalidades que la versión de Android. La versión de iOS es una versión mejorada y más completa que la de Android, la cual no usa ningún icono, y cuando el usuario pulsa el botón de atrás del dispositivo, la aplicación cierra la sesión. Estos son los motivos de su menor puntuación.

Hay otras dos aplicaciones, *Health Companion* para iOS y *My Health Diary* para Android, que tienen ambas versiones, tanto para Android como para iOS. Sus respectivas versiones, *Health Companion* para Android y *My Health Diary* para iOS, fueron descartadas porque tenían restricciones geográficas. Finalmente, *Personal Health Record – Lite* para iOS también tiene una versión en Android. La versión de Android de esta aplicación no cumplió el CI3, ya que cuando se hizo la selección, la aplicación no había sido actualizada desde 2012.

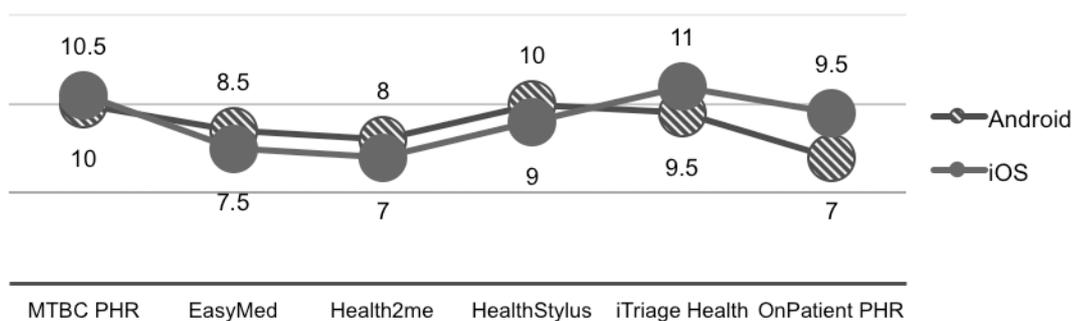


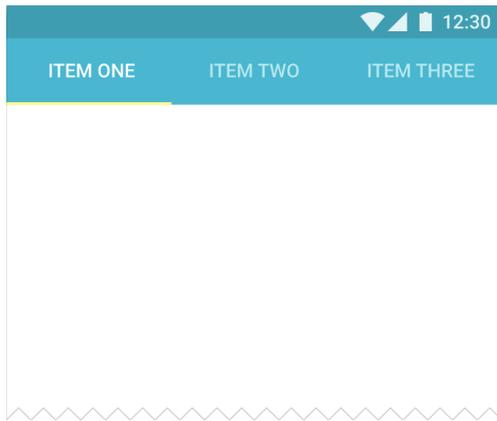
Figura 11. Diferencia entre las versiones iOS y Android de un mismo mPHR

### PI3. ¿Qué tipos de navegación son los más usados en las aplicaciones y cómo mejoran su usabilidad?

El 54% de las aplicaciones usan una de las estructuras sugeridas en las guías (barra de acción/herramientas, pestañas, selector y cajón de navegación [142], [143]), pero sólo el 37% de ellos usan estos patrones de forma correcta. Una de las diferencias encontradas en las guías de iOS y Android es lo que precisamente llevó a estas aplicaciones a no obtener la puntuación máxima en esta pregunta: en iOS, las pestañas deben estar situadas en la parte inferior de la pantalla, mientras que en Android se sitúan en la parte superior [142], [143].

El patrón de las pestañas de navegación es el más utilizado en las aplicaciones estudiadas, concretamente lo usan el 84% de las aplicaciones que obtuvieron alguna puntuación en la P3.3, relativa a las estructuras usadas. La figura 12 muestra ejemplos de este patrón extraídos de las guías de Android e iOS. La figura 13, por otro lado, expone cómo algunos de los mPHRs analizados en nuestro estudio hacen uso de las pestañas.

### Android



### iOS

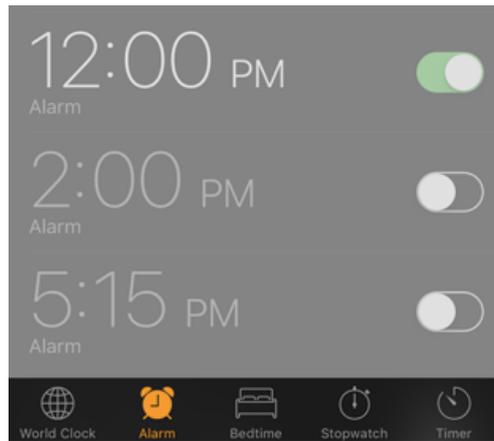
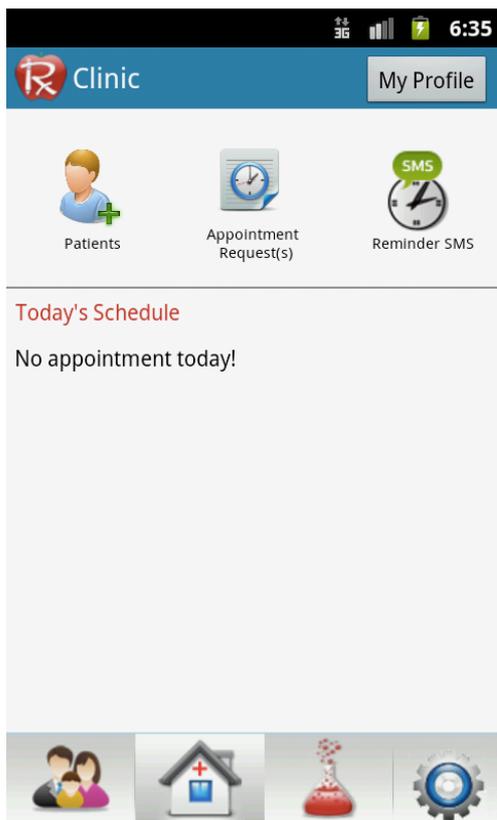


Figura 12. Patrón de pestañas en Android e iOS

### HealthStylus (Android)



### Health Companion (iOS)

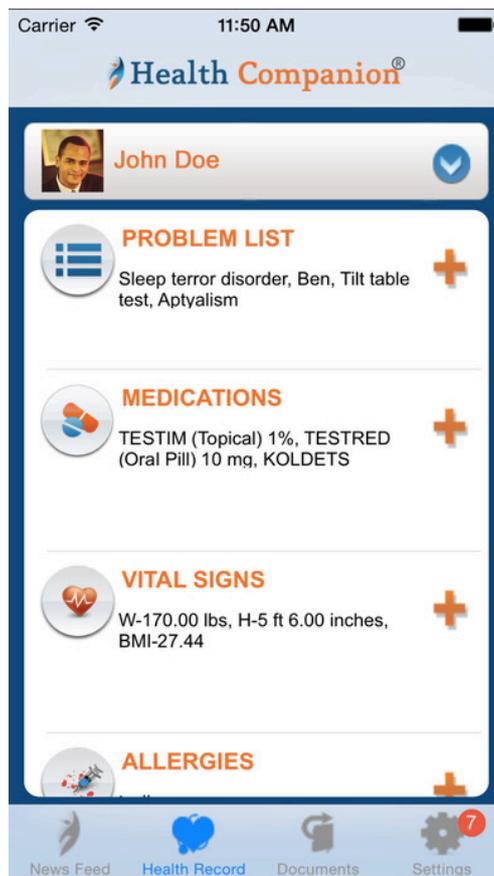
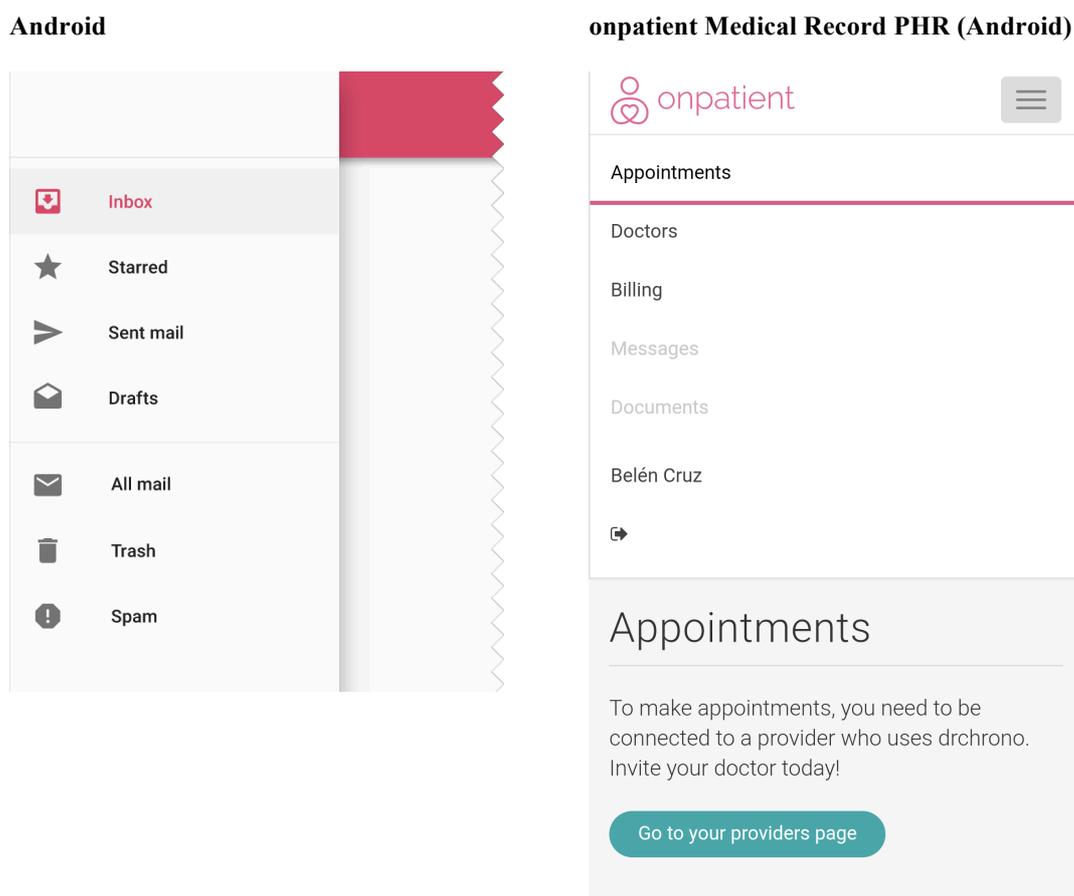


Figura 13. Patrón de pestañas en algunos de los mPHRs analizados

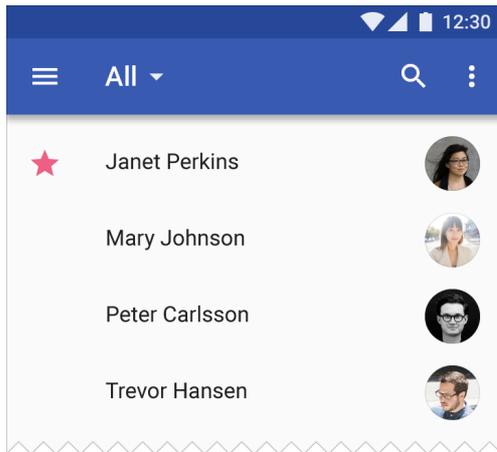
Solamente dos aplicaciones, una para Android y otra para iOS, ambas desarrolladas por *DrChrono.com Inc.*, usan el patrón del cajón de navegación: *onpatient Medical Record PHR* y *OnPatient Personal Health Record*. En la figura 14 se muestra este patrón en la guía de Android y también en la aplicación *onpatient Medical Record PHR* para Android. Los cajones de navegación son paneles accesibles desde el borde de la pantalla y que muestran el menú principal de la aplicación.



**Figura 14. Cajón de navegación en Android**

El 46% de las aplicaciones usan un patrón que no está incluido en las guías, mayoritariamente se trata de una simple lista, y algunos ofrecen un clásico *springboard*, también llamado *launchpad*. En algunas aplicaciones, el *launchpad* es usado también como la página principal de la aplicación, ya que proporciona una manera rápida de acceder a diferentes funcionalidades. La figura 15 muestra ejemplos de listas de Android e iOS, y la figura 16 muestra el uso de los *launchpads* en algunas de las aplicaciones analizadas.

### Android



### iOS

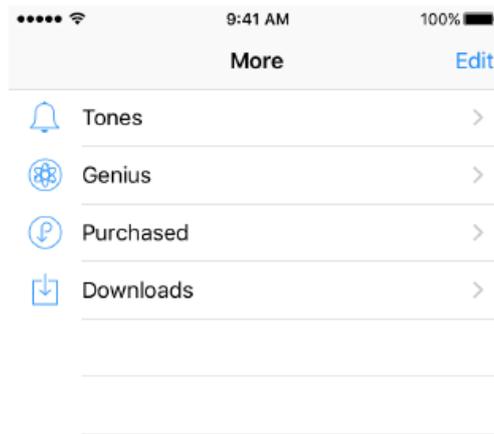
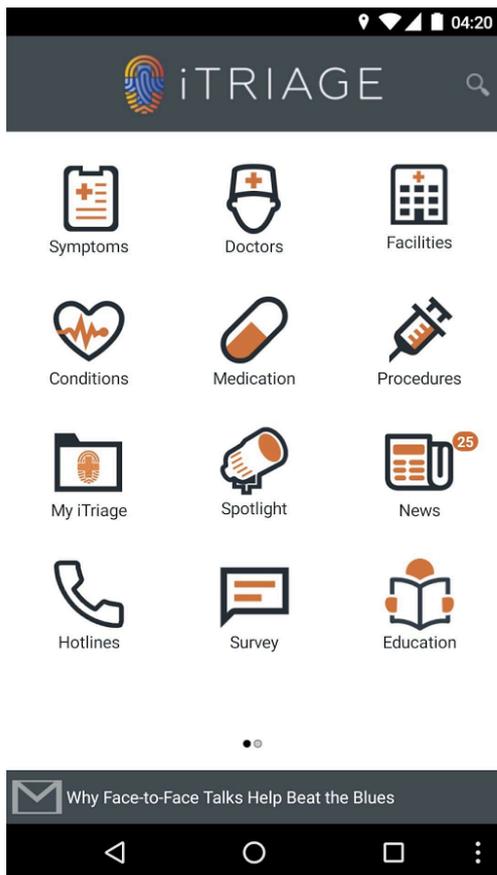


Figura 15. Listas en Android e iOS

### iTriage Health (Android)



### MTBC PHR (iOS)

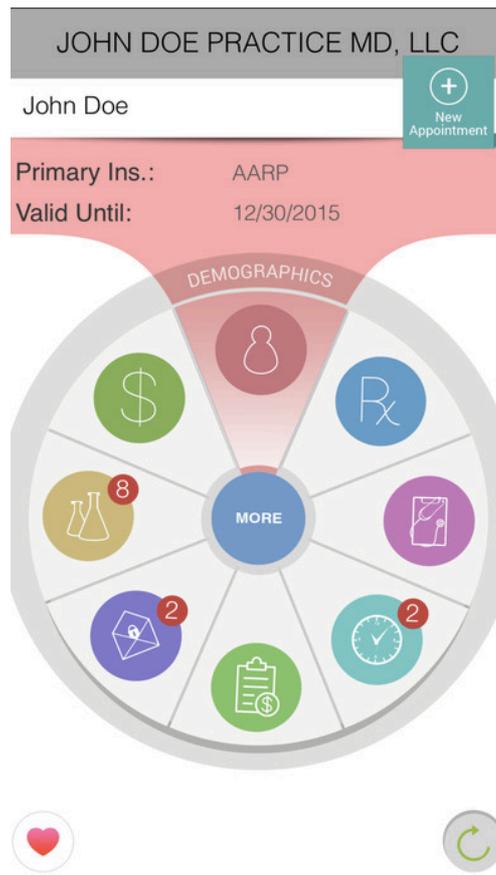


Figura 16. Patrón *launchpad* en los mPHRs analizados

El uso de las barras de herramientas o los selectores no es frecuente.

#### PI4. ¿Hasta qué nivel se siguen las recomendaciones de usabilidad propuestas para Android e iOS?

El porcentaje de puntuación total obtenido por el conjunto de las aplicaciones analizadas es de un 67%. Esto refleja que la usabilidad no es un punto fuerte en los mPHRs, y que debería ser mejorada considerablemente [35], [39], [53]. La figura 17 representa la puntuación media de cada uno de los bloques de preguntas del cuestionario.

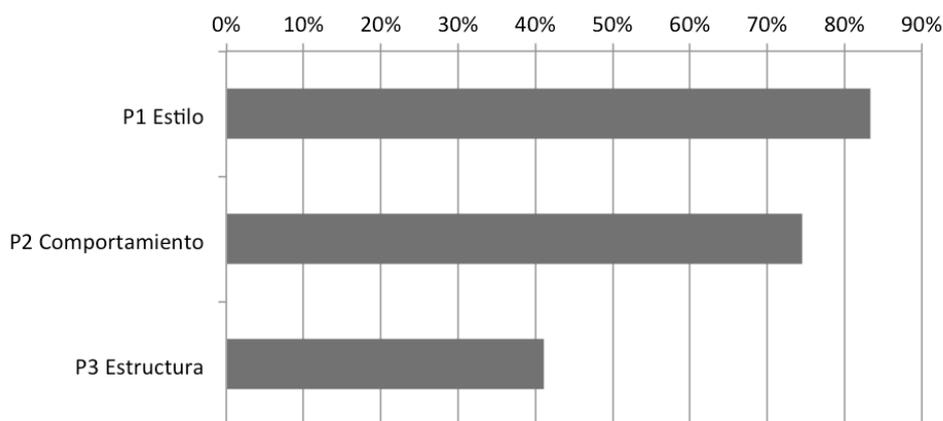


Figura 17. Puntuación media por bloque del cuestionario de evaluación de los mPHRs

A continuación vamos a ver los resultados de cada bloque de preguntas del cuestionario.

##### P1. Estilo

El bloque de estilo es el que obtiene la mayor puntuación. La pregunta con la mayor puntuación en este bloque es la P1.1, con una puntuación del 94%. Esta pregunta examina el estilo de redacción de los textos en las aplicaciones. Los conocimientos limitados que los usuarios tienen sobre medicina se identifican como una barrera, lo cual establece la importancia de esta característica, especialmente en las aplicaciones relacionadas con la salud [148]. Todas las aplicaciones obtienen el máximo en P1.1, excepto 3 de ellas (12%) que consiguen medio punto: *LifeCard Health Record*, *MyMx Personal Health Record* y *Track My Medical Records*. La primera de ellas, *LifeCard Health Record*, utiliza algunas palabras en un lenguaje diferente, cuando el resto de la aplicación se encuentra en inglés. *MyMx Personal Health Record* para iOS abusa del uso de abreviaturas, lo que hace que los textos sean difíciles de entender. *Track My Medical Records* para Android tiene una pantalla principal con demasiado texto y muy poco usable, y además, las mismas sugerencias o consejos (*tooltips*) se muestran de forma repetida.

La pantalla principal de *Track My Medical Records* se puede apreciar en la figura 18.

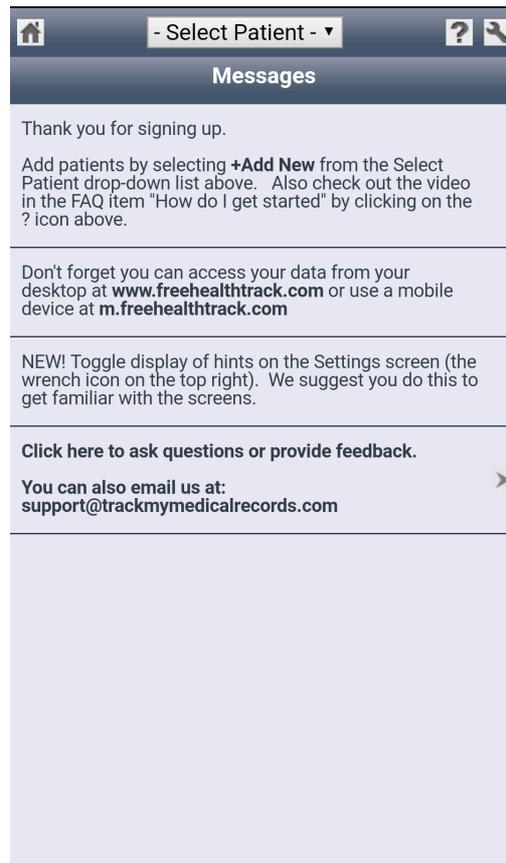


Figura 18. Pantalla principal poco usable del mPHR *Track My Medical Records*

La pregunta P1.4, con un 88%, es la segunda mejor valorada en este bloque. Esta pregunta comprueba si la aplicación se adapta a las orientaciones vertical y horizontal. Los acelerómetros, que permiten detectar el movimiento de los dispositivos, pueden encontrarse en cualquier smartphone moderno. El uso del acelerómetro permite a las aplicaciones mejorar la experiencia del usuario, por ejemplo, en las interacciones con los juegos o en la monitorización de la salud, entre otros usos [149]. Los cambios de orientación pueden tratarse de dos formas: 1) adaptando la pantalla a ambas orientaciones, o 2) restringiendo y permitiendo solamente una orientación. Aunque 14 de las 24 aplicaciones no soportan el cambio de orientación, no tienen un comportamiento incorrecto de usabilidad [142], [143]. En estos casos, se usa la política de limitar la aplicación a una sola orientación. La única aplicación que no obtiene ningún punto en P1.4 es *CareFlowPHR* para Android. Esta aplicación permite el cambio de orientación, pero cuando esto ocurre, la aplicación cierra la sesión y vuelve a la pantalla de autenticación. Hay otras aplicaciones que, al girar el dispositivo a la posición horizontal, muestran espacios en blanco y un diseño con una mala distribución de los elementos en la pantalla. Estas aplicaciones obtienen medio punto en esta pregunta.

Como ejemplo, en la figura 19 se puede ver la aplicación *HealthSuite* para Android en orientación horizontal. El menú del perfil, el cual se abre desde el botón de la parte superior derecha, aparece totalmente fuera de lugar.

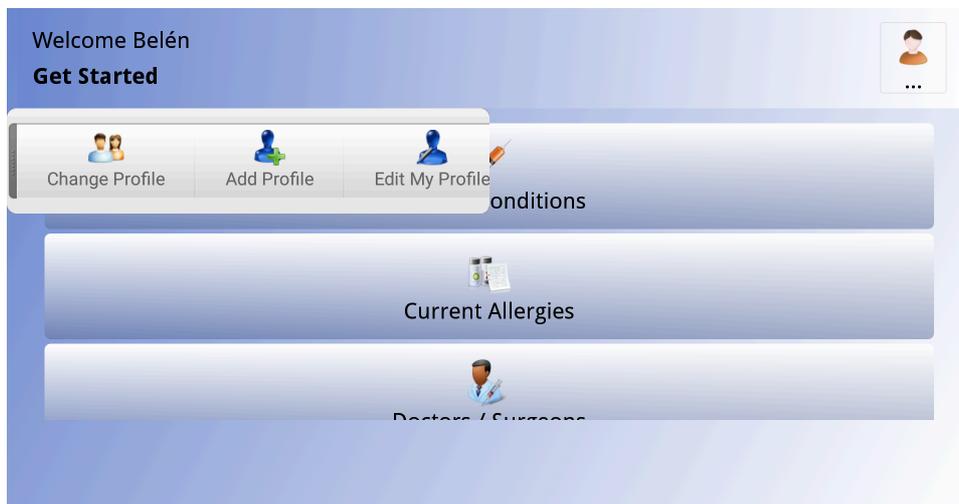


Figura 19. Orientación horizontal en la aplicación *HealthSuite*

## P2. Comportamiento

La pregunta con el mayor grado de cumplimiento en este bloque, un 98%, es la P2.5. Esta pregunta evalúa si las aplicaciones muestran indicadores de actividad en movimiento cuando se realizan tareas que consumen mucho tiempo. El hecho de proporcionar la información del progreso de una tarea mejora la experiencia de usuario [150]. Solamente una aplicación, *CareFlowPHR* para Android, no obtiene la puntuación máxima (obtiene solamente  $\frac{1}{2}$  punto). Esta aplicación muestra un indicador de actividad cuando algunas pantallas se abren, pero esto no ocurre en el panel de configuración. El panel de configuración de esta aplicación puede resultar confuso para los usuarios debido a que 2 de las 4 opciones disponibles no funcionan, y las dos opciones que funcionan no muestran ningún indicador de actividad.

Todos los indicadores de actividad mostrados en las aplicaciones son indeterminados, es decir, se indica que una tarea se está ejecutando pero no se indica el tiempo restante para que la tarea finalice. Los indicadores de progreso que muestran información sobre cuánto tiempo de espera queda, afecta a la experiencia de usuario de una manera positiva [151]. Una mejora que podría realizarse en estas aplicaciones de salud es que las tareas de larga duración diesen esta información a los usuarios. El 33% de las aplicaciones evaluadas no tienen tareas de larga duración.

La pregunta peor valorada en este bloque es la P2.1 con un 56%. Esta pregunta evalúa si las aplicaciones recuerdan los datos del usuario. El fallo principal encontrado en esta recomendación es no guardar las credenciales del usuario, de forma que el usuario tiene que escribir su identificador de usuario y contraseña cada vez que la aplicación se abre. Algunas aplicaciones (3 de 24) obtienen  $\frac{1}{2}$  punto porque sólo preguntan por la contraseña o el código de seguridad.

### P3. Estructura

Hay que destacar que las 3 preguntas con la puntuación más baja, y por debajo del 50%, pertenecen al bloque P3 relativo a la estructura de las aplicaciones. La pregunta P3.1 tiene el menor valor, con una puntuación de sólo el 10%. Esta pregunta evalúa si las aplicaciones presentan contenido útil de forma inmediata, con un acceso directo a su funcionalidad. El 83% de las aplicaciones no obtienen puntos en esta pregunta porque presentan una pantalla de bienvenida, lo que retrasa la carga de la primera pantalla útil de la aplicación. Lo que es más, 3 de ellas muestran una pantalla para que el usuario acepte los términos y condiciones la primera vez que la aplicación es ejecutada: *iTriage Health* para iOS y Android, y *MyMx Personal Health Record* para iOS.

Hay 4 aplicaciones que presentan al inicio un tutorial de la aplicación: *EasyMed Medical Passport* para iOS y Android, que además permite al usuario saltar esta ayuda; y *Health2me* para iOS y Android, que no permite saltar el paso del tutorial. Estos tutoriales no enseñan la aplicación de forma interactiva, sino que presentan una serie de imágenes explicando mediante texto las funcionalidades de la aplicación, tal y como se muestra en la figura 20 para la aplicación *EasyMed Medical Passport*.

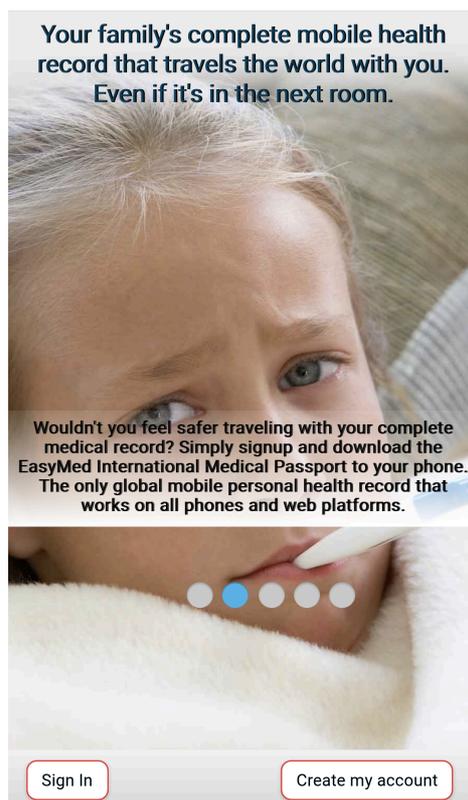


Figura 20. Tutorial de inicio de la aplicación *EasyMed Medical Passport*

Solamente una aplicación obtiene una puntuación máxima en la pregunta P3.1: *MyWellnessApp* para iOS. Esta aplicación carga automáticamente una pantalla funcional, la cual contiene la barra inferior de pestañas que lanzan las diferentes funcionalidades. Finalmente, 3 de las aplicaciones puntúan medio punto en P3.1. Estas aplicaciones muestran la pantalla de inicio de sesión cuando la aplicación se abre. La

pantalla de inicio de sesión puede considerarse como una pantalla funcional aunque no sea un comportamiento deseable, pero debido a que el inicio de sesión es obligatorio para que el usuario pueda usar la aplicación, éstas no obtienen ningún punto en la pregunta P3.2.

Precisamente, la pregunta P3.2 es la siguiente con una puntuación baja, un 29%. Las guías sugieren retrasar la autenticación y dejar al usuario probar la aplicación primero [142], [143]. 7 de las 24 aplicaciones obtienen la máxima puntuación en esta pregunta: 4 de ellos retrasan el inicio de sesión, y las otras 3 no tienen inicio de sesión. Por el contrario, las 17 aplicaciones que obtienen 0 puntos piden a los usuarios registrarse antes de poder usar la aplicación.

### 3.2.2 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE EVALUACIONES EMPÍRICAS DE USABILIDAD EN APLICACIONES MÓVILES DE SALUD

En esta sección se muestra la RSL de una selección de artículos que realizan evaluaciones de usabilidad de aplicaciones relacionadas con mHealth. Esta RSL se centra en estudios empíricos, ya que queremos descubrir si la usabilidad es considerada una parte importante en el desarrollo de una aplicación de mHealth, qué características de usabilidad se analizan y qué problemas de usabilidad se han encontrado. Hay una falta de investigación empírica de las características de usuario en las aplicaciones móviles [54]. Aunque algunos estudios han revisado evaluaciones de usabilidad [54], [61], no tenemos conocimiento de que existiera alguna RSL centrada en evaluaciones de usabilidad de aplicaciones de mHealth.

#### 3.2.2.1 Preguntas de investigación

Para lograr el objetivo de la RSL se definen nueve preguntas de investigación (PI) que se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13. Preguntas de investigación para la RSL de usabilidad en mHealth**

No.	Pregunta de investigación	Motivación
PI1	¿Cuáles son las principales vías de publicación en el área de la usabilidad en aplicaciones móviles de salud?	Para examinar las distintas fuentes en las que los artículos seleccionados han sido publicados.
PI2	¿Tienen impacto en la comunidad científica los foros de divulgación utilizados?	Para analizar la calidad y relevancia de los artículos encontrados.
PI3	¿Cómo ha variado con el tiempo la frecuencia de los trabajos?	Para explorar la evolución de las publicaciones en el tiempo.
PI4	¿Qué características específicas de la usabilidad son las más tratadas?	Para obtener información sobre cómo se tratan las diferentes características de la usabilidad según los estándares de usabilidad (ISO/IEC 9126-1).

PI5	¿Qué métodos empíricos se usan para evaluar la usabilidad?	Para examinar los tipos de validaciones empíricas usadas para evaluar la usabilidad.
PI6	¿Para qué enfermedades o condiciones de salud se realizan las evaluaciones de usabilidad?	Para identificar las enfermedades específicas que se han estudiado en los artículos seleccionados.
PI7	¿Se evalúan las aplicaciones con usuarios reales?	Para analizar si los procesos de evaluación se realizan por usuarios reales de la aplicación (pacientes, médicos, enfermeros, etc.) o por expertos.
PI8	¿Cuáles son los resultados obtenidos por las evaluaciones de usabilidad?	Para extraer los resultados obtenidos de las evaluaciones de usabilidad.
PI9	¿Qué tipos de dispositivos y sistemas operativos se usan para evaluar la usabilidad?	Para proveer información sobre los dispositivos móviles (smartphones o tablets) y el software (iOS o Android) que se han usado para las evaluaciones.

### 3.2.2.2 Fuentes y términos de búsqueda

La estrategia de búsqueda implica la selección de las fuentes de búsqueda y la identificación de los términos de búsqueda. Se seleccionó un conjunto de motores de búsqueda automáticos de las fuentes más relevantes en ingeniería de software y salud: Science Direct, ACM Digital Library, IEEE-Xplore, PubMed y Wiley InterScience.

La cadena de búsqueda fue creada usando el criterio PICO y se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14. Cadena búsqueda de la RSL de usabilidad en mHealth**

<b>Ámbito</b>	<b>Cadena</b>
Móvil	(smartphone OR smart phone OR touchscreen OR mobile phone OR mobile device OR tablet OR phablet) AND
Software	(application OR app OR service OR operating system OR android OR ios OR blackberry OR windows) AND
Salud	(health* OR medicine OR clinic* OR care OR patient) AND
Usabilidad	(usab* OR understandab* OR learnab* OR operab* OR attractiv* OR user experience) AND
Tipo de investigación	(empiric* OR eval* OR assessm* OR test* OR experiment* OR method* OR approach* prediction OR case study OR measure OR estimation OR metric OR validat* OR framework OR prototype OR survey)

Los términos usados, los cuales se basan en las preguntas de investigación, fueron seleccionados usando cinco ámbitos diferentes como punto de partida:

1. Smartphones, como los dispositivos a estudiar, incluyendo tablets y phablets.

2. Los sistemas operativos más populares del momento en los dispositivos móviles: Android, iOS, Windows Móvil y Blackberry [152].
3. Salud, como el campo específico de las aplicaciones estudiadas.
4. Usabilidad, como el tema bajo estudio, junto a los aspectos individuales de usabilidad.
5. Tipo de investigación empírica.

El operador booleano OR se usa para unir los términos alternativos y el operador booleano AND para unir las partes principales

### 3.2.2.3 Criterios de elegibilidad y selección

Cada trabajo encontrado en la búsqueda inicial fue evaluado para decidir si debería ser seleccionado o no. Los trabajos que cumplían con todos de los siguientes criterios de inclusión, fueron incluidos:

- CI1: El trabajo está centrado en smartphones, tablets o phablets.
- CI2: El trabajo proporciona información sobre usabilidad.
- CI3: El trabajo presenta resultados empíricos.
- CI4: El trabajo evalúa una aplicación destinada a usuarios finales.
- CI5: El trabajo debe estar completo (no un resumen).

Los trabajos que cumplen al menos uno de los siguientes criterios de exclusión fueron descartados:

- CE1: El trabajo no está escrito en inglés.
- CE2: El trabajo fue publicado antes de 2000. El primer smartphone con pantalla táctil fue anunciado por Ericsson en el año 2000 [4].
- CE3: El trabajo fue publicado después de Marzo de 2014, fecha en la que realizó el proceso de búsqueda de esta RSL.
- CE4: El trabajo está centrado en una PDA u otro dispositivo no smartphone.
- CE5: El trabajo evalúa una característica interna del smartphone pero ninguna aplicación destinada a usuarios finales como pacientes o doctores.

La selección de los trabajos se realizó en abril de 2014. Un total de 717 artículos fue obtenido en la fase inicial de búsqueda, como muestra la figura 21. De los 717 artículos, 66 estaban duplicados. Tras aplicar CE1, 2 artículos fueron descartados porque no estaban escritos en inglés, mientras que 7 se excluyeron por CE2, ya que habían sido publicados antes del año 2000. Los 642 trabajos restantes fueron evaluados por su títulos y palabras clave. En el siguiente paso, 153 trabajos se excluyeron tras examinar su resumen. Finalmente se revisaron los textos completos de los 281 artículos restantes, de los cuales 260 se descartaron y 22 se seleccionaron tras aplicar CE4 y CE5.

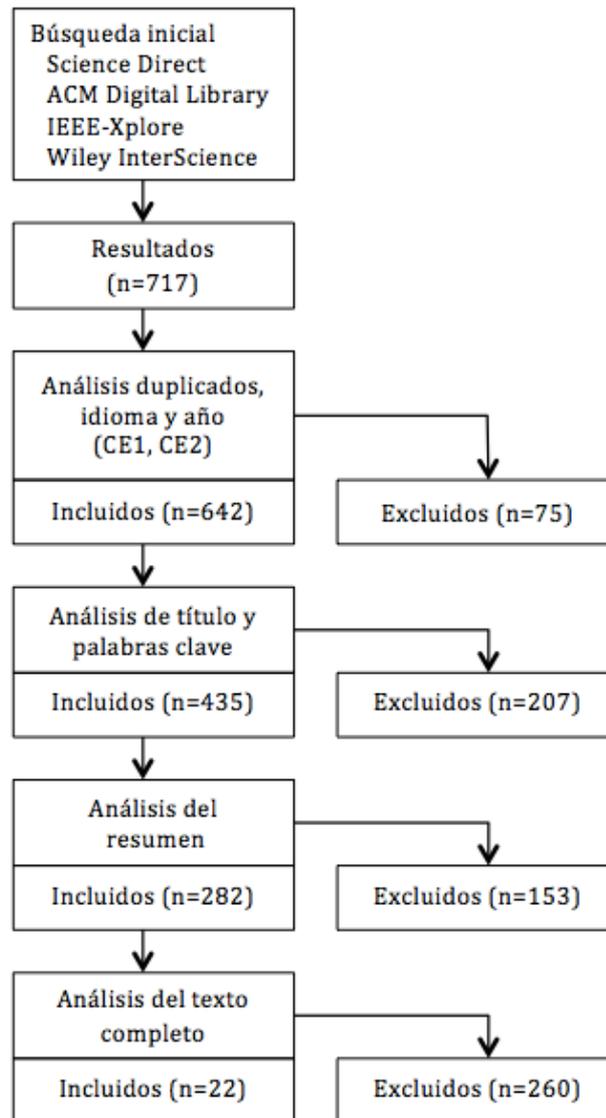


Figura 21. Diagrama PRISMA de la selección de estudios de usabilidad en mHealth

#### 3.2.2.4 Evaluación de calidad

El objetivo de esta evaluación de calidad es medir la importancia de cada uno de los trabajos seleccionados y así guiar la interpretación de los resultados [77]. La lista de criterios de calidad se muestra en la tabla 15. La lista contiene 6 criterios de calidad, los cuales están basados en la evaluación de calidad realizada en un estudio existente que valora los trabajos obtenidos en un estudio sistemático exploratorio sobre ingeniería de requisitos [153].

La pregunta QA1 se valora como parcialmente cuando la tecnología no se detalla en el texto pero puede ser deducida de las capturas de pantalla mostradas de la aplicación. La pregunta QA6 se valora analizando la escala de la *Computing Research and Education Association of Australasia* (CORE) 2013 [154] y los *Journal Citation Reports* (JCR) 2012 [155]. Las revistas y conferencias se valoran de diferente manera debido a que los

trabajos en una revista JCR suelen estar más maduros que en una conferencia CORE [156]. La máxima puntuación que un trabajo puede obtener en el cuestionario de calidad es de 7 puntos.

**Tabla 15. Comprobación de calidad de los trabajos de la RSL de usabilidad en mHealth**

No.	Pregunta de evaluación de calidad	Respuesta
QA1	¿Se detalla la tecnología usada?	(+1) Sí/ (+0) No/ (+0.5) Parcialmente
QA2	¿Se especifica el método de evaluación de usabilidad?	(+1) Sí/ (+0) No
QA3	¿Se muestran los resultados empíricos de la evaluación de usabilidad?	(+1) Sí/ (+0) No
QA4	¿Se analizan los resultados de la evaluación de usabilidad?	(+1) Sí/ (+0) No
QA5	¿Se presentan los resultados negativos?	(+1) Sí/ (+0) No
QA6	¿Se ha publicado el trabajo en una fuente estable y con reconocimiento?	Para conferencias, talleres, y simposios: (+1.5) clasificado como CORE A* o A, (+1) clasificado como CORE B, (+0.5) clasificado como CORE C, (+0) no tiene clasificación CORE. Para revistas: (+2) clasificado como Q1, (+1.5) clasificado como Q2, (+1) clasificado como Q3 o Q4 (+0) no tiene clasificación JCR. Para otros: (+0)

### 3.2.2.5 Estrategia de extracción de datos

El proceso de extracción de datos está basado en las preguntas de investigación. La información presentada en la tabla 16 es la necesaria para contestar a ellas. El proceso fue realizado rellorando un formulario de extracción de los datos.

**Tabla 16. Extracción de datos para la RSL de usabilidad en mHealth**

No.	Datos extraídos
PI1	Para contestar a esta pregunta, se debe obtener la fuente de publicación.
PI2	Para analizar la relevancia de los trabajos, se debe obtener la clasificación de la fuente (QA6).
PI3	Para obtener la evolución temporal, se debe considerar el año de publicación.
PI4	Basado en el ISO/IEC 9126-1 [56], el modelo de usabilidad empleado en esta RSL incluye: comprensión, facilidad de aprendizaje, operatividad y atractivo.
PI5	Para investigar cómo se realizan las evaluaciones de usabilidad, se debe extraer información sobre el proceso: método, duración y número de personas involucradas.
PI6	Para identificar las enfermedades o condiciones médicas, debe obtenerse el tema concreto de salud del que tratan los trabajos.

PI7	Las evaluaciones de usabilidad pueden realizarse por expertos o usuarios reales de la aplicación como pacientes o doctores.
PI8	Para descubrir si se han identificado problemas, se debe analizar los principales hallazgos de las evaluaciones.
PI9	Para crear el mapa tecnológico, deben identificarse las características de hardware y software. Como hardware entendemos el modelo del dispositivo y como software, el sistema operativo.

### 3.2.2.6 Resultados y resolución de las preguntas de investigación

Esta sección describe los resultados obtenidos para contestar las preguntas de investigación. La tabla 17 muestra los trabajos seleccionados junto a los resultados de su evaluación de calidad. La extracción de datos realizada para las distintas preguntas de investigación puede encontrarse en el anexo 10.2.

**Tabla 17. Trabajos seleccionados para la RSL de usabilidad en mHealth. (“Pub.” se refiere a publicación, “R” a revista, y “C” a conferencia).**

Trabajo	Año Pub.	Tipo Pub.	Nombre abreviado de la pub.	Evaluación de calidad						Valor
				1	2	3	4	5	6	
[157]	2014	R	PainMed	1	1	1	1	1	2	7
[158]	2012	R	Int J MedInf	1	1	1	1	1	2	7
[159]	2013	C	CHI	1	1	1	1	1	1'5	6'5
[160]	2011	R	J BiomedInform	1	1	1	0	1	2	6
[161]	2014	R	J Am CollSurg	1	1	0	1	1	2	6
[162]	2012	C	ICCHP	1	1	1	1	1	0'5	5'5
[163]	2014	R	ProcediaComputSci	1	1	1	1	1	0	5
[164]	2013	C	ICHI	1	1	1	1	1	0	5
[165]	2013	C	Healthcom	1	1	1	1	1	0	5
[166]	2013	C	HCI	1	1	1	1	1	0	5
[167]	2013	C	ICOSST	1	1	1	1	1	0	5
[168]	2011	C	PETRA	0'5	1	1	1	1	0	4'5
[27]	2013	C	MUM	0'5	1	1	1	1	0	4'5
[169]	2012	C	PervasiveHealth	1	1	0	1	1	0	4
[170]	2013	C	ICOT	1	1	0	1	1	0	4
[171]	2011	C	SIGDOC	0	1	1	1	1	0	4
[172]	2013	C	EMBC	1	1	0	0	1	0'5	3'5
[173]	2013	C	LISAT	1	0	0	1	1	0	3
[174]	2011	C	USAB	0	1	1	0	1	0	3
[175]	2013	C	iCAST-UMEDIA	1	1	0	0	0	0	2
[176]	2010	C	Healthcom	1	1	0	0	0	0	2
[24]	2013	C	CinC	1	0	0	0	0	0	1

A continuación contestamos a cada una de las preguntas de investigación de esta revisión.

### PI1. ¿Cuáles son las principales vías de publicación en el área de la usabilidad en aplicaciones móviles de salud?

Las vías de publicación son muy variadas ya que hay 21 fuentes diferentes entre los 22 trabajos. La única fuente repetida, en 2 artículos, es la conferencia llamada *Healthcom (IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services)*, aunque cada artículo fue publicado en un año diferente: 2010 [176] y 2013 [165].

De las 21 fuentes de publicación hay 16 conferencias y 5 revistas. Únicamente 2 fuentes, ambas revistas, no están relacionadas específicamente con informática, sino solo con salud: *Pain Medicine* [157] y *Journal of the American College of Surgeons* [161]. Del resto de fuentes, hay 11 que se especializan en tecnología aplicada en medicina, y las 8 restantes en tecnología, pero no aplicada específicamente en medicina.

### PI2. ¿Tienen impacto en la comunidad científica los foros de divulgación utilizados?

El reconocimiento de los trabajos puede ser medido por la reputación de sus fuentes de publicación. Aunque hay solamente 5 revistas, 4 de ellas están clasificadas como Q1 en JCR, siendo todas ellas, revistas de medicina. Respecto a las conferencias, sólo 3 de 16 están en la clasificación CORE. Una de ellas se encuentra en el nivel más alto, A\*: *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [159].

La evaluación de la calidad realizada demuestra que los artículos seleccionados son apropiados para nuestra investigación. Tras examinar los resultados de la evaluación de calidad, observamos que 17 de los 22 trabajos consiguen más de la mitad de la puntuación total, y que 2 de ellos obtienen la valoración máxima [157], [158].

### PI3. ¿Cómo ha variado con el tiempo la frecuencia de los trabajos?

Los trabajos seleccionados para nuestro estudio fueron publicados entre 2010 y 2014. La figura 22 muestra el número de trabajos publicados por año: 1 en 2010, 4 en 2011, 3 en 2012, 10 en 2013 y 3 en 2014 (solamente se buscaron artículos en los 3 primeros meses de 2014).

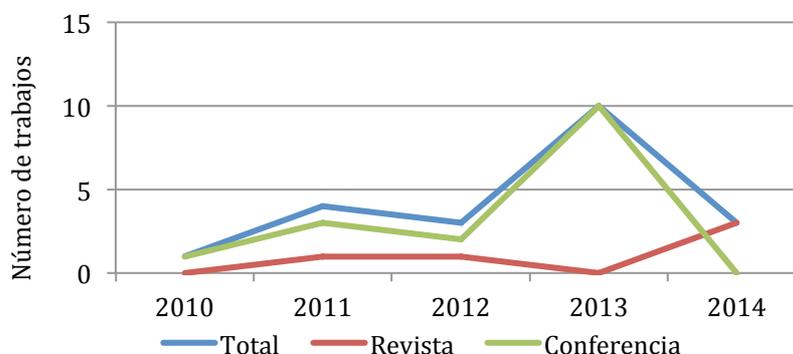


Figura 22. Artículo por año de la RSL de usabilidad en mHealth

#### PI4. ¿Qué características específicas de la usabilidad son las más tratadas?

El 32% de los trabajos evalúan todos los aspectos de la usabilidad definidos en el ISO/IEC 9126-1 [56]: comprensión, facilidad de aprendizaje, operatividad y atractivo. La característica evaluada más a menudo es la operatividad (20 de 22 trabajos), mientras que la menos evaluada es el atractivo (10 de 22 trabajos).

La *Systems Usability Scale* (SUS) desarrollada por Brooke en 1986 [177], se aplica en 3 de los 22 trabajos para evaluar la usabilidad. Esta escala mide la usabilidad en base al ISO 9241-11 [55]: eficiencia, efectividad y satisfacción. Hay 2 trabajos más que, aunque no usan la SUS, sí se basan igualmente en el ISO 9241-11. Aunque no todos los trabajos mencionan el modelo ISO 9241-11, el 41% de ellos evalúan las tres mismas características (eficiencia, efectividad y satisfacción). El aspecto más evaluado es la efectividad (19 de 22), mientras que el menos estudiado es la eficiencia (50%, 11 de 22). Los resultados de los aspectos de ambos modelos se muestran en la figura 23.

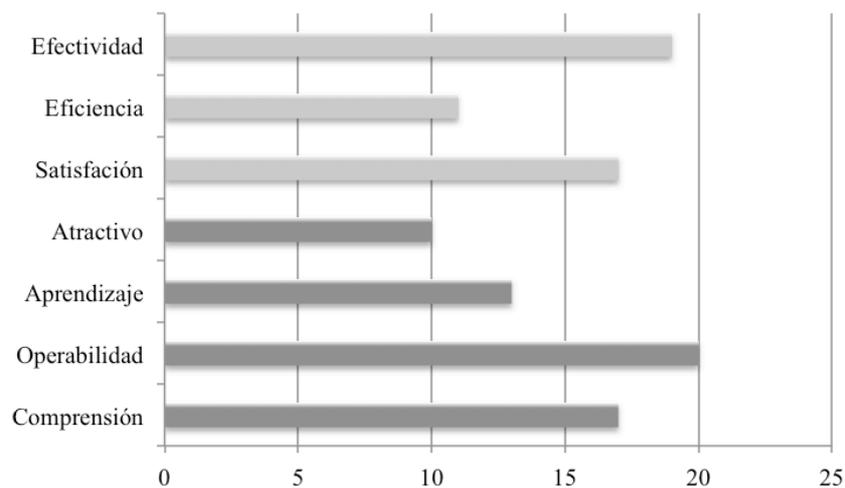


Figura 23. Aspectos de la usabilidad evaluados en los trabajos empíricos identificados

#### PI5. ¿Qué métodos empíricos se usan para evaluar la usabilidad?

En los trabajos seleccionados se investigan hasta 4 métodos diferentes de evaluación de la usabilidad: cuestionarios, entrevistas, registros (o *logs*) y el método de “pensar en alto” (*thinking out loud*). Los logs contienen una serie de registros sobre los eventos que ocurren en una aplicación, como por ejemplo, las páginas mostradas, o los botones pulsados por los usuarios. En el método de *thinking out loud*, los usuarios comentan en alto sus pensamientos y sensaciones mientras usan la aplicación a evaluar. La figura 24 muestra el número total de trabajos que utilizan cada tipo de método de evaluación.

El método más usado para evaluar la usabilidad de una aplicación es el cuestionario (13 trabajos usan este método). Los cuestionarios consisten en un conjunto de preguntas que los usuarios contestan después de haber probado la aplicación bajo estudio. En el 46% de los trabajos (6 de 13) se dan detalles sobre las preguntas que los usuarios respondieron. 4 de los estudios analizados complementaron los cuestionarios con entrevistas. Las entrevistas son el segundo método más común, apareciendo en 7 trabajos. Además, en uno de los trabajos en los que se emplea un cuestionario, también se implementa un *log* [176]. Este *log* guarda la actividad tanto de la aplicación como la información de sus conexiones con el servidor. También existe otro estudio que hace uso de un *log*, pero no se dan detalles sobre su implementación o qué tipo de información es registrada [172].

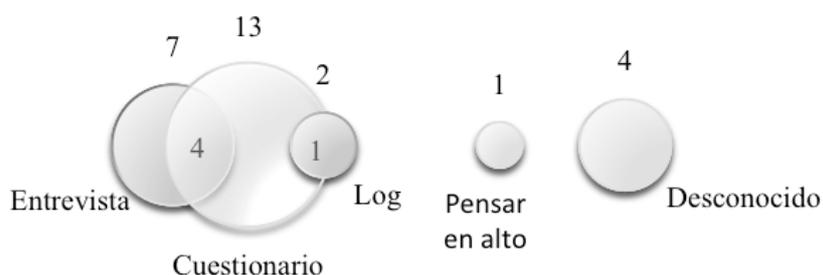


Figura 24. Métodos empíricos encontrados en la RSL de usabilidad en mHealth

Algunos de los trabajos estudiados también dan información sobre cómo los usuarios deben utilizar las aplicaciones durante la evaluación. Doce estudios trabajan con una técnica donde el usuario tiene que completar una lista de tareas con la aplicación bajo estudio. Diez de estos 12 estudios explican además las tareas que formaron parte de la evaluación. La media de la duración de estas tareas es de 40 minutos. La información sobre los procesos de realización de tareas de estos 12 trabajos se refleja en la tabla 18.

En 5 de los trabajos se realizó una evaluación a largo plazo. En estas evaluaciones, los usuarios prueban las aplicaciones durante un largo período de tiempo: días, semanas o meses. La evaluación más larga realizada en los trabajos seleccionados duró 6 meses [176]. La figura 25 muestra la duración en horas de las evaluaciones realizadas en los trabajos que proporcionan esta información. Los marcadores indican un trabajo en el cual se hizo una evaluación con ese número de horas.

Tabla 18. Información de los métodos de completitud de tareas en las evaluaciones de usabilidad

Ref	Ciclo	# tareas	Tareas	Tiempo	# usuarios
[157]	1	1	Guarda un episodio de dolor	30 min	41
[159]	1	8	Abre la aplicación, inicia sesión, establece una hora de despertador, inicia/para el registro del sueño, responde a un tono de sueño, activa/desactiva el estado de la cama, ajusta las opciones del tono	-	26
[162]	1	1	Deletrea una palabra	-	33
[162]	2	1	Completa una frase	-	17
[163]	1	6	-	20 min	9
[163]	2	6	Encuentra la página de resultados, busca resultados para un día específico, vuelve a la página de inicio, encuentra la pantalla para añadir datos personales, vuelve a la pantalla de inicio, encuentra la opción de completar	20 min	9
[163]	3	6	Encuentra la página de resultados, busca resultados para un día específico, vuelve a la página de inicio, encuentra la pantalla para añadir datos personales, vuelve a la pantalla de inicio, encuentra la opción de completar	20 min	7
[164]	1	-	-	1 h	6
[164]	2	-	-	1 h	5
[165]	1	6	Importa y configura el perfil “productos light”, crea una nueva lista de la compra, añade un producto específico que encaje en el perfil, añade un producto usando el escáner de código de barras, añade un producto que no encaje en el perfil, registra productos que no estén disponibles	-	8
[166]	1	5	Manda un informe con UCS ( <i>Urgent Communication System</i> ), manda un informe por email, manda una ambulancia por email, manda una ambulancia con UCS, rellena los datos personales	-	4
[168]	1	6	Nombra las actividades pasadas en la agenda, nombra las siguientes actividades en la agenda, añade un evento nuevo, añade un evento predefinido, cambia la hora de un evento, crea un recordatorio	-	19
[168]	2	4	Nombra la última actividad, nombra la siguiente actividad, indica la hora que aparece para “Tomar medicación”, crea un recordatorio	-	11
[27]	1	25	Identifica los medicamentos, navega entre los días, cambia la hora de la toma, haz scroll hacia abajo, encuentra los días marcados en el calendario, selecciona el día correcto, usa la opción de recordatorio, selecciona la opción de repetición	-	9
[27]	2	21	Marca la medicación correcta, navega entre los días, identifica la hora de la toma, lee la marca objetivo, encuentra la hora de la toma perdida	-	11
[169]	1	4	Configura la aplicación, inserta varias comidas, mira la historia individual, mira la historia familiar	90 min	26
[171]	1	8	-	30 min	9
[171]	2	8	-	30 min	11
[174]	1	6	Encuentra el paciente, selecciona el nombre de un paciente, añade un diagnóstico, busca un diagnóstico, encuentra un medicamento, revisa el registro creado	-	6



Figura 25. Duración de las evaluaciones de usabilidad

### PI6. ¿Para qué enfermedades o condiciones de salud se realizan las evaluaciones de usabilidad?

Cuatro de los 22 trabajos estudian aplicaciones de monitorización remota de los pacientes, centrándose uno de ellos en las personas mayores [164]. Por ejemplo, Barendse et al. [24] presentan una aplicación de monitorización de pacientes que muestra las señales vitales, curvas y tendencias de los parámetros que un monitor podría mostrar. Kascak et al. [164] eliminan la necesidad de dispositivos caros de monitorización remota con la creación de una aplicación móvil para pacientes con enfermedades crónicas, la cual puede usarse en smartphones y tablets ya existentes. Otra de las aplicaciones también es para personas mayores y su objetivo es promover el ejercicio y evitar caídas [163].

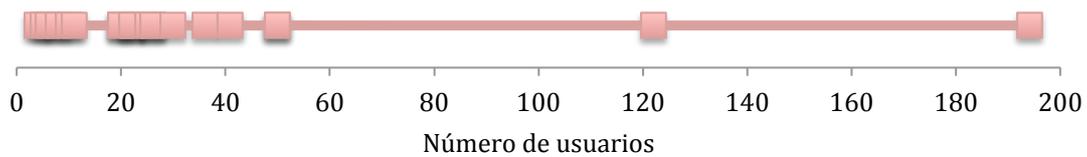
Las enfermedades más estudiadas son la demencia (3 trabajos) y el autismo (2 trabajos). También hay 2 trabajos sobre nutrición, donde por ejemplo, una de ellas presenta una aplicación para gestionar la información nutricional del usuario y es capaz de recomendar comidas y bebidas basadas en el perfil del usuario, el cual podría ser un usuario que sufre de hipertensión u obesidad [165].

Otras enfermedades o condiciones de salud que se estudian en los trabajos seleccionados son: ceguera [171], sordera [166], problemas cardíacos [176], disartria [162], Parkinson [27], cáncer de piel [160], traumatismos [161] y tratamiento del dolor [157]. Hay también un estudio enfocado en el análisis y registro del sueño [159]. Los problemas de sueño, como el insomnio, puede ocasionar un estado de salud debilitado.

### PI7. ¿Se evalúan las aplicaciones con usuarios reales?

Casi un 82% (18 de 22) de las aplicaciones han sido evaluadas por usuarios reales: pacientes, doctores, enfermeros o cuidadores. Por ejemplo, en el caso de una aplicación para personas mayores, los usuarios que probaron la aplicación tenían 65 años o más [163]. La aplicación propuesta por Hwang et al., la cual es para personas con disartria, fue probada por pacientes del centro médico *Seoul Rehabilitation Centre for the Cerebral Palsied* (SRCCP) [162]. La disartria es un trastorno que dificulta la articulación de los sonidos.

Las 4 aplicaciones restantes no fueron evaluadas por los usuarios reales de la aplicación. Por ejemplo, la aplicación para personas sordas y con disfunciones del lenguaje fue analizada por gente sin problemas auditivos [166]. Dos de las otras aplicaciones fueron validadas por estudiantes y expertos [157], [175]; y el último trabajo no menciona nada sobre los usuarios que probaron la aplicación, ni siquiera cuántos participaron [24]. El número de usuarios que valoran las aplicaciones es proporcionado en 20 de los 22 artículos (91%). Este número varía entre 4 y 194 usuarios, como refleja la figura 26. Los marcadores indican el número de usuarios que realizaron la evaluación por trabajo.



**Figura 26. Número de usuarios que evaluaron la usabilidad de las aplicaciones**

Algunos de los artículos distribuyen los usuarios entre múltiples test de usabilidad. 5 de los 22 artículos realizan una evaluación en 2 rondas, de forma que después de una primera evaluación, se mejora la aplicación y se prueba de nuevo siguiendo un proceso iterativo. Un artículo realiza una evaluación de 3 rondas [163] y otro una de 4 rondas para la aplicación iCAN, de la cual desarrollan hasta la versión 4.0 [170]. Quince de los 22 trabajos evalúan la usabilidad de la aplicación una sola vez.

### **PI8. ¿Cuáles son los resultados obtenidos por las evaluaciones de usabilidad?**

Catorce de los 22 artículos presentan estadísticas descriptivas y 16 artículos analizan sus resultados. Estos resultados descriptivos incluyen el tiempo que los usuarios han tardado en realizar las tareas, la puntuación SUS o las puntuaciones dadas por los usuarios a ciertas características de las aplicaciones.

Algunos de los hallazgos analizados en los trabajos son específicos de la aplicación bajo estudio, y aplicarlos a otras aplicaciones carece de sentido. Por ejemplo, la aplicación para medir el sueño informa de problemas con el nivel del brillo de la pantalla en habitaciones oscuras [159]. Este problema no tiene relevancia para nuestra investigación sobre la usabilidad, pero existen otras conclusiones que sí son interesantes y que pueden ser aplicadas a otras aplicaciones. Estas conclusiones se resumen en la tabla 19.

**Tabla 19. Conclusiones de usabilidad de la RSL de usabilidad en mHealth**

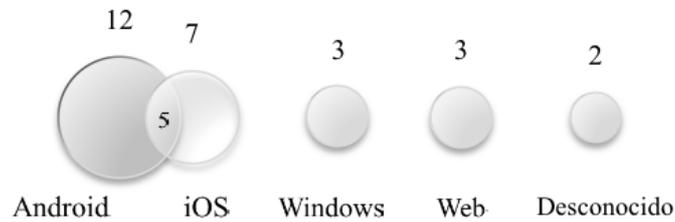
Conclusiones usabilidad	Referencias
<b>Atractivo</b>	
A1 El color negro se suele encontrar repulsivo	[167]
A2 El color de los componentes debe contrastar con el fondo	[164][173]
A3 Los adultos no están interesados en juegos, al contrario que los adolescentes	[169]
<b>Aprendizaje</b>	
L1 Enseñar es importante para reducir el tiempo necesario por los usuarios para aprender cómo usar la aplicación	[161][162]
L2 Una interfaz monótona causa un aprendizaje pobre	[167]
L3 Los usuarios quieren tutoriales al principio de las aplicaciones que los guíen en su uso	[167]
L4 Los usuarios aprenden a usar la pantalla táctil después de varios intentos	[171][164]
<b>Operatividad</b>	
O1 Un joven adulto necesita un ¼ del tiempo que necesita un adulto mayor para completar una tarea	[168]
O2 Los campos de texto libres deben evitarse	[161][163]
O3 Los menús desplegados con opciones predeterminadas mejoran la eficiencia	[161]
O4 Dificultad en realizar scroll a pesar de la existencia de pistas visuales	[27]
O5 Dificultad en realizar gestos de deslizamiento del dedo ( <i>swipe</i> )	[27][163]
O6 Dificultad en sostener una tablet e interactuar con ella a la vez	[173]
O7 No hay relación entre la confianza que tiene el usuario sobre su manejo con los smartphones, con el tiempo que necesita para realizar las tareas	[157]
<b>Comprensión</b>	
U1 Los textos deben ser fáciles de entender para evitar términos o acciones confusas	[27][165][167]
U2 Necesidad de letras más grandes, incluso en el teclado	[162][163][164][168]
U3 Los botones tienen que parecer botones reales	[164]
U4 Debe evitarse demasiada información o instrucciones en una sola pantalla	[162][167]
U5 Tendencia a pulsar los iconos pero no el texto asociado con ellos	[163]
U6 Dificultad manejando niveles de navegación, confiando en el botón de atrás como una opción segura	[163]

### PI9. ¿Qué tipos de dispositivos y sistemas operativos se usan para evaluar la usabilidad?

Solamente 5 de los 22 trabajos evalúan la usabilidad de las aplicaciones en más de una plataforma software, siendo para todos los casos Android e iOS. La mayoría, 7 de 22, prueban sus aplicaciones usando solamente Android. En cuanto a las aplicaciones que se han probado solamente en Windows, nos encontramos con 3, y para solamente iOS, nos encontramos con 2 aplicaciones. Además de las aplicaciones nativas, hay también 3 aplicaciones web. Hay 2 trabajos de 22 que no mencionan la plataforma software de las aplicaciones evaluadas. La distribución de los sistemas usados se resume en la figura 27.

Respecto al tipo de dispositivos, 14 de los 22 trabajos dan detalles del dispositivo específico que fue usado para evaluar las aplicaciones. El dispositivo más usado es el Apple iPad, el cual es mencionado en 8 trabajos: 7 de ellos son aplicaciones para iOS y la otra es una aplicación web. En uno de estos 8 trabajos incluso se especifica el modelo

exacto: iPad 3. Las tablets Samsung Galaxy Tab, Samsung Galaxy Tab 10.1 y Samsung Galaxy Tab 2 10.1 se usan en 2 trabajos cada una.



**Figura 27. Número de aplicaciones por software o sistema operativo empleado**

En cuanto a los smartphones, el Apple iPhone se usa en 3 trabajos, pero solamente uno de ellos menciona el modelo: iPhone 4. Otro fabricante popular es HTC: los smartphones HTC Titan, HTC Radar, HTC Wildfire S, y HTC Desire S se usan en 3 trabajos. Hay también otro artículo que utiliza un Google Nexus 4 y otro que trabaja con un Motorola Droid.

### 3.2.3 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTÁNDARES Y RECOMENDACIONES DE USABILIDAD MÓVIL

En esta sección se muestra el proceso de búsqueda y selección de artículos que están relacionados con la usabilidad en aplicaciones móviles. Como método hemos empleado PRISMA, el cual ayuda a los autores a mejorar la cobertura en revisiones sistemáticas y meta-análisis.

En las evaluaciones y revisiones mostradas anteriormente, hemos extraído información empírica sobre usabilidad en aplicaciones móviles de salud. En el primer caso (3.2.1 Evaluación de usabilidad) obtuvimos información de nuestra propia evaluación sobre una serie de aplicaciones PHRs. En el segundo caso (3.2.2 Revisión sistemática de evaluaciones empíricas de usabilidad en aplicaciones móviles de salud) extrajimos las conclusiones de otros autores en sus evaluaciones de aplicaciones de salud. El objetivo de la revisión de este capítulo es recapitular otros trabajos que traten sobre usabilidad en aplicaciones, que no sean necesariamente de salud y que no hayan hecho necesariamente evaluaciones empíricas. De esta forma completaremos el trabajo anterior con otras recomendaciones de usabilidad que no hubiesen sido identificadas hasta el momento.

### 3.2.3.1 Preguntas de investigación

Para lograr el objetivo de esta RSL se definen las preguntas de investigación (PI) en la tabla 20. Para esta RSL lo que buscamos principalmente es extraer recomendaciones y descubrir guías de usabilidad adicionales a las ya estudiadas. Debido a que el objetivo es más global y no concierne a áreas concretas, no se definen preguntas específicas sobre salud, o sobre métodos de evaluación.

**Tabla 20. Preguntas de investigación para la RSL de recomendaciones de usabilidad**

No.	Pregunta de investigación	Motivación
PI1	¿Cuáles son las principales vías de publicación en el área de la usabilidad en aplicaciones móviles?	Para examinar las distintas fuentes en las que los artículos seleccionados han sido publicados.
PI2	¿Cómo ha variado con el tiempo la frecuencia de los trabajos?	Para explorar la evolución de las publicaciones en el tiempo.
PI3	¿Cuáles son las recomendaciones de usabilidad dadas en los trabajos?	Para extraer los resultados obtenidos sobre usabilidad.

### 3.2.3.2 Fuentes y términos de búsqueda

La estrategia de búsqueda implica la selección de las fuentes de búsqueda y la identificación de los términos de búsqueda. Se seleccionó un conjunto de motores de búsqueda automáticos de las fuentes más relevantes en ingeniería de software y salud: Science Direct, ACM Digital Library, IEEE-Xplore, PubMed y Wiley InterScience.

La cadena de búsqueda sigue el criterio PICO de forma similar a la RSL anterior. En este caso, no buscamos evaluaciones empíricas, sino recomendaciones o guías, y tampoco filtramos por salud. Los cuatro ámbitos diferentes usados en la cadena de búsqueda son los siguientes:

1. Smartphones como los dispositivos a estudiar, incluyendo tablets y phablets.
2. Los sistemas operativos más populares del momento en los dispositivos móviles: Android, iOS, Windows Móvil y Blackberry [152].
3. Usabilidad como el tema bajo estudio, junto a los aspectos individuales de usabilidad.
4. Tipo de artículo que se refiera a recomendaciones y guías.

El operador booleano OR se usa para unir los términos alternativos y el operador booleano AND para unir las partes principales. La cadena de búsqueda se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21. Cadena de búsqueda para la RSL de recomendaciones de usabilidad**

<b>Ámbito</b>	<b>Cadena</b>
Móvil	(smartphone OR smart phone OR touchscreen OR mobile phone OR mobile device OR tablet OR phablet) AND
Software	(application OR app OR service OR operating system OR OS OR android OR ios OR blackberry OR windows) AND
Usabilidad	(usab* OR understandab* OR learnab* OR operab* OR attractiv* OR user experience) AND
Tipo de investigación	(result* OR requirement* OR catalog* OR criteria* OR guide* OR specification*)

### 3.2.3.3 Criterios de elegibilidad y selección

Para realizar la selección de los trabajos se definen los siguiente criterios de inclusión. Para que un artículo sea seleccionado, debe cumplir con todos los siguientes criterios:

- CI1: El trabajo está centrado en smartphones o tablets.
- CI2: El trabajo proporciona información sobre usabilidad.
- CI3: El trabajo evalúa una aplicación destinada a usuarios finales.
- CI4: El trabajo debe estar completo (no un resumen).

Además se definen los siguientes criterios de exclusión. Para que un artículo sea seleccionado, no debe cumplir ninguno de ellos:

- CE1: El trabajo no está escrito en inglés.
- CE2: El trabajo fue publicado antes de 2000. El primer smartphone con pantalla táctil fue anunciado por Ericsson en el año 2000 [4].
- CE3: El trabajo fue publicado después de 2015, fecha en la que realizó el proceso de búsqueda de esta RSL.
- CE4: El trabajo está centrado en una PDA u otro dispositivo no smartphone.
- CE5: El trabajo evalúa una característica interna del smartphone pero ninguna aplicación destina a usuarios finales.

La selección de los trabajos se realizó en diciembre de 2015 y se encontraron 593 en la búsqueda inicial. La figura 28 muestra el proceso de búsqueda y selección de los artículos.

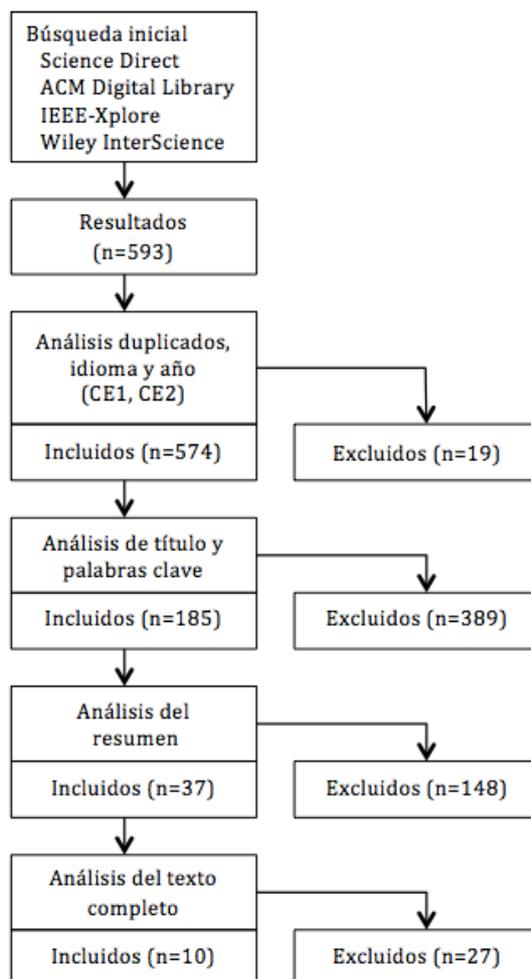


Figura 28. Diagrama PRISMA de la RSL de recomendaciones de usabilidad

#### 3.2.3.4 Estrategia de extracción de datos

El proceso de extracción de datos está basado en las preguntas de investigación y se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Extracción de datos para la RSL de recomendaciones de usabilidad

No.	Datos extraídos
PI1	Para contestar a esta pregunta, se debe obtener la fuente de publicación.
PI2	Para obtener la evolución temporal, se debe considerar el año de publicación.
PI3	Para descubrir si se han identificado problemas, se debe analizar los principales hallazgos de las investigaciones.

### 3.2.3.5 Resultados y resolución de las preguntas de investigación

La información extraída de los trabajos seleccionados puede verse en la tabla 23.

**Tabla 23. Resultados de la RSL de recomendaciones de usabilidad**

Ref.	Año Pub.	Tipo Pub.	Nombre pub.	Tópico	OS
[178]	2014	C	MUM	Genérico	Android
[179]	2014	C	WH	Salud	Android
[180]	2012	C	ASSETS	Salud	iOS
[181]	2011	R	TOCHI	Alfabetización	-
[182]	2013	C	IDC	Niños	-
[183]	2012	C	INTERACCION	Salud	-
[184]	2014	C	EATIS	Genérico	iOS y Android
[185]	2012	C	IHI	Alfabetización	-
[186]	2014	C	ACE	Genérico	-
[187]	2013	C	ChileCHI	Genérico	-

A continuación contestamos a las preguntas de investigación planteadas para esta revisión.

#### **PI1. ¿Cuáles son las principales vías de publicación en el área de la usabilidad en aplicaciones móviles?**

Todos los trabajos seleccionados para esta RSL, excepto uno, son artículos de conferencias. La única revista que encontramos es la *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* (TOCHI), la cual publica sobre las innovaciones en el diseño de las interacciones humano-máquina y cómo las tecnologías influyen en el día a día de las personas.

De entre todas las fuentes de publicación, encontramos hasta 4 fuentes diferentes cuyo tema es la interacción de las personas con la tecnología: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* (TOCHI), *International Conference on Interaction Design and Children* (IDC), *International Conference on Interacción Persona-Ordenador* (INTERACCION), y *Chilean Conference on Human - Computer Interaction* (ChileCHI). Respecto a las demás publicaciones, la temática de la mayoría es sobre computación en general, pero también encontramos 2 sobre salud (WH e IHI) y otra sobre multimedia en móvil.

#### **PI2. ¿Cómo ha variado con el tiempo la frecuencia de los trabajos?**

En la figura 29 podemos ver de forma gráfica el número de artículos, de entre los seleccionados, que fueron publicados cada año. Debido a que el número de trabajos seleccionados es pequeño, no se puede ver una tendencia marcada en cuanto al crecimiento o no del número de publicaciones.

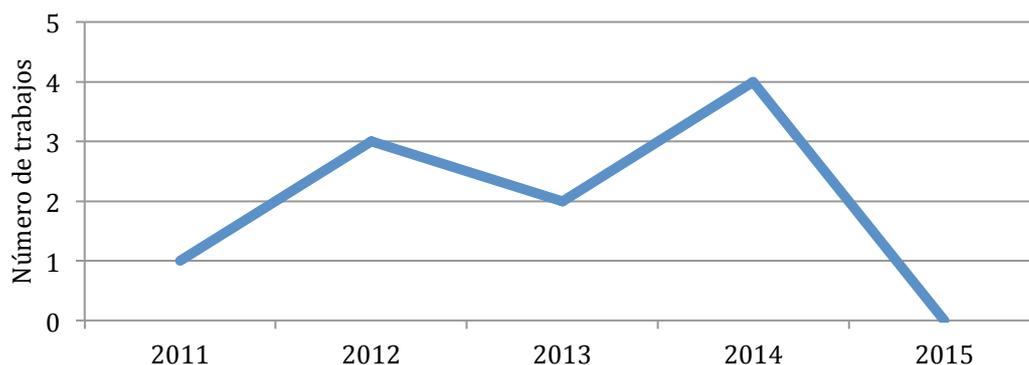


Figura 29. Trabajos de la RSL de recomendaciones de usabilidad por año

### PI3. ¿Cuáles son las recomendaciones de usabilidad dadas en los trabajos?

Los trabajos analizados muestran consejos y guías para mejorar la usabilidad en las aplicaciones móviles. En el anexo 10.3 se muestra el listado completo con las recomendaciones principales de cada trabajo. Se puede observar que algunas de ellas son recurrentes y se repiten a lo largo de diferentes trabajos. Éstas son las recomendaciones más frecuentes:

- Cargar los datos necesarios en un tiempo razonable.
- Usar iconos estándar y significativos.
- Mantener la consistencia en toda la aplicación en cuanto distribución de los elementos, fuentes de texto, colores, etc.
- Usar un lenguaje familiar para el usuario.
- Evitar las pantallas largas que requieran el uso del scroll para ver todo su contenido.
- Simplificar la navegación, evitando jerarquías muy profundas.
- Usar componentes y textos de tamaño mediano o grande.
- Desactivar las opciones que no estén disponibles.
- Seguir las convenciones y estándares para los elementos gráficos.
- Facilitar el acceso a las funcionalidades más importantes.
- Proporcionar una manera de recuperarse de los errores que sea concisa y clara.
- Mostrar *feedback* sobre los elementos de la interfaz cuando los usuarios interactúan con ellos, por ejemplo, cambiando el color de un botón cuando éste se pulsa.

### 3.2.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE

En esta sección desarrollamos el estado del arte y las conclusiones derivadas de las revisiones y estudios anteriores. La sección se divide en los distintos temas que son relevantes para la usabilidad de aplicaciones de salud:

- 3.2.4.1 Fuentes de publicación y evolución
- 3.2.4.2 Enfermedades y condiciones de salud en mHealth
- 3.2.4.3 Métodos de evaluación de la usabilidad
- 3.2.4.4 Software y hardware en las evaluaciones de usabilidad
- 3.2.4.5 Patrones de estructuración de las aplicaciones
- 3.2.4.6 Guías de usabilidad
- 3.2.4.7 Lecciones aprendidas de usabilidad
- 3.2.4.8 Seguridad y privacidad frente a usabilidad

#### 3.2.4.1 Fuentes de publicación y evolución

No existe ninguna fuente de publicación especializada en el tema principal de nuestro trabajo, mHealth, y en particular de usabilidad en mHealth, ya que hemos identificado hasta 21 diferentes fuentes de publicación donde se publica sobre mHealth y usabilidad. En cuanto a publicaciones sobre usabilidad en general, se encontraron otras 9 adicionales. Las investigaciones siguen expandiéndose en esta área [188], [189]. Las tecnologías móviles poseen una gran adaptabilidad, lo que permite que puedan ser empleadas en muchos campos diferentes [190], [191]. Se pueden encontrar trabajos publicados por ejemplo, en una conferencia sobre gente con necesidades especiales, (conferencia ICCHP), o también en una conferencia sobre cardiología (conferencia CinC).

Existe una diferencia entre la cantidad de revistas y de conferencias identificadas, que puede ser debida al hecho de que las conferencias tienen un periodo de decisión y publicación más corto que las revistas [192]. Para que un artículo sea publicado en una revista pueden transcurrir años desde su presentación, en cambio llevaría sólo unos pocos meses para que fuese publicado en una conferencia [192]. Otro motivo es que en algunos campos, como la medicina, los artículos en conferencias son más efectivos a la hora de divulgar los resultados de nuevas investigaciones [193]. Las publicaciones en revistas suelen preferirse para áreas más establecidas y las conferencias para áreas en expansión [193].

En informática, las conferencias se usan como las principales fuentes de publicación [192]. Debido a esto, el número de conferencias de bajo nivel, desde el punto de vista del ranking CORE, ha sufrido un gran crecimiento [192]. Deberían aparecer más conferencias con reconocimiento sobre el área de mHealth. Según nuestros resultados, encontrar revistas clasificadas en JCR es más fácil que encontrar conferencias clasificadas en CORE. Aún así, dada la variedad de fuentes que publican sobre mHealth y usabilidad, el porcentaje de las que tienen reconocimiento en CORE o JCR es bajo, en

torno al 32%. Nuestros resultados confirman que la investigación está todavía en expansión [188], [189].

El Apple iPhone fue anunciado en 2007 y el sistema Android en 2008, por lo que era de esperar que las investigaciones relacionadas con la usabilidad en mHealth fuesen publicadas en los años más recientes. Pueden encontrarse publicaciones sobre este tema desde el año 2010 hasta hoy.

La diferencia de tiempo entre que comienzan a anunciarse los primeros smartphones con pantallas táctiles, y la existencia de trabajos sobre su uso en mHealth, puede deberse a que el desarrollo de una aplicación móvil y la preparación de los experimentos y evaluaciones es un proceso largo. La media de tiempo que se necesita para crear la primera versión de una aplicación móvil es de 18 semanas [194]. Publicar los resultados de una investigación también necesita tiempo ya que suelen haber retrasos desde que se completa un artículo, hasta que éste es publicado [195]. El tiempo medio de publicación para revistas de biomedicina es de 9'47 meses, mientras que para revistas de ingeniería es de 9'30 meses [196]. Entre 2012 y 2013, la posesión de smartphones sufrió un crecimiento significativo de un 10% [7], pero según nuestros resultados, no fue hasta 2013 cuando el uso de aplicaciones de salud comenzó a popularizarse. Más del 36% de los desarrolladores de aplicaciones de salud entraron en el mercado en los años 2013 y 2014 [197].

Los dispositivos móviles llevan usándose durante varios años, pero todavía se considera que mHealth es un nuevo área en desarrollo [188], [189]. El surgimiento de los smartphones, con sus numerosas aplicaciones, ha supuesto un gran impulso en su uso para mejorar la salud [189], sin embargo, la adopción de los dispositivos móviles en el cuidado de la salud no ha sido suficientemente explorado [190].

#### 3.2.4.2 Enfermedades y condiciones de salud en mHealth

La demencia es una de las enfermedades que más hemos encontrado en los trabajos analizados. La demencia es un síndrome causado por enfermedad mental que afecta a la memoria, el razonamiento, la orientación, la comprensión, el lenguaje, los cálculos, el aprendizaje y el juicio [198]. La tecnología y las tecnologías móviles pueden mejorar la calidad de vida de los pacientes aumentando su seguridad y autonomía [168], [173], [199]. Además, los juegos mentales ayudan a los pacientes a estimular el cerebro y reducir los síntomas de la enfermedad [173]. Las dificultades que las personas ancianas tienen a la hora de usar la tecnología, y en particular los smartphones, son una barrera para su adopción [163].

Los sistemas de salud deben ser desarrollados teniendo en cuenta las necesidades de las personas ancianas y su adaptación a la tecnología [200]. Hay recomendaciones para diseñar sitios web para los ancianos, pero hay una necesidad de recomendaciones para las interfaces de los smartphones [163], [199]. B. Xiao et al. [175] proponen una aplicación para la gente con demencia que incluye un monitor remoto, A. C. de Barros

et al. [163] muestran una aplicación para promover el ejercicio entre la gente anciana, y R. F. Navarro and J. Favela [168] presentan un asistente con agenda y recordatorios. Cada una de estas aplicaciones se centra en una función solamente, pero ninguna proporciona varias de estas funcionalidades, o múltiples enfermedades relacionadas (comorbilidad). Este tipo de aplicaciones podrían ser exploradas [201].

Al igual que la gente mayor, los niños también requieren aplicaciones adaptadas. Tan et al. [170] analizan una aplicación, iCAN, para ayudar a mejorar las capacidades de comunicación de niños autistas. Khan et al. [167] estudian la usabilidad de 2 aplicaciones diferentes, *CommApp* para iOS y *AAC speech communicator* para Android, ambas para mejorar también la comunicación de los niños con autismo. La expansión de los smartphones ha animado a los investigadores a desarrollar nuevas herramientas para ayudar en el autismo [167]. Los niños con autismo se muestran más entusiasmados con los ordenadores que con los juguetes, y su atención y respuesta es mejor cuando algún ordenador está involucrado [202]. No hemos encontrado ningún trabajo que trate con evaluaciones de usabilidad que hayan sido adaptadas a las capacidades de los niños. Las aplicaciones para niños deberían ser probadas por niños [203]. Existen investigaciones sobre métodos de evaluación para niños [203]–[205], y por tanto, las técnicas y recomendaciones deberían ser aplicadas.

También se pueden encontrar trabajos sobre nutrición, calidad del sueño, y hasta otros 8 estados de salud o enfermedades diferentes. Esto muestra que las tecnologías móviles sirven para una diversidad de propósitos [190], y que la usabilidad debería ser estudiada para cada dominio específico.

### 3.2.4.3 Métodos de evaluación de la usabilidad

Existen diferentes taxonomías para clasificar los métodos de evaluación de la usabilidad. La más común divide los métodos en (1) prueba empírica con usuarios y (2) inspección de usabilidad [136], [206], [207]. Las pruebas con usuarios cubren métodos empíricos que involucran a usuarios reales [136]. La inspección de usabilidad cubre métodos que involucran a expertos o diseñadores [136].

Algunos autores consideran que una evaluación de usabilidad es equivalente a una evaluación con usuarios, mientras que otros autores distinguen dos términos: evaluación de usabilidad y consulta de usabilidad [208], [209]. El primero de ellos hace referencia a cómo la interfaz apoya a los usuarios cuando éstos realizan una serie de tareas en un sistema o prototipo. Esta categoría incluye métodos como pruebas de eficiencia, o protocolos de *think out loud* [208]. Una consulta de usabilidad consiste en hablar con los usuarios para entender cómo se sienten al usar el sistema y así descubrir sus necesidades. Esta categoría incluye métodos como encuestas, logs, grupos de discusión, o entrevistas [208]. Todos los métodos extraídos de los trabajos que hemos analizado se incluyen en estas dos categorías: 1 usa el método de *think out loud*, 12 evalúan a los usuarios con tareas, y 17 usan uno o dos métodos de consulta como entrevistas, encuestas y logs.

El método de *think out loud* es un método directo con el que evaluar la usabilidad de una aplicación en el que los usuarios expresan en voz alta sus pensamientos mientras llevan a cabo ciertas tareas en el sistema [140]. Tanto la información obtenida de forma verbal, como las interacciones del usuario, deben ser transcritas para su posterior análisis. Este método genera un informe de respuestas desestructuradas [140], motivo por el que su validez y fiabilidad son puestas en duda [210]. Para ayudar con la interpretación de la información subjetiva proporcionada por los usuarios, puede emplearse un cuestionario complementario después de la sesión y también tener al menos dos evaluadores [140].

Las encuestas y las entrevistas son métodos similares puesto que consisten en una serie de preguntas [60]. Estos métodos confían en la memoria subjetiva de los usuarios. Las escalas de valoración proporcionadas en las encuestas se usan a menudo para ayudar a interpretar los resultados [60], [211]. Un ejemplo es el SUS, que incluye 10 preguntas, 5 positivas y 5 negativas, y usa una escala de 5 puntos [177], [212]. Nuestros resultados mostraron que el SUS es usado en algunas de las evaluaciones de usabilidad. Ninguno de esos trabajos menciona algún mecanismo para validar la precisión de las preguntas incluidas en las entrevistas o cuestionarios. Para comprobar la fiabilidad de un conjunto de ítems debe aplicarse el coeficiente alfa, que mide el grado de interrelación o redundancia entre los ítems [213]. El coeficiente alfa es uno de los datos estadísticos más importantes usados en investigación para estimar la validez [214]. Una limitación más de la validez de estos métodos, es que cuando los usuarios contestan en los cuestionarios y entrevistas, tienden a dar las respuestas que piensan que deberían de dar o que están socialmente mejor aceptadas [60], [215]. Esta situación se conoce como sesgo de respuesta y es más evidente en el caso de las entrevistas [60], [215].

Las evaluaciones empíricas implican a usuarios reales [136]. Conocer a los usuarios que prueban una aplicación es muy importante porque las diferencias entre los usuarios pueden afectar la evaluación de la usabilidad [60]. La experiencia de los usuarios con los dispositivos móviles o el dominio de las tareas son algunos aspectos que deberían ser considerados por los investigadores. Estos factores se pueden considerar como variables de confusión en un experimento.

Los resultados de nuestros estudios dan datos muy positivos, ya que la mayoría de las evaluaciones son realizadas con los usuarios finales de las aplicaciones, en este caso, pacientes, doctores, enfermeros o cuidadores. Sin embargo, no todos proporcionan información sobre la experiencia de los usuarios con los smartphones o los ordenadores. La experiencia de los usuarios que prueban una aplicación debería darse a conocer en la metodología de investigación para mejorar la completitud de los resultados y la calidad de la discusión. Debe haber usuarios representativos y que sean los suficientes para obtener resultados válidos [206].

Otra información importante es el número de usuarios que participan en la evaluación. La mayoría de investigaciones usan menos de 40 usuarios para el proceso de pruebas. Según Nielsen [175], [216], [217], 5 usuarios son suficientes para encontrar en torno al

80% de los problemas de usabilidad. Con más de 15 usuarios, la detección de problemas de usabilidad sube al 100%. Aún así, se recomienda un número menor de usuarios por prueba, para que se puedan realizar múltiples pruebas. Esto es aún más importante si es difícil encontrar a usuarios que participen [216], [217]. Debería seguirse un proceso cíclico de diseño y rediseño, tantas veces como sea necesario [218]. Los procesos iterativos permiten desarrollar mejores aplicaciones porque, a veces, algunos de los cambios que intentan resolver un problema, fallan en resolver otro [60]. Esta estrategia es común y fue seguida por 7 de los trabajos estudiados.

Los métodos de evaluación también pueden ser clasificados en una taxonomía según su nivel de automatización [219]:

- **Ninguno.** No hay automatización.
- **Recopilación automática.** Los datos son guardados de forma automática.
- **Análisis automático.** Los problemas de usabilidad son detectados automáticamente.
- **Reseña automática.** Se sugieren mejoras automáticamente.

Las investigaciones que usan como método el registro en un log están usando una recopilación automática. Los métodos de evaluación de usabilidad automática son un área prometedora de investigación [220], [221] y deberían ser usados para evaluar la usabilidad de las aplicaciones móviles, particularmente las de salud. Estos métodos automáticos, como la evaluación remota [221]–[224], o el seguimiento ocular [225], [226] ya están siendo usados en otros campos.

La solución recomendada es la adopción de más de un método de evaluación, de forma que sus ventajas y desventajas se complementen [60]. Según nuestros resultados, esto no es habitual, porque aunque algunos de los trabajos usan más de un método, los métodos seleccionados eran del mismo tipo (entrevistas y cuestionarios).

Otra recomendación es realizar evaluaciones que se alarguen más en el tiempo. Los datos sobre cómo algunos aspectos de la usabilidad pueden variar con el tiempo podría proporcionar a los expertos información relevante. Se necesita comprender mejor cómo las medidas de efectividad, satisfacción o aprendizaje se desarrollan en el tiempo [227].

#### 3.2.4.4 Software y hardware en las evaluaciones de usabilidad

Muchos de los estudios trabajan con tablets para evaluar la usabilidad de las aplicaciones. La tablet más usada es iPad de Apple. El iPad consiguió el 36% del mercado mundial de tablets en 2013, seguido por las tablets de Samsung con un 19,1% [228]. Las tablets son herramientas efectivas de comunicación y educación para pacientes y proveedores [229]. Las características de las tablets, como sus grandes pantallas o su conectividad inalámbrica, han contribuido a su rápida adopción por parte de los médicos [230]. Los pacientes encuentran las pantallas de los smartphones

demasiado pequeñas como para que resulte fácil interactuar con ellas. Los pacientes prefieren las pantallas de mayor tamaño [231].

La plataforma software más popular es Android, con ventas del 78'4% del mercado global en 2013 [152], y el más usado en los trabajos examinados. La segunda plataforma con más mercado en 2013 fue iOS con un 16'6%. A diferencia de iOS o Windows, Android se diferencia por ser de código abierto (*open source*), lo que permite a la comunidad portar el sistema a diferentes dispositivos y conectarlo con diferentes periféricos hardware [232]. Otra ventaja es que Android permite que las aplicaciones sean instaladas, probadas y distribuidas en cualquier dispositivo, lo que facilita el desarrollo de prototipos y su entrega a un pequeño grupo de usuarios. Estas características de Android contribuyen a su adopción en investigación.

A diferencia de otros sistemas, Android permite un gran nivel de personalización, como por ejemplo, el uso de diferentes lanzadores (*launchers*). Un *launcher* es una aplicación que permite cambiar ciertas características del sistema como iconos, fuentes, colores, y organización, especialmente en la pantalla principal. Los *launchers* pueden proporcionar una interfaz más sencilla para gente mayor, mostrando sólo las funciones básicas y mostrando botones y textos de mayor tamaño [233]–[235]. La figura 30 muestra como ejemplo la interfaz de los *launchers Wiser* [234] y *Necta* [235]. El teclado también puede ser personalizado para mostrar botones más grandes adaptados a la gente anciana, como por ejemplo, la aplicación de teclado llamada *Big Buttons Keyboard* [236], la cual puede apreciarse en la figura 31.

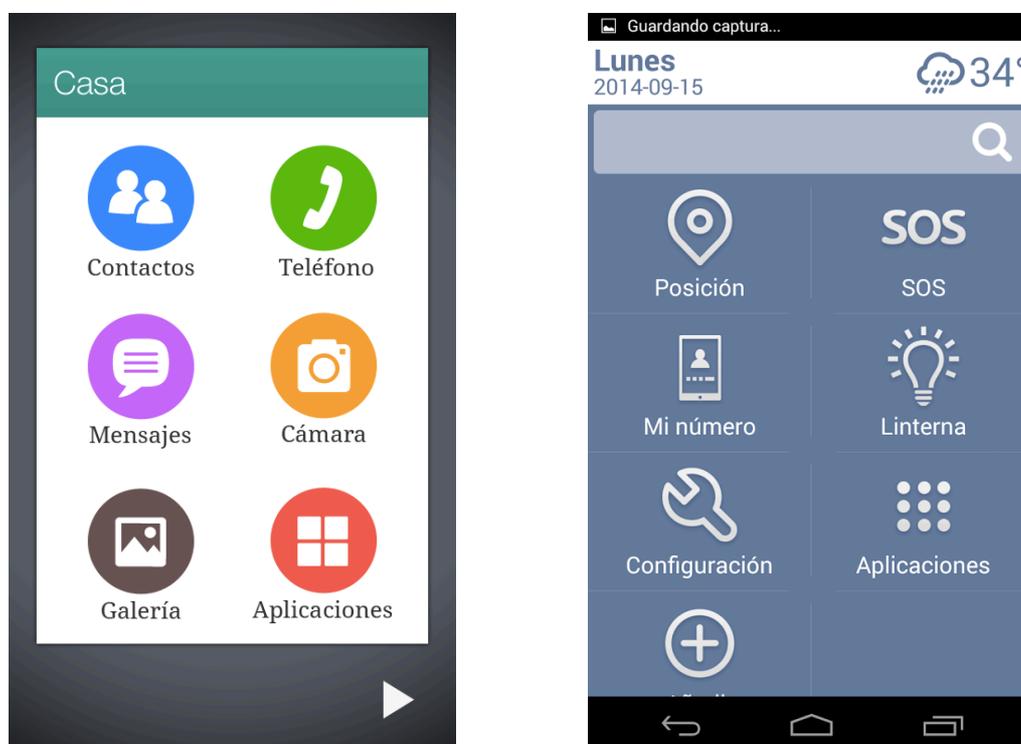


Figura 30. Launchers *Wiser* (izq.) y *Necta* (dcha.)

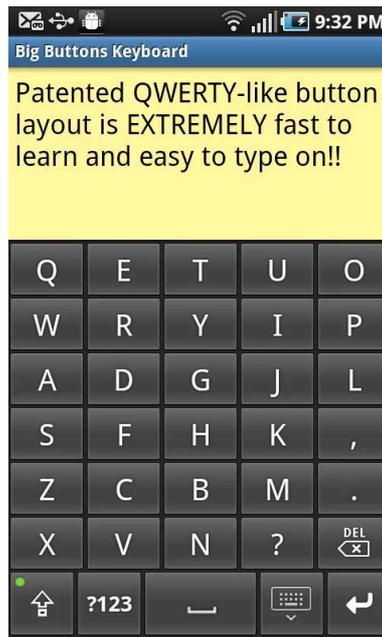


Figura 31. *Big Buttons Keyboard*

En nuestro análisis de aplicaciones, no se observaron diferencias significativas entre las puntuaciones de usabilidad de las aplicaciones para iOS frente a las de Android. Sin embargo, el entorno de desarrollo de iOS, Xcode, ha estado siempre centrado en la experiencia de usuario y facilita la creación de IUs para que sean más dinámicas y cautivadoras [143]. En cambio, la creación de IUs en el entorno de desarrollo de Android, Android Studio o Eclipse en el pasado, siempre ha sufrido de una pobre conexión con el código. Android Studio ha mejorado mucho en este sentido, pero aún puede mejorar para equipararse con Xcode y su aproximación de los llamados *storyboards* [237]. Algunas investigaciones experimentales han mostrado que el diseño de la IU y su implementación es un proceso más difícil en Android que en iOS [237].

### 3.2.4.5 Patrones de estructuración de las aplicaciones

Para estructurar la navegación de una aplicación, se debe usar un solo patrón en el primer nivel, accesible desde la página principal de la aplicación. La estructura más usada es la de las pestañas de navegación. Las pestañas son un mecanismo potente con el que navegar a través de diferentes páginas [141]. El cajón de navegación también se suele recomendar como un sistema de navegación para el primer nivel [238], pero no es tan común como el uso de las pestañas. La recomendación es usar la barra de pestañas cuando el primer nivel de navegación tiene pocos elementos (3 o 4 máximo), de lo contrario, se puede emplear un cajón de navegación.

Las listas en el primer nivel de navegación están ya bastante obsoletas y su uso sólo se recomienda para pantallas de segundo o tercer nivel de navegación, las cuales se usan a menudo para expandir los detalles de una sección de contenido [239]. Los usuarios de

Android e iOS ya son familiares con estas interacciones [239], sin embargo, el *launchpad* presenta una desventaja importante para la experiencia de usuario: tener que volver atrás hasta la pantalla principal para acceder a una funcionalidad diferente. En ambas guías, los patrones sugeridos arreglan los problemas de las listas y los *launchpads*, de forma que la mayoría de las funcionalidades estén disponibles en cada página de la aplicación [141].

Otros elementos menos usados son las barras de herramientas y los selectores. Una barra de herramientas o de acciones, permite tener un espacio dedicado a acciones importantes [142]. En Android, la barra de acciones se suele situar en la parte superior de la pantalla y puede incluir elementos de navegación. Una barra de acciones en Android tiene una organización específica, de izquierda a derecha: la acción de navegación, icono de la aplicación, botones de acción y el botón para expandir más acciones (*overflow button*). En iOS, las barras de herramientas muestran en la parte inferior de la pantalla y no contienen acciones de navegación, meramente proporcionando a los usuarios controles con los que actuar en la pantalla actual [143]. Debido a que los mPHRs almacenan información sobre enfermedades, médicos o medicaciones, son un gran escenario para el uso de barras de herramientas. Las barras de herramientas pueden ofrecer fácilmente al usuario las acciones más útiles a realizar sobre esos datos [239].

Un selector es un menú desplegable que permite a los usuarios cambiar entre diferentes vistas de una aplicación. Los selectores se recomiendan para dos usos: 1) cambiar entre vistas diferentes de los mismos datos, o 2) cambiar entre datos diferentes pero del mismo tipo [142]. Por ejemplo, en el contexto de los mPHRs, un selector podría usarse para cambiar entre distintos miembros de una familia (cambio entre datos diferentes del mismo tipo), o para cambiar entre la vista de citas para visualizar por día, semana, o mes (cambio entre diferentes vistas de los mismos datos).

#### 3.2.4.6 Guías de usabilidad

Las guías de usabilidad identificadas inicialmente fueron las oficiales de Android, *Android Design Guidelines* [142], y de iOS, *Human Interface Guidelines* [143], utilizadas en la primera evaluación de aplicaciones. También en la introducción hablamos de las recomendaciones publicadas por el W3C para aplicaciones web móviles [66]. En las recomendaciones del W3C se identifican 10 criterios para mejorar la experiencia de usuario de estas aplicaciones:

1. **Optimizar el tiempo de arranque de la aplicación.** La experiencia de usuario se ve muy influenciada por el tiempo inicial de arranque de una aplicación.
2. **Minimizar la latencia percibida.** Reducir la latencia es un factor importante para mejorar la usabilidad general de una aplicación web.
3. **Diseñar para múltiples métodos de interacción.** Los métodos de interacción varían según el tipo de dispositivo. La interfaz debe adaptarse en base al conocimiento que se tenga de los métodos soportados por dispositivo objetivo.

Si no es posible, debe diseñarse para dar una buena experiencia en cada uno los métodos.

4. **Preservar el foco en las actualizaciones dinámicas.** Si una parte de la página ha cambiado, debe actualizarse el foco de los elementos, esto es, el elemento que está activo en el momento. Si cambia de forma inesperada, puede confundir al usuario.
5. **Identificar fragmentos para dirigir las vistas de la aplicación.** Las aplicaciones web pueden cambiar las vistas sin hacer una recarga de la página completa, sino escondiendo o mostrando secciones de contenido. Esto conlleva que el botón de atrás no funciona por defecto, y no es posible conectar directamente con vistas específicas dentro de la aplicación.
6. **Hacer que los números de teléfono reaccionen al tocarlos.** Deben soportarse algunas funciones comunes de los dispositivos, como realizar llamadas, mandar mensajes y manejar la agenda telefónica, para que los usuarios puedan usarlas desde las aplicaciones web.
7. **Asegurar la adaptación de los párrafos de texto.** En pantallas pequeñas es importante que los párrafos de texto se adapten para que no requieran scroll horizontal y además se ajusten si la orientación de la vista cambia.
8. **Asegurar la consistencia del estado entre dispositivos.** Por ejemplo, las credenciales de usuario válidas en un dispositivo, deben serlas también en el resto de dispositivos. Las preferencias del usuario obtenidas en un dispositivo, deben ser accesibles desde los otros dispositivos. La información actualizada en un dispositivo, debe ser visible de forma consistente en el resto de dispositivos del usuario.
9. **Considerar las tecnologías específicas de los dispositivos móviles para iniciar las aplicaciones web.** Los métodos que permiten notificaciones deben poder ser usados cuando el usuario no está en el contexto de la aplicación.
10. **Identificar el tamaño de pantalla deseado.** Algunos tipos de navegadores intentan mostrar páginas de escritorio en pantallas pequeñas alejando automáticamente el contenido. Esto puede ser un problema para aplicaciones que ya están optimizadas para pantallas pequeñas.

Tras las dos RSL realizadas anteriormente, hemos identificado 2 guías adicionales que se deben tener en cuenta: las 10 heurísticas de Jakob Nielsen [240] y la guía de usabilidad para mHealth de la *Healthcare Information and Management Systems Society* (HIMSS) [241].

Las heurísticas de Nielsen son unas reglas generales para el diseño de interfaces de usuario. Estas heurísticas fueron publicadas en 1995, por lo que no son específicas para móviles, aún así, son frecuentemente usadas en aplicaciones software ya que pueden ser aplicadas y adaptadas a cualquier dispositivo [242].

Las 10 heurísticas son las siguientes:

1. **Visibilidad del estado del sistema.** El sistema debe siempre mantener a los usuarios informados sobre qué está ocurriendo, a través de un feedback apropiado y dentro de un tiempo razonable.
2. **Correspondencia entre el sistema y el mundo real.** El sistema debe hablar el lenguaje del usuario, como palabras, frases y conceptos familiares para el usuario, en vez de términos orientados al sistema. Se debe seguir las convenciones del mundo real, de forma que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad del usuario.** Los usuarios a menudo eligen funciones del sistema por error y necesitan una “salida de emergencia” indicada claramente para así dejar ese estado no deseado sin tener que recorrer una serie de pasos. Se deben soportar las acciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares.** Los usuarios no deben preguntarse si las diferentes palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. Se deben seguir las convenciones de la plataforma.
5. **Prevención de errores.** Mucho mejor que un buen mensaje de error, es un diseño cuidado que prevenga la ocurrencia del error. Se deben eliminar las condiciones propensas a errores, o comprobar estas condiciones de forma que se le presente al usuario una opción de confirmación antes de que realice la acción.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo.** Se debe minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que los objetos, acciones, y opciones estén visibles. El usuario no debería tener que recordar información de una parte del proceso a otra. Las instrucciones para el uso del sistema deberían estar visibles o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso.** Los aceleradores, que son visibles tanto para los usuarios novatos como para los expertos, pueden ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos, de forma que el sistema puede satisfacer tanto a los usuarios sin experiencia, como a los expertos. Se debe permitir a los usuarios que adapten el sistema a sus acciones más frecuentes.
8. **Estética y diseño minimalista.** Los diálogos no deberían contener información que sea irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información compite con las unidades que sí son relevantes y reduce su visibilidad.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar, y recuperarse de errores.** Los mensajes de error deberían ser expresados en lenguaje plano (sin códigos), indicar el problema de forma precisa, y sugerir una solución constructiva.
10. **Ayuda y documentación.** Aunque es mejor si el sistema pudiese ser usado sin documentación, puede ser necesario proporcionar ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en la tarea del usuario, listar los pasos concretos a tomar, y no ser excesivamente extensa.

Como se puede observar, las recomendaciones de usabilidad vistas en otras guías y en los trabajos de otros autores, pueden encajar con alguna de estas heurísticas. Si tomamos las recomendaciones principales obtenidas en la sección 3.2.3.5 de otros

autores, podemos clasificarlas en alguna de las heurísticas de Nielsen, como se aprecia en la tabla 24.

**Tabla 24. Correspondencia entre las recomendaciones de autores y las heurísticas de Nielsen**

<b>Recomendación</b>	<b># Heurística Nielsen</b>
Cargar los datos necesarios en un tiempo razonable.	1
Usar iconos estándar y significativos.	4
Mantener la consistencia en toda la aplicación en cuanto distribución de los elementos, fuentes de texto, colores, etc.	4
Usar un lenguaje familiar para el usuario.	2
Evitar las pantallas largas que requieran el uso del scroll para ver todo su contenido.	8
Simplificar la navegación, evitando jerarquías muy profundas.	8
Usar componentes y textos de tamaño mediano o grande.	8
Desactivar las opciones que no estén disponibles.	5
Seguir las convenciones y estándares para los elementos gráficos.	4
Facilitar el acceso a las funcionalidades más importantes.	6
Proporcionar una manera de recuperarse de los errores que sea concisa y clara.	9
Mostrar <i>feedback</i> sobre los elementos de la interfaz cuando los usuarios interactúan con ellos, por ejemplo, cambiando el color de un botón cuando éste se pulsa.	1

La guía del HIMSS es el primer conjunto de heurísticas desarrolladas para aplicaciones móviles de salud [241]. Son una versión ampliada de las 10 heurísticas de Nielsen. Esta guía no solo tiene en cuenta la usabilidad móvil, sino también principios importantes de aplicaciones de salud [179]. Para diseñar una aplicación con una buena experiencia de usuario, el diseño debe abordar las siguientes áreas clave: datos, distribución de los elementos, feedback e interacciones. El HIMSS identifica 9 principios de usabilidad en los que se clasifican los atributos de una aplicación usable:

1. **Simplicidad.** Solamente debe incluirse la información, los elementos visuales y la funcionalidad necesaria para las tareas principales. La información importante destaca, y las opciones son fáciles de entender. La aplicación tiene un diseño claro, limpio y ordenado.
2. **Naturalidad.** Las metáforas en pantalla son familiares para el usuario. Los procesos coinciden con las necesidades de las prácticas clínicas. La aplicación es intuitiva y fácil de aprender. Los iconos y símbolos hablan “naturalmente”.
3. **Consistencia.** La distribución y el diseño gráfico tienen el mismo aspecto, situando a los elementos en pantalla de forma consistente (columnas, márgenes y títulos). La terminología y la entrada de datos son usados consistentemente. Entender cómo funciona una pantalla, ayuda a entender cómo funcionan otras pantallas.
4. **Perdón y feedback.** Es difícil perder datos con una pulsación o elección errónea de botón. Si el usuario comete un error, la aplicación ayuda a evitarlo u ofrece un método para recuperarse (el sistema “perdona”). La aplicación da feedback

- sobre las acciones. La aplicación muestra mensajes explicativos cuando la información se procesa y describe cuánto tiempo puede llevar.
5. **Uso efectivo del lenguaje.** La aplicación usa las mismas palabras que el usuario. Las elecciones en formularios o listas son claras y no son ambiguas.
  6. **Interacciones eficientes.** La aplicación minimiza el número de pasos o gestos que se necesitan para completar las tareas; se proporcionan siempre valores por defecto. La aplicación da opciones de navegación, como atajos, para los usuarios con más experiencia. Los métodos de navegación minimizan los movimientos como el scroll.
  7. **Presentación efectiva de la información.** La información en pantalla incluye suficiente espacio en blanco y fuentes de texto lo suficientemente grandes como para ser leídos fácilmente. No hay información en mayúsculas.
  8. **Preservación del contexto.** La aplicación mantiene al mínimo los cambios de pantalla y las interrupciones visuales durante el proceso de una tarea en particular. Las interrupciones incluyen todo aquello que fuerzan a quitar la atención visual de un área de la pantalla, y después retomarla, cuando el usuario se encuentra leyendo o trabajando en algo. Por ejemplo, los cuadros de diálogo deben evitarse y deberían mostrarse en contexto (adyacentes o justo debajo del control que los provocó).
  9. **Minimizar la sobrecarga cognitiva.** La información que se necesita para una tarea particular o decisión se agrupa junta en una pantalla. Las alertas presentadas son claras, concisas e informativas. La aplicación realiza los cálculos automáticamente.

#### 3.2.4.7 Lecciones aprendidas de usabilidad

De acuerdo al modelo de calidad ISO/IEC 9126-1 [56], la usabilidad implica comprensión, facilidad de aprendizaje, operatividad y atractivo. El atractivo es el aspecto menos evaluado en las aplicaciones de salud, pero no debería ser ignorado debido a que puede causar un gran impacto en la usabilidad. El atractivo es el primer aspecto que afecta a la decisión del usuario para empezar a usar una aplicación [243]. Tiene una gran influencia antes incluso de que el usuario pruebe la aplicación y además esta influencia se mantiene [244], [245]. La usabilidad se ha centrado tradicionalmente en la parte de operatividad de las aplicaciones [246]. Nuestros resultados también han mostrado que la operatividad es la característica más estudiada, seguida de la comprensión.

La comprensión y legibilidad de los dispositivos móviles es un 50% más baja que la de las pantallas tradicionales de escritorio [247]. Las pantallas pequeñas de los smartphones impiden que los usuarios vean una página completa, por lo que deben usar el scroll y navegar por la jerarquía de páginas [248]. Los problemas de comprensión aumentan si los usuarios principales de una aplicación son personas mayores o personas que no están familiarizadas con este tipo de dispositivos [139]. Una gran parte de los

usuarios de aplicaciones de salud cumplen estas características [249] y la comprensión se convierte en un factor clave a ser evaluado.

La facilidad de aprendizaje es una característica que también se ve influenciada por los usuarios de las aplicaciones de salud [250]. En las evaluaciones de usabilidad es frecuente realizar sesiones de aprendizaje para enseñar a los usuarios a manejar las aplicaciones. Aunque no hay mucha investigación centrada en mejorar el aprendizaje en los dispositivos móviles, sí que hay investigaciones que proponen recomendaciones para el desarrollo de mejores programas de educación sobre el manejo de ordenadores [250].

Los smartphones y tablets son herramientas perfectas para usuarios novatos. Los usuarios son capaces de aprender cómo usar una pantalla táctil después de unos pocos intentos, como hemos visto en nuestros resultados. Un panel táctil y la interacción por gestos son elementos más fáciles, más accesibles y más agradables, que los ratones y teclados tradicionales [251]. Los problemas iniciales encontrados con las pantallas táctiles, son los gestos. Los gestos para arrastrar y girar son más difíciles de entender que el gesto de un simple toque, ya que para arrastrar hay que ejercer una presión ininterrumpida durante todo el movimiento, y hay una ausencia de pistas en cuanto a si un elemento puede ser arrastrado [251].

La usabilidad de las tecnologías móviles, y principalmente su aprendizaje, puede mejorarse con la incorporación de tutoriales, como ha sido sugerido en nuestros resultados y por otros autores como Knip et al. [178]. Cuando los pacientes no tienen experiencia previa con las pantallas táctiles, los tutoriales animados pueden tener un efecto positivo [252]. También se ha visto que si no hay una sesión de aprendizaje para aprender a usar la aplicación, las tareas propuestas llevan más tiempo en ser finalizadas [161], [162].

Además de los tutoriales o las sesiones de aprendizaje, las aplicaciones con menos información en la pantalla mejoran su usabilidad tal y como sugieren J. Xu et al [179], Silva et al. [186], o R. Inostroza [187]. Las aplicaciones simples evitan la necesidad de depender de gestos de scroll o deslizamiento. Además, según estos autores, los niveles complejos de navegación son difíciles de controlar. Las aplicaciones simples mitigan este problema. Una buena estructura de aplicación que cumple estas recomendaciones es la del cajón lateral de navegación. Un cajón es un panel que muestra las opciones de navegación de la aplicación y que se suele sugerir como sistema de navegación para el primer nivel [142], [143], [253]. Otras estructuras como los *launchpads* ofrecen una peor experiencia de usuario [134], [254].

Hay dos recomendaciones de usabilidad que pueden encontrarse en varios trabajos: la necesidad de textos más comprensibles y la necesidad de tamaños de fuente mayores. Ambos están relacionados con los textos de las aplicaciones. El vocabulario usado en una aplicación debería corresponderse con el vocabulario de los usuarios finales [179], [186], [187], [163]. Los textos no deberían ser los mismos cuando la aplicación es para niños, que cuando es para adultos o ancianos. Asimismo, las aplicaciones deberían usar

conceptos que sean familiares para el usuario en vez de usar términos médicos [255]. El uso de abreviaturas en las prácticas médicas causa numerosos errores médicos [256]. Una abreviatura puede tener más de un significado y puede no ser conocido por los usuarios sin mucho conocimiento en medicina.

El tamaño de los textos debería ser también revisado, debido a que los textos o los botones pequeños son un problema habitual para los ancianos [257], [258]. Otra forma de mitigar estos problemas es mediante el uso de iconos que acompañen a los textos. El uso de iconos en las interfaces contribuye a mejorar la experiencia de usuario [259]. La importancia del uso de iconos que son conocidos ha sido demostrado como útil. No obstante, los iconos pueden ser ambiguos a veces y pueden causar problemas de interacción [260]. Los iconos por defecto son comúnmente conocidos por los usuarios y pueden ayudar a mitigar este problema [186].

#### 3.2.4.8 Seguridad y privacidad frente a usabilidad

El método más común de autenticación en las aplicaciones estudiadas está basado en un identificador junto a una contraseña. Este mecanismo proporciona una seguridad débil [261]. Los usuarios muestran preocupación sobre la seguridad y privacidad, pero al mismo tiempo buscan mecanismos de autenticación más simples, y por tanto, más usables, como la autenticación biométrica [129]. Los métodos alternativos de autenticación incluyen escáneres biométricos como la huella dactilar, la cara, la voz o la retina [130]. Sin embargo, los escáneres biométricos también pueden llevar a problemas de usabilidad debido a que la precisión de la mayoría de los sistemas biométricos no es lo suficientemente alta [262], [263].

Retrasar la autenticación ayuda al usuario a familiarizarse con la aplicación, y sólo cuando es estrictamente necesario, debe pedirse la autenticación. Aunque la información médica requiere una autenticación más segura debido a su alto nivel de sensibilidad [128], los procesos de autenticación contaminan la experiencia de usuario [129].

Asimismo, la política de privacidad, y los términos y condiciones de una aplicación, deben ser mostrados al usuario cuando sea necesario, y no al inicio de la aplicación. Proporcionar la política de la aplicación es un gesto de transparencia recomendado por el *Health Privacy Project*, el cual publica las 10 mejores prácticas para los desarrolladores de mPHRs [262], [263]. Los términos y condiciones no deben ser por tanto eliminados, sin embargo, su aceptación puede ser retrasada.

Según Tang et al. [264], los desarrolladores de PHRs deben conseguir que los pacientes usen y confíen en sus productos. Separando al usuario de la funcionalidad de la aplicación, especialmente cuando el usuario está probando la aplicación por primera vez, no ayuda a superar las barreras de usabilidad.

## 4 CATÁLOGO DE REQUISITOS DE USABILIDAD (USB-CAT)

Como resultado de las investigaciones realizadas, mostradas en las secciones anteriores, y basándonos en la experiencia adquirida en las mismas, en esta sección se propone una especificación de requisitos de software (SRS, *Software Requirements Specification*) de usabilidad en aplicaciones móviles de salud (USB-CAT). El objetivo de este catálogo es proporcionar, de forma integrada, centralizada y reutilizable, un conjunto de requisitos necesarios para crear una aplicación de mHealth que sea usable. Este SRS sigue los estándares de ingeniería del software para las especificaciones de requisitos, y contribuye, con un lenguaje unificado, a fomentar la interoperabilidad, trazabilidad y reusabilidad del mismo en proyectos nuevos. El uso de una solución estandarizada también facilita el proceso de comparación de resultados entre aplicaciones [265]. El público objetivo de este catálogo incluye a los profesionales relacionados con el diseño, desarrollo y auditoría de una aplicación móvil.

El documento SRS completo se encuentra en el anexo 10.4. El proceso de elaboración del catálogo se muestra en la figura 32.

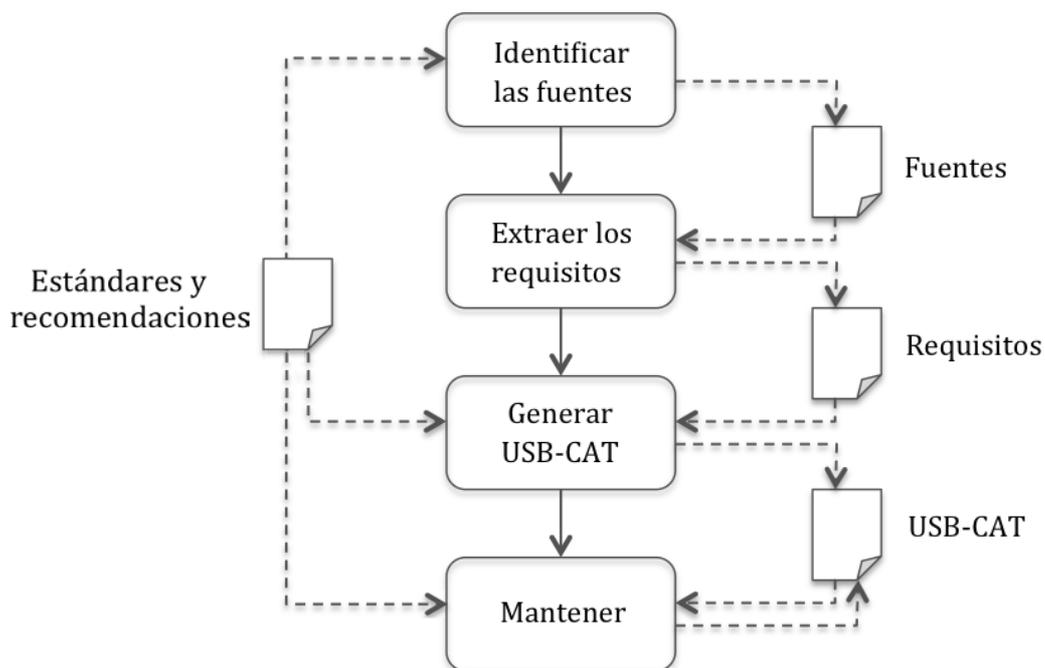


Figura 32. Proceso de elaboración de USB-CAT

## 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES

Nuestro catálogo de requisitos se basa en recomendaciones y trabajos existentes sobre usabilidad. La primera fase de identificación de las fuentes es, por tanto, esencial en el proceso de creación del catálogo. Todas las fuentes potenciales deben ser identificadas y evaluadas.

La selección de las fuentes se ha llevado a cabo mediante las revisiones sistemáticas realizadas durante el estudio del estado del arte de usabilidad. Estas revisiones fueron detalladas en la sección 3.2. La tabla 25 agrupa todas las fuentes utilizadas en el desarrollo del catálogo.

**Tabla 25. Fuentes de USB-CAT**

<b>Ref.</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>
[142]	<i>Android Design Guidelines</i>	Google Inc.
[143]	<i>iOS Human Interface Guidelines</i>	Apple Inc.
[266]	<i>Mobile Web Best Practices</i>	W3C
[66]	<i>Mobile Web Application Best Practices</i>	W3C
[240]	<i>10 Usability Heuristics for User Interface Design</i>	Jakob Nielsen
[241]	<i>Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications</i>	HIMSS
[157]	<i>Assessing the Quality and Usability of Smartphone Apps for Pain Self-Management</i>	C. Reynoldson <i>et al.</i>
[158]	<i>Qualitative and quantitative evaluation of EHR-integrated mobile patient questionnaires regarding usability and cost-efficiency</i>	F. Fritz, S. Balhorn, M. Riek, B. Breil, and M. Dugas
[160]	<i>Design and development of a mobile computer application to reengineer workflows in the hospital and the methodology to evaluate its effectiveness</i>	A. Holzinger, P. Kosec, G. Schwantzer, M. Debevc, R. Hofmann-Wellenhof, and J. Frühauf
[161]	<i>The Electronic Trauma Health Record: Design and Usability of a Novel Tablet-Based Tool for Trauma Care and Injury Surveillance in Low Resource Settings</i>	E. Zargarán <i>et al.</i>
[162]	<i>Developing a Voice User Interface with Improved Usability for People with Dysarthria</i>	Y. Hwang <i>et al.</i>
[163]	<i>Design and Evaluation of a Mobile User Interface for Older Adults: Navigation, Interaction and Visual Design Recommendations</i>	A. C. de Barros, R. Leitão, and J. Ribeiro
[164]	<i>Mobile Application Concept Development for Remote Patient Monitoring</i>	L. Kascak, C. B. Rébola, R. Braunstein, and J. Sanford
[167]	<i>Usability issues for smartphone users with special needs - Autism</i>	S. Khan, M. N. Tahir, and A. Raza
[168]	<i>Usability Assessment of a Pervasive System to Assist Caregivers in Dealing with Repetitive Behaviors of Patients with Dementia</i>	R. F. Navarro and J. Favela
[27]	<i>User-centred Design of a Mobile Self-management Solution for Parkinson's Disease</i>	A. C. de Barros, J. Cevada, A. Bayés, S. Alcaine, and B. Mestre
[173]	<i>Mobile app development and usability research to help dementia and Alzheimer patients</i>	C. Yamagata, M. Kowtko, J. F. Coppola, and S. Joyce
[174]	<i>Need for Usability and Wish for Mobility: Case Study of Client End Applications for Primary Healthcare Providers in Croatia</i>	M. Kuček, S. Ljubic, and V. Glavinic
[178]	<i>A Field Study on the Usability of a Nearby Search App for</i>	F. Knip <i>et al.</i>

<i>Finding and Exploring Places and Events</i>		
[179]	<i>A Pilot Study of an Inspection Framework for Automated Usability Guideline Reviews of Mobile Health Applications</i>	J. Xu, X. Ding, K. Huang, and G. Chen
[180]	<i>Designing for Individuals: Usable Touch-screen Interaction Through Shared User Models</i>	K. Montague, V. L. Hanson, and A. Cobley
[181]	<i>Designing Mobile Interfaces for Novice and Low-literacy Users</i>	I. Medhi, S. Patnaik, E. Brunskill, S. N. N. Gautama, W. Thies, and K. Toyama
[182]	<i>Examining the Need for Visual Feedback During Gesture Interaction on Mobile Touchscreen Devices for Kids</i>	L. Anthony, Q. Brown, J. Nias, and B. Tate
[183]	<i>Guidelines for Designing Graphical User Interfaces of Mobile e-Health Communities</i>	R. Mendoza-González, F. J. Á. Rodríguez, J. M. Arteaga, and A. Mendoza-González
[184]	<i>Mapping Usability Heuristics and Design Principles for Touchscreen-based Mobile Devices</i>	R. Inostroza and C. Rusu
[185]	<i>Mobile Interface Design for Low-literacy Populations</i>	B. M. Chaudry, K. H. Connelly, K. A. Siek, and J. L. Welch
[186]	<i>Something Old, Something New, Something Borrowed: Gathering Experts' Feedback While Performing Heuristic Evaluation with a List of Heuristics Targeted at Older Adults</i>	P. A. Silva, P. Jordan, and K. Holden
[187]	<i>Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices: Update</i>	R. Inostroza, C. Rusu, S. Roncagliolo, and V. Rusu

## 4.2 EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

En esta sección se explica más en detalle el proceso de extracción de requisitos. Los requisitos de usabilidad que conforman el catálogo fueron extraídos de las fuentes anteriormente identificadas. La forma de extraer los requisitos varía según el tipo de fuente.

Las guías de Android e iOS son sitios web distribuidos en diferentes secciones. En el momento en el que se extrajeron los requisitos, el sitio web de la guía de Android contenía las siguientes secciones, con ejemplos de algunas de sus subsecciones:

- *Animation: interactions o transitions.*
- *Style: colours, icons, typography o writing.*
- *Layout: units, metrics o structure.*
- *Components: buttons, lists, dialogs o sliders.*
- *Patterns: app structure, data formats, gestures o navigation.*
- *Usability: accessibility o bidirectionality.*

En las guías de iOS encontramos las siguientes:

- *UI Design Basics: navigation, animations, interactivity, typography, colours o iconography.*
- *Design Strategies: design principles.*
- *iOS Technologies: social media, passbook, apple pay o iCloud.*
- *UI Elements: views, controls o bars.*

- *Icon and Image Design: sizes and resolution of images and icons, app icon o button icons.*

No todo el contenido de estas guías es útil para nuestro catálogo, por tanto, algunas secciones y subsecciones fueron descartadas. La selección fue realizada de igual forma que se hizo en la extracción de datos de la evaluación de usabilidad de mPHRs, en la sección 3.2.1.4. La tabla 6 y la tabla 7 muestran las secciones de las guías que fueron descartadas y las que no.

Las dos recomendaciones propuestas por el W3C están dirigidas a aplicaciones web. Los requisitos que pudieron ser extraídos, fueron generalizados para que no se refiriesen específicamente al contexto web. Extraer requisitos de las recomendaciones de Jakob Nielsen y el HIMSS fue muy sencillo, ya que la extracción se puede realizar de manera directa.

Finalmente, la creación de requisitos a partir de los trabajos e investigaciones del resto de autores, se hizo mediante la revisión de cada uno de los artículos. Fue necesario analizar sus resultados, ya que la mayoría no presentan de forma directa sus conclusiones sobre usabilidad.

#### 4.2.1 EJEMPLOS DE EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

A continuación presentamos algunos ejemplos de extracción de requisitos. Para cada ejemplo, se indica la fuente, el texto original en la fuente, y el requisito final extraído. Un requisito puede tener más de una fuente, ya que hay diferentes autores que suministran resultados y conclusiones parecidas.

##### **Ejemplo 1**

---

###### **Fuentes**

[179] 3.2 Screen Level Metrics: *A group must enclose all homogeneous widgets. Groups should divide the screen into different parts in terms of functions. To make the screen simple and easy to learn, no groups should overlap. Namely, the functional areas need to be easily distinguished.*

###### **Requisitos extraídos**

[USB-37] Screens shall be divided into different areas in terms of functions.

[USB-37.1] Functional areas shall be distinguished.

[USB-37.2] Functional areas shall not overlap.

## Ejemplo 2

---

### Fuentes

[142] Style – Writing: *Write for all levels of readers. Pick common words that are clearly and easily understandable to both beginning and advanced English readers. Avoid industry-specific terminology or names invented for UI features.*

[143] Terminology and Wording: *Use terminology that you're sure your users understand. Use what you know about your users to determine whether the words and phrases you plan to use are appropriate. For example, technical jargon is rarely helpful in an app aimed at unsophisticated users, but in an app designed for technically savvy users, it might be appreciated.*

[179] 3.2 Screen Level Metrics: *To be effective, the application must use everyday language. Since most health applications target users with multiple health literacy levels, the health application should use little medical terms as possible. There should be no jargon in the text.*

[186] Heuristic H10: *Write in a language that is simple, clear and adequate to the audience.*

[241] Mobile Design Tenets, Layout: *The app "speaks" the user's language.*

### Requisitos extraídos

[USB-30] The vocabulary used shall correspond to the target users' vocabulary.

[USB-30.1] Medical terms and technical jargon shall be avoided.

## 4.3 ELABORACIÓN DEL CATÁLOGO

El catálogo USB-CAT sigue la guía propuesta por SIREN. Siguiendo la metodología SIREN y las recomendaciones internacionales sobre requisitos, el catálogo de usabilidad propuesto ha sido diseñado como un documento que es completo, consistente, no ambiguo, fiable, verificable, trazable, y reutilizable.

El catálogo se encuentra organizado según la estructura para SRS del estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011 [96], el cual reemplaza al popular IEEE 830-1998 [88]. La estructura del catálogo, como se sugiere en el IEEE 29148:2011, se muestra en la tabla 26.

Los requisitos de usabilidad se encuentran dentro de la sección 3 "*Specific Requirements*" del catálogo. Se pueden encontrar numerosas subsecciones que están vacías, debido a que el catálogo se centra en requisitos de un dominio específico, la usabilidad. Todos los requisitos de nuestro catálogo se incluyen en la subsección 3.3 "*Usability Requirements*".

**Tabla 26. Estructura de USB-CAT**

---

1. Introduction
1.1 Purpose
1.2 Scope
1.3 Overview
1.4 Definitions
2. References
3. Specific Requirements
3.1 External Interface Requirements
3.2 Functions
3.3 Usability Requirements
3.4 Performance Requirements
3.5 Logical Database Requirements
3.6 Design Constraints
3.7 Software System Attributes
3.8 Supporting Information
4. Verification
5. Appendices

---

Los requisitos de usabilidad se distribuyen en los cinco apartados de la tabla 27. Estos apartados se basan en la plantilla de requisitos *Volere Requirements Specification Template* [267] que proporciona esta estructura concreta para los requisitos de usabilidad.

**Tabla 27. Estructura de los requisitos de usabilidad en USB-CAT**

---

3.3. Usability Requirements
3.3.1 Ease of use requirements
3.3.2 Personalization and internationalization requirements
3.3.3 Learning requirements
3.3.4 Understandability and politeness requirements
3.3.5 Accessibility requirements

---

### 4.3.1 META INFORMACIÓN ASOCIADA A LOS REQUISITOS

Cada requisito tiene un identificador único en el proyecto, también conocido como PUID (*Project Unique Identification*), y un conjunto de atributos que dan información sobre el requisito. Algunos de estos atributos son definidos por el estándar del IEEE:

- **PUID (Project Unique Identification).** Atributo que identifica al requisito de manera única. Corresponde a la posición que tiene el requisito en la lista jerárquica. Este atributo es obligatorio.
- **Descripción del requisito.** Texto del requisito. Este atributo es obligatorio.
- **Fuente.** Este atributo indica las fuentes del requisito. La fuente generalmente, puede ser la necesidad de un cliente, una solución técnica, o un estándar, entre

otras. En el caso de nuestro catálogo, se trata del estándar, recomendación, o trabajo, en el que se basa el requisito.

- **Prioridad.** Este atributo es dado por el analista e indica el orden de desarrollo de los requisitos. Puede tener uno de los siguientes valores: baja, media, y alta.
- **Motivación.** Este atributo explica la motivación por la que el requisito forma parte del catálogo.

Existen además algunos atributos que reflejan las relaciones entre los requisitos:

- **PUIDs hijos y PUIDs padre.** Definen las relaciones de jerarquía entre requisitos. En nuestro catálogo, un requisito es explicado con más detalle por sus requisitos hijos.
- **PUIDs de exclusión.** Define una relación de exclusión con otros requisitos que son incompatibles. La implementación de un requisito, impide la implementación de los requisitos incompatibles. Esta relación de exclusión tiene sentido en documentos de requisitos del tipo catálogo o repositorio (que contienen requisitos reutilizables en distintos proyectos, previa selección de un conjunto de los mismos), y no en documentos de requisitos específicos de un proyecto en concreto [71]. El valor de este atributo, indica primero el número de PUIDs y tras éste, los valores de los PUIDs.

*# exclusion PUIDs: PUID,[PUID]\**

Se definen también los siguientes atributos adicionales:

- **Naturaleza crítica.** Este atributo indica cómo de importante es el requisito. Puede tener los siguientes valores: baja, media, o alta.
- **Estado actual.** Este atributo indica el estado actual del requisito. Se reconocen hasta nueve estados diferentes:
  - *Por determinar.* El requisito está incluido en el documento pero no está completamente descrito, o su descripción no es final.
  - *Pendiente de revisión.* El requisito aún no ha sido revisado.
  - *Descartado.* El requisito ya no se necesita, o no es viable.
  - *Aprobado.* El requisito es correcto y fue aprobado.
  - *Analizado.* El requisito fue modelado en la fase de análisis.
  - *Diseñado.* El requisito fue modelado en la fase de diseño.
  - *Implementado.* El requisito se encuentra implementado en el proyecto.
  - *Verificado.* El requisito cambia a este estado cuando el equipo técnico, junto al cliente o usuario, corroboran que el proyecto cumple con él.
- **Método de verificación.** Este atributo indica el método que debe ser usado para verificar que el requisito se cumple en el proyecto. Puede tener uno de los siguientes valores: inspección, análisis, demostración, o prueba.
- **Criterio de validación.** Este atributo indica el criterio necesario para validar el requisito. Normalmente, este valor se incluye en el documento STS.
- **Solicitado por.** Este atributo indica la persona que solicitó el requisito.

- **Responsable.** Este atributo indica la persona a cargo de hacer que el requisito se cumpla.
- **Valor parametrizable.** Este atributo contiene los posibles valores de los parámetros del requisito. El contenido de este atributo incluye primero el número de parámetros seguido de los tipos de datos de los parámetros.

*# parameters: Data Type,[Data Type]\**

- **Historial de versiones.** Este atributo indica el historial del autor del requisito, fecha, versión, y descripción.
- **Autor y fecha.** Este atributo indica el autor y fecha más recientes del requisito.

De todos los atributos, solamente el PUID y la descripción son requeridos, siendo el resto, opcionales. Según el estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011 [96], los atributos son importantes para analizar y entender los requisitos.

Algunos requisitos son parametrizados, por eso hemos incorporado el atributo de valor parametrizable. Un requisito parametrizado contiene una parte variable que puede tomar diferentes valores según el proyecto concreto en el que se esté aplicando el catálogo. A continuación se muestran algunos ejemplos de requisitos parametrizados de USB-CAT. Los parámetros se encuentran entre corchetes:

*[USB-07.1] Font sizes shall be at least [number of pixels].*

*[USB-07-2] Line heights shall be at least [number of pixels].*

*[USB-09.1] Icons and images shall be provided in at least the following different densities: [generalized densities].*

*[USB-10] The colour of components shall contrast with the background with a minimum contrast ratio of [minimum contrast ratio].*

Por ejemplo, si estamos reusando el catálogo en una aplicación para personas ancianas, le daremos un valor mayor al parámetro *[number of pixels]* de los requisitos [USB-07.1] y [USB-07-2].

En el proceso de reutilización del catálogo en una aplicación específica, los atributos también serán reutilizados, y deberán ser actualizados con los valores que correspondan en cada caso. Los atributos que a los que se les puede asignar un valor en el momento de instanciarlos son: prioridad, naturaleza crítica, estado actual, método de verificación, criterio de validación, solicitado por, responsable, historial de versiones, autor y fecha.

## 4.4 VALIDACIÓN DEL CATÁLOGO

Una vez el catálogo ha sido generado, el siguiente paso es su validación. En esta fase se debe comprobar que el catálogo se encuentra correctamente definido. El estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011 [96] proporciona una serie de características que los requisitos, y el conjunto de ellos, deben cumplir. Tres ingenieros informáticos realizaron la validación del catálogo comprobando que se cumplen las características definidas en el estándar. Las características individuales que cada requisito debe cumplir son las siguientes:

- **Necesario.** El requisito define una característica, capacidad, restricción, y/o factor de calidad, que es esencial. Si se elimina, se genera una deficiencia que no puede satisfacerse por otras características del producto o del proceso. El requisito es aplicable y no ha quedado obsoleto. Se deben identificar claramente los requisitos con fechas de vencimiento.
- **Independiente de la implementación.** El requisito evita la creación de restricciones innecesarias en el diseño de la arquitectura. El objetivo es ser independiente de la implementación. El requisito define qué debe cumplirse, pero no el cómo.
- **No ambiguo.** El requisito está definido de forma que puede ser interpretado de tan sólo una manera. El requisito es descrito de forma simple y fácil de comprender.
- **Consistente.** El requisito no tiene conflictos con otros requisitos.
- **Completo.** El requisito no necesita prolongación porque es medible y describe de forma suficiente las características a cumplir.
- **Singular.** El requisito incluye solamente un requisito sin hacer uso de conjunciones.
- **Viable.** El requisito es técnicamente factible, no requiere grandes avances tecnológicos, y encaja en las restricciones del sistema con un riesgo aceptable.
- **Trazable.** El requisito es trazable hacia un requisito de nivel superior, una declaración documentada de una necesidad, u otro tipo de fuente. El requisito también es trazable hacia requisitos específicos de niveles inferiores, u otros artefactos de definición del sistema. En resumen, se deben identificar las relaciones padre-hijo del requisito, así como su fuente e implementación.
- **Verificable.** El requisito tiene los medios para probar que el sistema lo cumple. El hecho de que el requisito sea medible, fomenta que sea verificable.

En la validación de nuestro catálogo es importante asegurar que las características como la independencia o libertad de implementación, y la viabilidad, se cumplen en todos los requisitos. Los requisitos deben ser independientes de que la aplicación se desarrolle para Android, iOS, o cualquier otro sistema móvil. Además, también tiene que ser posible implementar los requisitos con las tecnologías móviles actuales.

La trazabilidad hacia otros requisitos se consigue gracias a los atributos PUIDs hijos y PUIDs padre, y la trazabilidad hacia la fuente, gracias al atributo de fuente definido para ello. La característica más difícil de lograr es la de si un requisito es verificable. Para algunas de las recomendaciones de usabilidad, no existen maneras estándar de medirlas, ni los autores proporcionan información de cómo pueden ser cuantificadas.

Hay otras características que tienen que considerarse para el conjunto de los requisitos, en vez de para un requisito individualmente. Son las siguientes:

- **Completo.** El conjunto de requisitos no necesita ser expandido porque contiene toda la información pertinente para la definición del sistema. Además, el conjunto no contiene ninguna cláusula a ser determinada, a ser especificada, o a ser resuelta.
- **Consistente.** El conjunto de requisitos no contiene requisitos individuales que son contradictorios. Los requisitos no están duplicados. El mismo término se usa para la misma cosa en todos los requisitos.
- **Asequible.** El conjunto de requisitos puede satisfacerse de forma viable entre las restricciones del ciclo de vida del sistema (por ejemplo, coste, legal, o técnico).
- **Limitado.** El conjunto de requisitos se mantiene dentro del ámbito definido, sin expandirse más de lo que es necesario para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Cuando se habla de que el conjunto debe ser completo en la definición del sistema, en nuestro catálogo se aplica solamente al ámbito de la usabilidad. Nuestro catálogo es completo en el sentido de que define el conjunto de los requisitos de usabilidad que un sistema debe cumplir.

## 4.5 MANTENIMIENTO DEL CATÁLOGO

El catálogo de usabilidad es un documento vivo que debe mantenerse en continua revisión. Algunos de los requisitos se mantendrán sin muchas modificaciones en el tiempo. Por ejemplo, aquellos extraídos de las heurísticas de Nielsen son menos susceptibles a cambios, ya que las heurísticas fueron creadas en el año 1995, y aún son aplicables hoy en día. Otros requisitos, como los relativos a los patrones estructurales, pueden sufrir mayores cambios. Conforme las tecnologías avanzan, y se publican nuevas versiones de los sistemas operativos, surgen nuevos patrones y los usuarios se familiarizan con ellos. Lo mismo se puede decir sobre la posible aparición de nuevas versiones de algunas de las fuentes utilizadas, o incluso la aparición o identificación de nuevas fuentes que puedan ser consideradas para la actualización del catálogo.

## 5 MÉTODO DE AUDITORÍA (USB-AM)

Esta sección presenta el método de auditoría creado para validar el catálogo USB-CAT. El método de auditoría, llamado USB-AM (*Usability Audit Method*), se presenta en la figura 33 y está basado en otros métodos de auditoría de ingeniería de requisitos [268], [269].

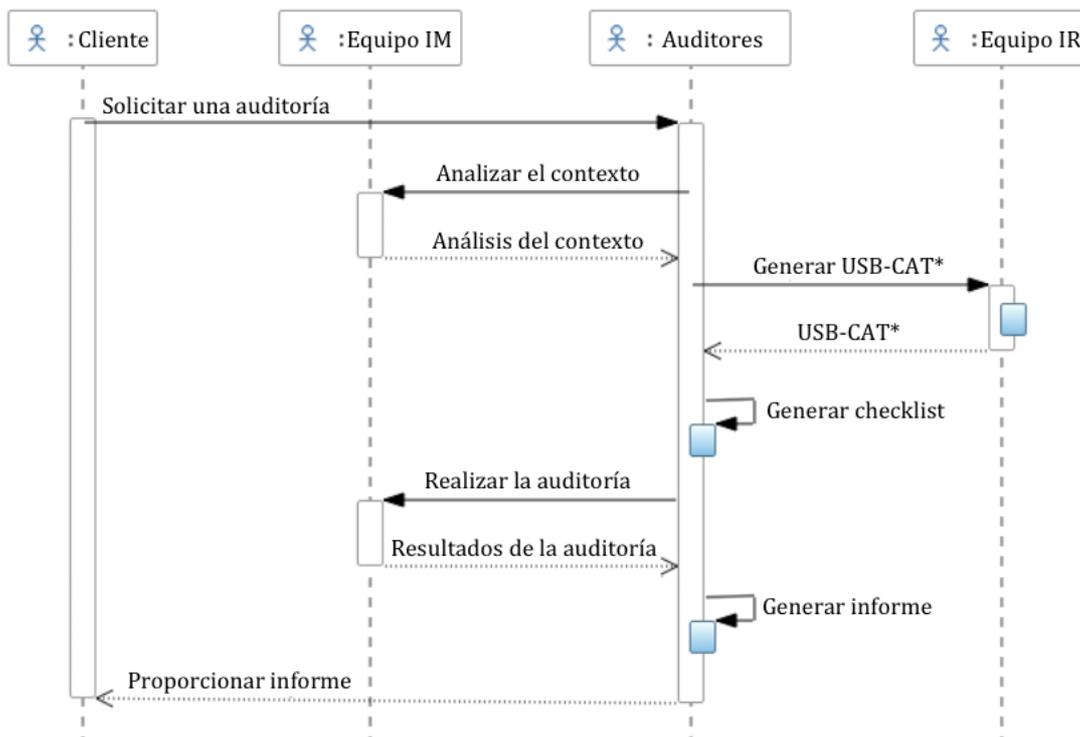


Figura 33. Método de auditoría USB-AM

### 5.1 ARTEFACTOS

Durante el proceso de auditoría USB-AM, se generan diferentes artefactos. Estos artefactos son los siguientes:

- **USB-CAT\***. Este catálogo es una adaptación de USB-CAT a la aplicación específica sobre la que se va a aplicar el método de auditoría. USB-CAT\* puede contener solamente un subconjunto de los requisitos de USB-CAT, pero USB-CAT\* debe mantener todos sus atributos. Además se tienen que proporcionar todos los valores para los parámetros configurables de aquellos requisitos que se encuentran en USB-CAT\*.
- **Checklist**. Formulario en formato de lista de control (*checklist*), el cual es obtenido a partir de USB-CAT\*. Cada ítem de esta lista debe ser analizado sobre la aplicación a auditar. La lista debe ser además fácil de usar.

- **Informe de auditoría.** Producto final del proceso de auditoría. El informe de la auditoría debe identificar las deficiencias de usabilidad y las áreas a mejorar de la aplicación auditada, es decir, las áreas de no-conformidad. El ISO 9000 [270] define una no-conformidad como el incumplimiento de un requisito. El informe también debe señalar los aspectos buenos de la aplicación, las áreas que sí son conformes a los requisitos. El informe debe ser objetivo. En el caso en el que incluya opiniones, como por ejemplo para las recomendaciones, deben especificarse como observaciones.

## 5.2 ACTORES

En el proceso de auditoría, nos encontramos los siguientes cuatro actores:

- **Cliente.** El cliente de la auditoría puede ser cualquier persona o compañía que necesita una auditoría para una aplicación móvil que requiera cierta usabilidad.
- **Equipo de ingeniería móvil (IM).** El equipo experto en tecnologías y aplicaciones móviles. El equipo debe tener los conocimientos necesarios para desarrollar las siguientes tareas:
  - Analizar el contexto de la aplicación móvil.
  - Planificar la auditoría de la aplicación móvil.
  - Llevar a cabo la auditoría de la aplicación móvil.
- **Equipo de auditoría.** Equipo que dirige y supervisa todos los pasos del proceso hasta completar la auditoría. Como se observa en la figura 33 son parte central del proceso. El equipo de auditoría es responsable de las siguientes tareas:
  - Coordinar los esfuerzos de cada equipo para asegurar la eficiencia y efectividad del proceso de auditoría.
  - Trabajar con el equipo de IM para realizar el análisis del contexto.
  - Trabajar con el equipo de IR para generar el USB-CAT\*.
  - Generar la checklist para la auditoría.
  - Trabajar con el equipo de IM para llevar a cabo la auditoría.
  - Generar los informes finales.
  - Presentar al cliente los resultados finales para analizarlos conjuntamente.
- **Equipo de ingeniería de requisitos (IR).** Equipo a cargo de gestionar los catálogos USB-CAT y USB-CAT\*.

### 5.3 PROCESO DE AUDITORÍA

Los actores interactúan entre ellos para obtener los artefactos a través del siguiente proceso de auditoría:

1. **Analizar el contexto.** El equipo ME examina el contexto de la aplicación a auditar: objetivo, ámbito, perfiles de usuario, entre otros. Es importante que el equipo también identifique el contexto de aplicaciones parecidas, para conocer mejor el ámbito en el que la aplicación se mueve.
2. **Generar USB-CAT\*.** El equipo RE crea USB-CAT\* mediante la reutilización de los requisitos de USB-CAT, y mediante la adaptación de los requisitos al contexto analizado previamente.
3. **Generar la checklist.** El equipo de auditoría crea la checklist basado en USB-CAT\*.
4. **Realizar la auditoría.** El equipo ME analiza la aplicación utilizando la checklist creado anteriormente. Una estrategia para analizar una aplicación móvil es identificar todas las funcionalidades y flujos de la aplicación. Cada uno de estos flujos o navegaciones en la aplicación puede ser revisado de forma independiente por miembros diferentes del equipo. Mediante este sistema, se puede paralelizar el trabajo y ganar en eficiencia.
5. **Generar el informe de auditoría.** El equipo de auditoría recopila todos los resultados y redacta el informe final con información detallada y recomendaciones. Este informe se entregará al cliente para analizar y comentar los resultados obtenidos.

En la sección siguiente se ofrecen más detalles de este proceso, en su aplicación a los casos de estudio reales en los que se ha aplicado.

## 6 CASOS DE ESTUDIO Y RESULTADOS

En este capítulo mostramos dos casos de estudio reales en los cuales se ha usado tanto el catálogo USB-CAT, como el método de auditoría USB-AM, para evaluar la usabilidad de varias aplicaciones mHealth.

### 6.1 AUDITORÍA DE LA APLICACIÓN *S HEALTH*

Para validar el método USB-AM y el catálogo USB-CAT, realizamos la evaluación de una aplicación real de salud. La aplicación seleccionada se llama *S Health* [271], una aplicación móvil de salud y fitness disponible para la plataforma Android. *S Health* mide tu actividad diaria, como por ejemplo, el recuento de tus pasos, tu calidad de sueño, tu dieta, o tus metas de fitness. Las aplicaciones móviles de automonitorización tienen ciertas ventajas si las comparamos con otros métodos tradicionales. Una clara ventaja es la de monitorizar el ejercicio de forma más frecuente [272].

La aplicación se encuentra disponible en Google Play [273]. En la tabla 28 se muestra más información sobre *S Health*. La evaluación se realizó en agosto de 2016, usando la versión 4.8.1 de la aplicación.

**Tabla 28.** Información de *S Health* en Google Play

<b>Nombre</b>	S Health
<b>Desarrollador</b>	Samsung Electronics Co., Ltd.
<b>Categoría</b>	Health & Fitness
<b>Versión Android mínima</b>	4.4
<b>Última actualización</b>	Julio 7, 2016
<b>Valoración</b>	4.1 sobre 5
<b>Número de reseñas</b>	148.924
<b>Descargas</b>	100.000.000 - 500.000.000

La aplicación *S Health* fue analizada mediante USB-AM para comprobar cómo de usable es y para detectar problemas de usabilidad en la aplicación. También generamos un informe de auditoría con recomendaciones para ayudar a mejorar la aplicación. El proceso llevado a cabo sigue los pasos indicados en la sección anterior, y su aplicación a este caso de estudio se describe en las siguientes subsecciones.

### 6.1.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO

El primer paso del proceso USB-AM es analizar el contexto de la aplicación, tal como su objetivo, el ámbito, o el perfil de los usuarios. Examinamos la página oficial de la aplicación [271] para extraer las características de la aplicación, su funcionalidad y el entorno de trabajo. La aplicación contiene 4 tipos de elementos:

- Monitores. Muestran la monitorización de varias áreas: pasos, comida, agua, cafeína, peso, sueño, glucosa, tensión arterial y ejercicio.
- Objetivos. Se pueden marcar objetivos generales a conseguir: ser más activo, comer más sano, o descansar más y mejor.
- Programas. Son programas de pasos o de carrera que varían en función de la distancia a recorrer.
- Juntos. La aplicación incorpora el ámbito social mediante desafíos de pasos con tus amigos y mostrando una clasificación.

La aplicación se basa en cumplir ciertos objetivos de estilo de vida y salud. *S Health* es principalmente una aplicación de fitness, y no contiene funcionalidades para condiciones de salud específicas, tan sólo se podría considerar que el monitor de glucosa está dirigido especialmente a diabéticos. Podemos observar también que *S Health* tiene un componente social. Aunque este aspecto social puede contribuir a que los pacientes o usuarios encuentren más interesante una aplicación, se ha demostrado que esto no influye en la valoración que los usuarios tienen de dicha aplicación [274].

También revisamos la página de la aplicación en Google Play [273]. El contenido de la aplicación está clasificado para todo el público. De entre las 6 aplicaciones que son sugeridas como las más similares a *S Health*, nos encontramos 4 aplicaciones de podómetro, la aplicación de fitness de Google (*Google Fit*), y la aplicación de fitness de *Runtastic*.

### 6.1.2 DESARROLLO DE LA AUDITORÍA

#### 6.1.2.1 Generar USB-CAT\*

Una versión adaptada USB-CAT\* fue generada por el equipo RE basada en los requisitos de USB-CAT y en el contexto analizado en el paso anterior. El contexto fue considerado para establecer ciertos valores a aquellos requisitos que contienen parámetros configurables. Debido a que la aplicación es para todos los públicos, se utilizaron los valores recomendados por defecto para USB-CAT\*. Por ejemplo, el tamaño mínimo para los elementos táctiles fue establecido con un valor de 48dp (*density independent pixel*). Si la aplicación hubiera sido para gente mayor, se hubiera dado un valor diferente a este parámetro.

### 6.1.2.2 Generar checklist y realizar una auditoría experta

En este paso creamos una checklist, la cual fue usada por el equipo ME para evaluar la aplicación *S Health*. Cada elemento de la lista puede ser valorado con uno de los siguientes valores:

- “Sí”, si la condición siempre se cumple.
- “N/A”, si la condición no es aplicable.
- “No”, si la condición no siempre se cumple.

Consideramos que tener un valor tipo “parcialmente” era innecesario ya que, si se compara con el esfuerzo de realizar dicha comprobación, no contribuye en resultados más significativos. Por ejemplo, cuando se evalúa el ítem “Deben evitarse palabras absolutas” (“Absolute words are avoided”), si se encuentra una palabra absoluta, se valora como “No” porque la condición no se ha cumplido.

Las aplicaciones evaluadas pueden ser clasificadas en 5 grupos de usabilidad de acuerdo a su puntuación obtenida. Los grupos se definen en la tabla 29. Para definir estos grupos se usó una variación de la clasificación con intervalos de igual amplitud [147]. En este caso, los grupos inferiores y superiores son menores que los demás. Esta variación permite discriminar las puntuaciones extremas: (1) Muy Alto, (2) Alto, (3) Moderado, (4) Bajo, y (5) Muy Bajo.

**Tabla 29. Grupos de usabilidad para el caso de estudio**

<b>Grupo de Usabilidad</b>	<b>Puntuación</b>
Muy Alto	(116-132]
Alto	(83-116]
Moderado	(50-83]
Bajo	(17-50]
Muy Bajo	[0-17]

### 6.1.3 RESULTADOS E INFORME DE AUDITORÍA

Los ítems de la checklist creada en el proceso de auditoría, fueron comprobados para la aplicación de *S Health* y valorados tal y como se presentó en la sección anterior. Los resultados obtenidos en esta valoración por el proceso USB-AM se muestran en la figura 34.

La aplicación *S Health* obtiene una puntuación del 73%, con 96 ítems de la checklist valorados como “Sí”, 20 ítems valorados como “No” (15%), y 16 como “N/A” (12%). Si descartamos los ítems que no son aplicables a la aplicación (N/A), la puntuación sería del 83%. Con esta valoración, la aplicación *S Health* se clasifica dentro del grupo de usabilidad “Alta”.

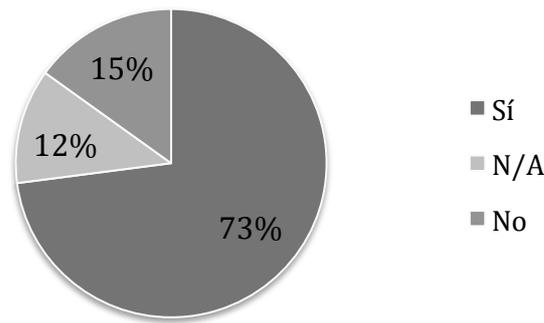


Figura 34. Resultados de *S Health* en la checklist usado en USB-AM

De los 20 ítems valorados como “No”, 5 de ellos están relacionados con el estructura de navegación de la aplicación. *S Health* usa un *launchpad* en el nivel superior de navegación, lo cual no conforma con el requisito USB-15 de nuestro catálogo:

*[USB-15] Springboards/launchpads shall not be used as a top-level navigation system.*

La pantalla principal de *S Health* se muestra en la figura 35. El *launchpad* proporciona un acceso rápido a las funcionalidades de la aplicación, pero se ha identificado un problema de usabilidad con este patrón: para poder acceder a una funcionalidad diferente de la actual, hay que navegar hacia atrás, de vuelta hasta la pantalla principal [134], [141].

Otros 3 de los ítems valorados como “No” tienen que ver con el estilo de redacción. *S Health* utiliza algunas abreviaturas, un estilo de redacción formal, y algunos signos de exclamación. Este estilo no es recomendado por nuestro catálogo:

*[USB-38.2] Abbreviations in texts shall not be used.*

*[USB-39] Writing style shall be informal.*

*[USB-44] Exclamation marks shall be avoided.*

En la figura 35 se puede observar que el monitor del sueño utiliza la siguiente frase: “¿Cómo ha dormido? Pulse aquí para grabar el sueño manualmente.”. Esta frase trata al usuario mediante el pronombre usted, el cual es un lenguaje formal. La recomendación es usar un estilo informal, y por tanto, la frase debería ser corregida a “¿Cómo has dormido? Pulsa aquí para grabar el sueño manualmente”. La figura 36 muestra el uso de una abreviatura, “AÑAD”, la cual debería mostrarse mediante la palabra completa, “AÑADIR”.

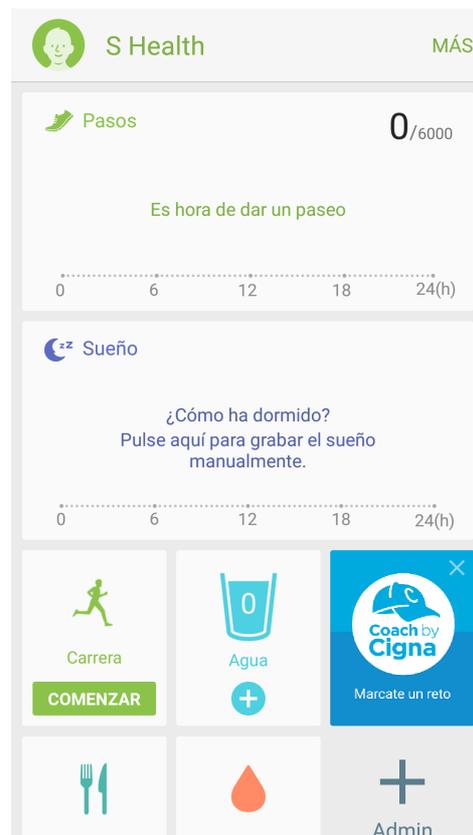


Figura 35. Pantalla principal de *S Health* con un *launcher*



Figura 36. Uso de abreviaturas en *S Health*

Los investigadores han reportado que el uso de abreviaturas en aplicaciones de salud puede causar errores médicos puesto que los usuarios pueden no entender su significado [134], [256], [275]. Las abreviaturas no seguras causan el 5% de los errores médicos en Estado Unidos [276]. Los signos de exclamación no se recomiendan porque pueden ser entendidos como gritos [142].

Cuatro ítems evaluados como “No” son sobre la experiencia al iniciar la aplicación. Cuando el usuario abre la aplicación por primera vez, no se muestra ninguna pantalla funcional, sino que el usuario tiene que aceptar los términos y condiciones, y la política de privacidad, como se refleja en la figura 37.

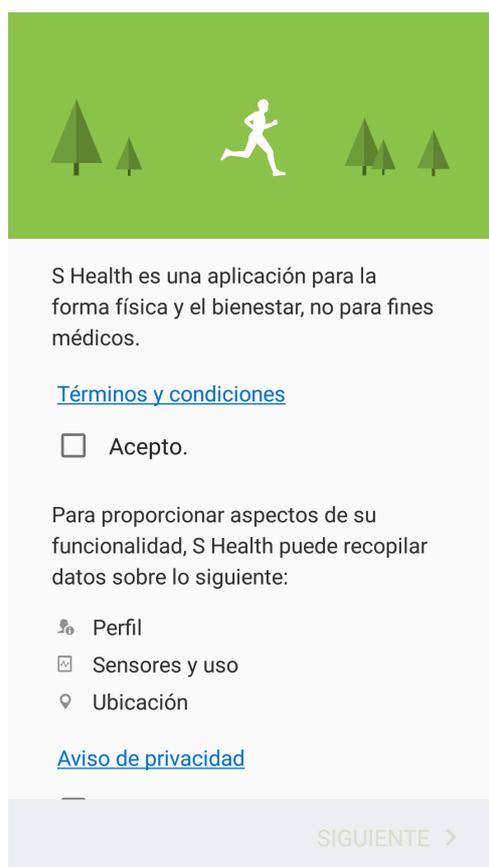
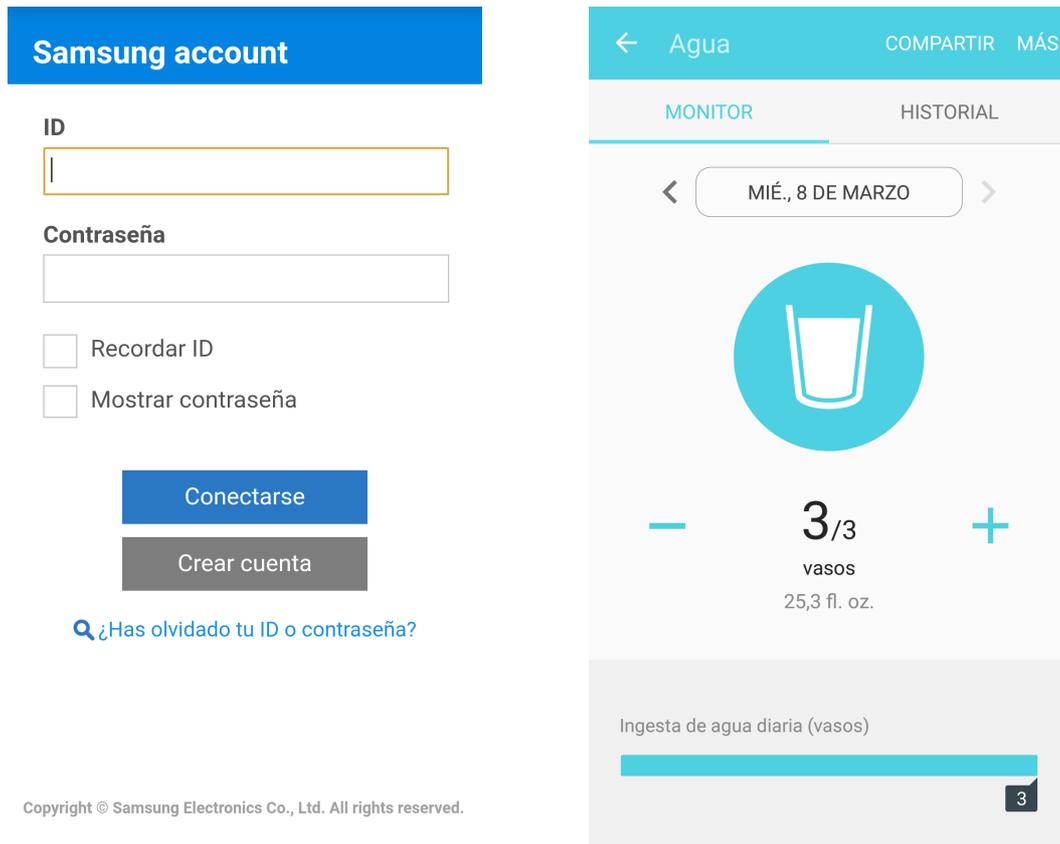


Figura 37. Términos y condiciones de *S Health*

Tal y como comentamos en el estado del arte de la usabilidad, en la sección 3.2.4, el *Health Privacy Project* recomienda proporcionar la política de la aplicación como un gesto de transparencia [262], [263]. Los términos y condiciones no deben ser eliminados, pero su aceptación puede ser retrasada, especialmente cuando es la primera vez que el usuario abre la aplicación [134], [143].

Dos de los ítems valorados como “No” están relacionados con los campos de entrada de texto libres. La entrada de texto en una aplicación móvil debe ser lo más eficiente posible. Usar el teclado para escribir un texto puede ser un proceso tedioso y, por tanto, debe ser evitado y limitado a pequeñas cantidades de información [143]. Otro fallo es que la aplicación no usa iconos predefinidos para algunas acciones comunes como la de

compartir. La aplicación usa un botón de texto en vez de usar un botón con un icono de compartir. También usa un botón con el texto “MÁS”, en lugar de usar un icono. El uso de iconos contribuye a mejorar la experiencia de usuario [259]. Aunque a veces los iconos personalizados pueden ser ambiguos [260], usar los iconos por defecto del sistema para las acciones comunes es más simple, y además, los usuarios ya están familiarizados con ellos [143]. La figura 38 muestra un ejemplo de estos fallos de usabilidad en *S Health*.



**Figura 38. Izquierda: Campos de texto sin botón de borrado, derecha: botón de compartir**

Otro fallo de usabilidad de *S Health* es el hecho de no permitir la selección múltiple cuando se están subiendo fotos a la aplicación. Esto ocurre en la pantalla de detalle de una comida, donde el usuario puede añadir varias fotos. El problema es que para hacer esto, hay que hacerlo foto a foto, pulsando el botón añadir, abriendo la galería de imágenes, y seleccionando la imagen deseada. La selección múltiple facilita la interacción del usuario con la aplicación mediante la simplificación de tareas repetitivas [142].

En *S Health* también hemos detectado que no se proporciona contenido de inicio para las pantallas vacías. El estado vacío más simple consiste en un mensaje de texto o una imagen, la cual es la alternativa seguida por *S Health*, tal y como se ve en la figura 39. Una opción más atractiva para los usuarios es proporcionar contenido útil en vez de un estado vacío. Un contenido de inicio de este tipo muestra la funcionalidad de la pantalla y permite al usuario explorar de forma inmediata [142].

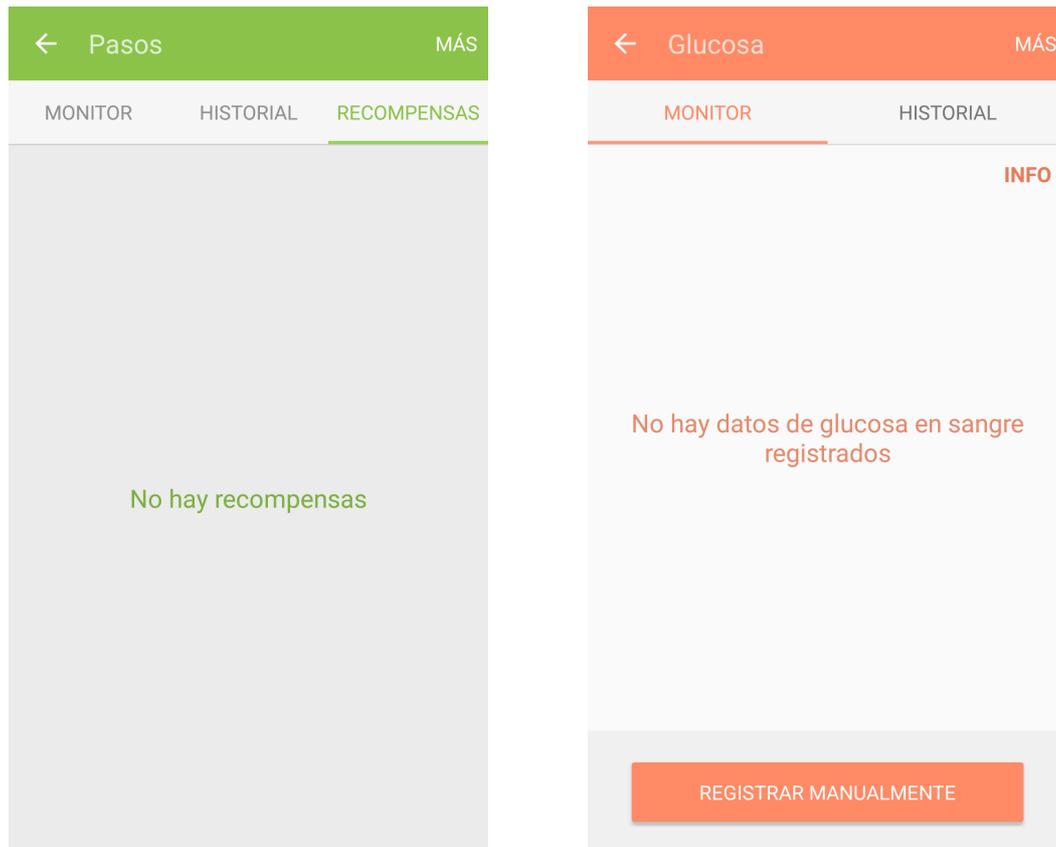


Figura 39. Estados vacíos en *S Health*

El último fallo de usabilidad es la necesidad de hacer scroll para ver todo el contenido de la pantalla. Hay casos de estudio que muestran cómo algunos usuarios, como los ancianos, tienen dificultades para hacer scroll. Los usuarios no se dan cuenta de que hay más contenido en la pantalla y de que necesitan hacer scroll para verlo [27], [180], [186].

Cuatro ítems de los valorados como “N/A” son específicos de un patrón de navegación, el cajón de aplicaciones. Debido a que *S Health* no usa esta estructura, esos ítems no son aplicables. 2 ítems “N/A” están relacionados con cambios en la orientación del dispositivo, pero *S Health* tiene la orientación horizontal deshabilitada. Otros 2 ítems más valorados como “N/A” tienen que ver con los gestos complejos, 3 de ellos con tareas complejas, y 1 más con menús largos, pero ninguna de estas características está disponible en la aplicación, y por tanto, no son valorables. Los otros 3 “N/A” restantes, no son aplicables porque la información que se necesita no está disponible para los evaluadores: los diferentes tamaños y densidades de los elementos gráficos, y las opciones que se encuentran ocultas.

El equipo de auditoría recopiló todos los resultados para escribir el informe final. Un extracto del informe se describe en la tabla 30, como ejemplo de artefacto generado en USB-AM.

**Tabla 30. Informe de auditoría de *S Health*****App information**

Name	S Health
Developer	Samsung Electronics Co., Ltd.
Price	Free
Mobile OS	Android

**Actors**

Auditor	Belén Cruz
RE team	Belén Cruz, José Luis Fernández-Alemán and Ambrosio Toval

**Audit summary**

Carried out on July 10, 2016.

S Health app was installed in an Android smartphone, One Plus 2, with Android version 6.0.1.

The aim of this audit is to evaluate the app compliance to the requirements of USB-CAT regarding usability. Requirements are focused on the next 4 characteristics: ease of use, personalization and internationalization, learnability, and understandability. The audit was conducted using the USB-AM.

The application is in general really usable with a score of 73 out of 100. The app interface is user-friendly: elements have the right size, elements react to user interaction and texts are readable. The app can be navigated consistently and there is not any complex navigation. The authentication system in the app is also usable: users can start using the app before having to log in, and once the user is logged in, credentials are remembered. To measure and track the user's health and performance, this app deals with a lot of dates and measures that are correctly presented considering the user language format. Screens are simple and functionalities are clearly separated. S Health always shows acknowledge messages to let the user know what is happening in the app, and messages when there are errors. Nevertheless, a few problems have been found:

**Deficiencies**

D1. The pattern used for the main navigation of the app is a springboard. This pattern is not recommended since its usability is poor. Users have to navigate back to reach the top-level actions.

D2. The app uses formal writing.

D3. The app shows empty states when there is no data in a screen. For example, the first time that the user opens the step challenge, the only content on the screen is a message indicating that there are no challenges, and a button to create a new one.

D4. The app does not have one-click delete option for free text inputs.

D5. The app does not use predefined icons for some common actions. For example, on the steps leaderboard screen or in the rewards screen, the top navigation bar shows a share button that is a text button ("share" text button).

D6. The app does not show a functional screen when it first launches. For example, the app shows and requires accepting the terms and conditions.

D7. The app does not allow multi-selection of photos. In the food details screen, users can add more than one photo, but they need to do it one by one, tapping on the add button, opening the gallery and selecting a photo.

**Recommendations**

R1. The main navigation of the app can be improved by the use of a drawer or a tab bar.

R2. The app should use always second person. Informal writing echoes a friendly tone.

R3. The app should show sample content when there is no data in a screen. Empty states can be improved by providing some starter content, educational content or best match in case of an empty search result. For example, the empty state of the step challenge screen can be improved by providing a sample challenge, which the user could easily save as the first

---

challenge.

R4. The app should add a one-click delete option for free text inputs. Users can easily clear the contents of the text input without the need of tapping the delete key.

R5. The app should use predefined icons for common actions. For example, the share button should use the common share icon instead of using the text “share”.

R6. The app should load a main functional screen when the app starts for the first time. Any disclaimers and agreements should be delayed until they are necessary. For example, the screen that shows the disclaimers and agreements should be removed from the app startup. This screen could be displayed when the user creates the first activity or challenge and starts providing data to the app.

R7. The app could support multi-selection of photos in the food details screen. Users could then tap on the add button, open the gallery and be able to select more than one photo.

---

## 6.2 CASO DE ESTUDIO SOBRE APLICACIONES DE CUIDADO DE PERSONAS MAYORES

El catálogo USB-CAT también ha sido usado en un trabajo de fin de máster, actualmente en desarrollo, en el marco del Grupo de Investigación de Ingeniería del Software de la Universidad de Murcia [277]. El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar una aplicación para el cuidado de personas mayores, que sea capaz de dar solución al problema de la dependencia a una plataforma móvil específica, y con el fin de llegar a un gran número de usuarios.

En este trabajo de máster se realiza un estudio de varias aplicaciones existentes sobre cuidado de personas mayores, en el cual se siguen las pautas de USB-CAT para la evaluación de la usabilidad. En la tabla 31 mostramos el listado de las aplicaciones que fueron analizadas siguiendo nuestro documento de requisitos. Para cada aplicación se evaluó cada uno de los 79 requisitos considerados, indicando si el requisitos se cumple, no se cumple, o no es aplicable.

Tabla 31. Aplicaciones de cuidado de personas mayores evaluadas en base a USB-CAT

#	Aplicación	# requisitos que se cumplen	# requisitos que no se cumplen	# requisitos no aplicables
1	<i>Tweri</i>	65	6	8
2	<i>Fade: Fall detector</i>	68	7	4
3	<i>Kwido para cuidadores</i>	74	4	1
4	<i>Kwido para mayores</i>	74	4	1
5	<i>Elderly Care</i>	67	7	5
6	<i>Elder Care Resource App</i>	72	2	5

Todas las aplicaciones evaluadas cumplen con un gran número de requisitos. La aplicación que menor número de requisitos sigue es *Tweri*. Esta aplicación cumple

aproximadamente con el 80% de los requisitos, que sigue siendo aún una cifra muy positiva.

Si examinamos los requisitos que no se cumplen en estas aplicaciones, hay 5 de ellos que se repiten en varias de las aplicaciones, tal y como resumimos en la tabla 32.

**Tabla 32. Requisitos incumplidos por las aplicaciones de cuidado de personas mayores**

#	Requisito	<i>Tweri</i>	<i>Fade</i>	<i>Kwido cuidadores</i>	<i>Kwido mayores</i>	<i>Elderly Care</i>	<i>Elder Care RA</i>
2	“Una pantalla principal se debe cargar inmediatamente en la app.”	X	X				X
24	“Las credenciales de usuario deben ser recordadas.”	X		X	X		
25	“Se debe proporcionar una opción de inicio de sesión automático para las siguientes sesiones.”	X		X	X		
30	“La aplicación debe soportar el lenguaje del usuario.”	X		X	X		
65	“Se debe proporcionar un tutorial al principio de la app o de las tareas complejas para guiar al usuario.”	X	X	X	X	X	X

En la tabla 32 cada fila representa un requisito, y en columnas se marcan las aplicaciones que incumplen dicho requisito. El primero de los requisitos es un requisito difícil de cumplir, ya que las aplicaciones necesitan un tiempo de carga hasta que son capaces de obtener y mostrar la información necesaria de la pantalla principal. Se debe intentar minimizar este tiempo lo máximo posible.

Los dos siguientes requisitos, 24 y 25, están relacionados, ya que para conseguir que el inicio de sesión sea automático, la aplicación debe recordar las credenciales del usuario. El mayor problema en estos requisitos reside en que las aplicaciones analizadas son médicas, y por tanto, la seguridad suele ser mayor. A pesar de esto, como ya discutimos en el estudio del estado del arte, existen métodos alternativos como las técnicas biométricas, pudiendo usar, por ejemplo, la huella dactilar para realizar la autenticación del usuario [129], [130].

Respecto al requisito 30, las aplicaciones soportan el lenguaje del usuario de forma parcial, puesto que pueden encontrarse textos que no están traducidos. Finalmente, el requisito 65 no es cumplido por ninguna de las aplicaciones. Si una aplicación no es compleja y no presenta tareas complejas, no es necesaria la presentación de un tutorial, y por tanto, este requisito debería considerarse como no aplicable.

Otro dato a destacar de los resultados de este trabajo de fin de máster, es que uno de los requisitos es valorado como no aplicable en todas las aplicaciones. Se trata del requisito

número 4: “El foco debe saltar automáticamente de un componente seleccionable al siguiente.”. En el trabajo se considera que este atributo no puede ser aplicado a las aplicaciones móviles. Esta justificación nos parece incorrecta, ya que sí puede ser aplicado, y algunos ejemplos de cómo el foco de un componente puede pasar al siguiente son:

- Configurando el teclado correctamente. El teclado en pantalla de los smartphones tiene un botón que sirve para finalizar la edición de un campo de texto (botón *Enter*). Este botón puede tener una acción personalizada, como saltar al componente siguiente.
- Cambiando el foco tras usar un selector. En un formulario en pantalla, puede que haya datos que sean introducidos mediante un selector, como por ejemplo seleccionar una fecha. Cuando el usuario pulsa sobre el selector, la opción pulsada queda seleccionada, y el foco puede pasar al siguiente componente.
- Cambiando el foco tras introducir un dato de longitud determinada. Hay ciertos campos de texto que tienen una longitud predefinida, como por ejemplo, el número de una tarjeta de crédito. En estos casos, cuando el usuario ha escrito el último carácter o número, el foco puede pasar al siguiente componente.

El requisito parece no haber sido interpretado de forma correcta en esta tesis de fin de máster, por lo que ha puesto de manifiesto algunas mejoras que pueden realizarse en la redacción de los requisitos. Los requisitos deben ser claros y precisos.

El catálogo fue finalmente utilizado en el desarrollo de una nueva aplicación de cuidado de personas mayores, llamada *Care for Elders*. Para la mejora de la usabilidad de esta aplicación, se tuvieron en cuenta los requisitos del catálogo, especialmente los relacionados con la facilidad de aprendizaje y la internacionalización.

## 7 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

### 7.1 ANÁLISIS DE LA CONSECUCIÓN DE OBJETIVOS

En la sección 1.3 de este documento se propusieron unos subobjetivos a cumplir en esta tesis. Mediante la realización de estos subobjetivos se consigue concluir con el objetivo principal del trabajo:

---

Crear artefactos que permitan el desarrollo de mejores aplicaciones móviles de salud, así como artefactos que permitan realizar auditorías efectivas de estas aplicaciones.

---

A continuación, revisamos cada uno de estos subobjetivos para valorar sus resultados.

***Objetivo 1.*** *Investigar y analizar la situación actual de las aplicaciones móviles de salud, identificando las barreras existentes para su adopción, y recopilando las propuestas y recomendaciones para mitigar estas barreras.*

En el capítulo 3 hemos realizado un estudio detallado de dos de las principales barreras para la adopción de aplicaciones móviles de salud: seguridad y privacidad, y usabilidad. En la sección 3.1 analizamos las políticas de privacidad de un conjunto de 24 PHRs. Aunque las políticas de privacidad suelen estar disponibles de forma rápida y sencilla para el usuario, los cambios en estas políticas no suelen ser notificados y es el usuario el que debe estar atento ante posibles actualizaciones. La integración con otros sistemas de información de salud externos como otros PHRs o EHRs es escasa. La estructura y el contenido de las políticas de privacidad deben ser renovados para incluir información más detallada sobre medidas de seguridad cuando los datos se almacenan localmente, son transferidos por la red o se almacenan en servidores remotos.

En la sección 3.2 estudiamos la usabilidad de 24 PHRs, analizamos 22 estudios que realizaron evaluaciones de usabilidad de aplicaciones mHealth, y también investigamos otros 10 trabajos sobre recomendaciones de usabilidad en aplicaciones móviles. Identificamos la necesidad de usar herramientas de evaluación automatizadas y la falta de procesos iterativos de diseño-evaluación en el desarrollo de las aplicaciones. Nuestros resultados muestran que la usabilidad es un aspecto que puede mejorarse significativamente. También contribuimos con un resumen de los principales resultados y recomendaciones de usabilidad, las cuales sirven de base para el siguiente objetivo. Este objetivo se considera por tanto cumplido.

**Objetivo 2.** *Crear un catálogo de requisitos reutilizable donde se recojan las recomendaciones extraídas.*

En el capítulo 4 presentamos el proceso seguido para la creación de un catálogo de requisitos de usabilidad para aplicaciones móviles, actualmente poblado con 132 requisitos (79 principales y 53 requisitos hijos). Todos los requisitos fueron obtenidos de los estándares recomendados, de guías populares, y de trabajos relacionados obtenidos en la investigación realizada previamente. El catálogo propuesto sigue la metodología SIREN, por lo que es reutilizable, puede ser adaptado a diferentes proyectos, y está sujeto a una evolución y un mantenimiento continuo. Por tanto, este objetivo también se considera cumplido.

**Objetivo 3.** *Desarrollar un método de auditoría que tome como base el catálogo de requisitos creado.*

En el capítulo 5 proponemos un método de auditoría, USB-CAT, el cual mide la usabilidad de una aplicación de acuerdo a los criterios que son extraídos del catálogo de requisitos. En el capítulo se describen las fases, los actores y los artefactos involucrados en el proceso. Este objetivo se considera logrado satisfactoriamente.

**Objetivo 4.** *Validar la propuesta de forma práctica mediante su aplicación en un caso de estudio real.*

En el capítulo 6 validamos el catálogo y el método de auditoría mediante la evaluación de una aplicación mHealth real, *S Health*. El resultado de la evaluación clasifica la usabilidad de una aplicación como muy alta, alta, moderada, baja o muy baja. La puntuación de usabilidad obtenida por *S Health* mediante USB-AM muestra que el nivel de usabilidad de la aplicación es alto.

USB-AM resultó ser un proceso sencillo y no presentó dificultades para los expertos, a pesar de ser un proceso repetitivo. En nuestro caso de estudio se valoraron 132 requisitos en USB-CAT\*, los cuales deben ser evaluados en las diferentes pantallas de la aplicación. Esto quiere decir que cuanto mayor y más compleja sea la aplicación a evaluar, mayor es el esfuerzo necesario para concluir su evaluación. Obsérvese que el esfuerzo realizado en confeccionar el catálogo se amortiza con creces cada vez que se instancia USB-CAT para utilizarse, bien en una evaluación, bien en el desarrollo de una aplicación móvil de salud.

Se realizó además una evaluación de 6 aplicaciones de cuidado de personas mayores mediante el catálogo de usabilidad. Gracias a esta evaluación, se obtuvieron algunas mejoras a aplicar al catálogo.

Todos estos resultados se muestran en el capítulo 6 y por tanto, el objetivo se cumple de forma satisfactoria.

Puesto que todos los subobjetivos han sido cumplidos, y por tanto, el objetivo principal de la tesis, podemos confirmar la hipótesis de partida de la misma:

---

Se puede mejorar tanto el desarrollo, como la auditoría de las aplicaciones móviles de salud de forma efectiva mediante artefactos y métodos definidos desde el ámbito de la Ingeniería de Requisitos.

---

## 7.2 PRINCIPALES APORTACIONES

Esta tesis doctoral ofrece las siguientes aportaciones:

- Estudio exhaustivo del estado del arte relativo a todas aquellas áreas relacionadas con esta tesis.
- Cuestionario de 12 preguntas que puede ser utilizado por usuarios de mPHRs, profesionales de la salud y desarrolladores de aplicaciones móviles para evaluar sus aplicaciones en relación a la privacidad y la seguridad.
- Cuestionario de 13 preguntas, divididas en 3 bloques, basadas en las guías oficiales de iOS y Android. Este cuestionario puede ser usado por los profesionales y desarrolladores como punto de referencia de sus aplicaciones.
- Catálogo de requisitos reutilizable que recopila las principales guías y estándares, así como las recomendaciones procedentes de estudios empíricos de usabilidad de aplicaciones móviles.
- Método capaz de llevar a cabo una auditoría sobre la usabilidad de una aplicación móvil de salud.
- Caso de estudio detallado sobre una aplicación real que ha permitido validar la metodología propuesta en esta tesis.
- Caso de estudio sobre la evaluación de usabilidad de aplicaciones de cuidado de ancianos.

## 7.3 TRABAJO FUTURO

El catálogo de requisitos de usabilidad creado en esta tesis, USB-CAT, se encuentra en su primera versión. De acuerdo a la metodología seguida en este trabajo, nos encontramos con una fase de mantenimiento del catálogo, haciendo que esté sujeto a continuas mejoras. Identificamos por tanto una vía de trabajo futuro que está ligada a la evolución y el mantenimiento del catálogo de usabilidad. Por un lado, hay que

considerar la actualización del catálogo con nuevas versiones de las fuentes consideradas. Por ejemplo, las guías de iOS y Android son actualizadas frecuentemente, y suelen modificar y añadir nuevas recomendaciones conforme se publican nuevas versiones de sus sistemas operativos. Por otro lado, se puede actualizar el catálogo con la identificación y análisis de nuevas fuentes.

Otra vía de trabajo futuro es la mejora de la calidad de los requisitos del catálogo. Una forma de conseguir esta mejora es aplicando de forma más rigurosa los criterios y propiedades de los siguientes estándares: IEEE 830 [88], ISO/IEC/IEEE 29148 [96], y las guías de INCOSE (*International Council on Systems Engineering*) [278]. Otra forma de mejora de la calidad de los requisitos es mediante el uso de herramientas automáticas. Podemos encontrar algunas de estas herramientas disponibles comercialmente, como las ofrecidas por *The Reuse Company* [279]: *Requirements Quality Suite* (RQS), que controla y gestiona la calidad de los requisitos; *Requirements Quality Analyzer* (RQA), que analiza la calidad de los requisitos; *Requirements Authoring Tool* (RAT), que ayuda a escribir requisitos de calidad; o *Knowledge Manager* (KM), que gestiona todo el conocimiento en torno a los proyectos de requisitos y que será utilizado desde las herramientas RQA o RAT.

Otro trabajo futuro es la creación de un conjunto de historias de usuario reutilizables a partir de los requisitos del catálogo USB-CAT. El objetivo de estas historias de usuario es la de facilitar el uso del catálogo por parte de los profesionales que hacen uso de metodologías ágiles de desarrollo software. En esta extensión sería necesario investigar sobre la reutilización de requisitos en métodos ágiles, que es un tema hasta ahora poco tratado en la literatura científica [84].

## 8 PUBLICACIONES

En esta sección se muestran las publicaciones obtenidas y enmarcadas dentro del ámbito de esta tesis. De entre los artículos, 3 de ellos fueron publicados en revistas, y 1 en una conferencia. Respecto a las revistas, nos encontramos con una de informática médica, *Journal of Medical Systems*, la cual estuvo dentro del JCR en 2014, y con una de tecnología, *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, la cual se encuentra en Q3 según SJR (*Scimago Journal & Country Rank* [280]) de 2015. La conferencia estaba clasificada en CORE en el año de publicación (2014), y lo sigue estando en 2017. Las publicaciones se muestran a continuación:

- [101] Cruz Zapata, B., Hernández Niñirola, A., Fernández-Alemán, J. L., & Toval, A. (2014). Seguridad y Privacidad en Carpetas Personales de Salud para Android e iOS. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 35 – 50.

| SJR 2014: Q4. SJR 2015: Q3.

| Tasa de aceptación: 16%.

| Objetivo relacionado: 1.

- [102] Cruz Zapata, B., Hernández Niñirola, A., Fernández-Aleman, J. L., & Toval, A. (2014). Assessing the privacy policies in mobile personal health records (pp. 4956–4959). Presented at the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE, IEEE.

| CORE 2014. Nivel: C.

| Objetivo relacionado: 1.

- [134] Cruz Zapata, B., Hernández Niñirola, A., Idri, A., Fernández-Alemán, J. L., & Toval, A. (2014). Mobile PHRs Compliance with Android and iOS Usability Guidelines. *Journal of Medical Systems*, 38(8), 1–16.

| JCR 2014. Cuartil: Q2. Factor de impacto: 2'213.

| SJR 2014: Q1. SJR 2015: Q1.

| Objetivo relacionado: 1.

- [135] Cruz Zapata, B., Fernández-Alemán, J. L., Idri, A., & Toval, A. (2015). Empirical Studies on Usability of mHealth Apps: A Systematic Literature Review. *Journal of Medical Systems*, 39(2).

| SJR 2015: Q1.

| Objetivo relacionado: 1.

Cruz Zapata, B., Fernández-Alemán, J. L., Toval, A., & Idri, A. Reusable software usability specifications for mHealth applications.

*Pendiente de envío a International Journal of Medical Informatics.*

| Objetivos relacionados: 2, 3, y 4.

Para cada uno de los trabajos, indicamos el índice de calidad de la publicación, y además los objetivos de esta tesis con los que están relacionados. Todos los trabajos, excepto el último, publican sobre las evaluaciones realizadas para lograr el objetivo 1. El último trabajo resume en un artículo el catálogo, el método de auditoría, y el caso de estudio, los cuales se corresponden a los objetivos 2, 3, y 4.

Estos trabajos, salvo el último, aún pendiente de publicación, han sido citados en los trabajos de otros autores. En la tabla 33 mostramos el número de citas identificadas en diferentes herramientas: *Google Scholar*, *Web of Science* y *Scopus*. Las citas a nuestro trabajo identificadas por *Google Scholar* realizadas por otros autores se listan en la tabla 34.

Tabla 33. Número de citas por artículo y herramienta

	Google Scholar	Web of Science	Scopus
[101]	2	0	6
[102]	5	0	3
[134]	26	0	16
[135]	50	21	28

Tabla 34. Citaciones identificadas en Google Scholar de trabajos de otros autores

**[101] Seguridad y Privacidad en Carpetas Personales de Salud para Android e iOS**

García, A. S., & Casas, J. M. M. (2015). Apps de Salud: Nuevas Herramientas para el cuidado del Paciente Cardiológico. *Enfermería En Cardiología*, 22, 66.

Vizcaíno, L. A. B., Torres, G. S., & González-Zabala, M. P. (2016). Análisis de los procesos de evaluación de la e-salud. *Ingeniare*, 19(19), 59–79.

**[102] Assessing the privacy policies in mobile personal health records**

Almutairi, S. S. (2015). *A modified technology acceptance model (TAM) for implementation of privacy in health information systems in Saudi Arabia*. Rutgers University-School of Health Related Professions.

Andrade, J., Arsénio, A., & Duarte, A. (2015). An Integrated Sensing Platform for Remote Fetus Continuous Monitoring. In *BIODEVICES* (pp. 250–259).

Arsenio, A., Andrade, J., & Duarte, A. (2015). Non-invasive Wireless Bio Sensing. In *International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies* (pp. 93–109). Springer.

Romero, J., López, P., Noguera, J. L. V., Cappel, C., Pinto-Roa, D. P., & Villalba, C. (2016). Integrated, reliable and cloud-based personal health record: A scoping review. *arXiv Preprint arXiv:1609.03615*.

竹内裕之, 児玉直樹, & 高橋真悟. (2015). 健康データマイニングの評価

(II) —長期間の時系列データに基づく事例—.

**[134] Mobile PHRs Compliance with Android and iOS Usability Guidelines**

Chiu, C.-C., & Lee, C.-T. (2016). Case study of the development app of infographics design with mobile augmented reality. In *Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE), International Conference on* (pp. 181–184). IEEE.

Degerli, M., Demirbas, E., & Tolon, M. (2015). Mobil İşletim Sistemleri (iOS ve Android) Açısından Kullanıcı Memnuniyetini Etkileyen Faktörler. In *UYMS*.

Fijacko, N., Brzan, P. P., & Stiglic, G. (2015). Mobile applications for type 2 diabetes risk estimation: a systematic review. *Journal of Medical Systems*, 39(10), 124.

Furlong, L. M., Morris, M. E., Erickson, S., & Serry, T. A. (2016). Quality of Mobile Phone and Tablet Mobile Apps for Speech Sound Disorders: Protocol for an Evidence-Based Appraisal. *JMIR Research Protocols*, 5(4).

Hewitt, B., Dolezel, D., & McLeod, A. (2017). Mobile Device Security: Perspectives of Future Healthcare Workers. *Perspectives in Health Information Management*, 1–14.

- Kunene, K. N., Zysk, K., & Diop, M.-F. (2016). Healthcare Consumers' Voluntary Adoption and Non-Adoption of Electronic Personal Health Records. Presented at the Australasian Conference on Information Systems, Wollongong, NSW Australia.
- Kunene, N. (2015). A Study Of Healthcare Consumers' Voluntary Adoption and Non-Adoption of Electronic Personal Health Records in Connecticut. In *Twenty-first Americas Conference on Information Systems*. Puerto Rico.
- Mamlin, B. W., & Tierney, W. M. (2016). The promise of information and communication technology in healthcare: extracting value from the chaos. *The American Journal of the Medical Sciences*, 351(1), 59–68.
- Martínez-Pérez, B., de la Torre-Díez, I., & López-Coronado, M. (2015). Experiences and results of applying tools for assessing the quality of a mHealth App Named Heartkeeper. *Journal of Medical Systems*, 39(11), 142.
- Martínez Pérez, B., López Coronado, Miguel, & Torre Díez, Isabel de la. (2015). *Review and Analysis of mHealth Applications: Development and Evaluation of a Heart Diseases Self-Management App*. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
- Nieto-Gutierrez, W., Aguirre-Tipismana, L., Torres-Mallma, C., Salazar-Rojas, R., & Taype-Rondan, A. (2016). Features of mobile provider education applications for prehospital trauma life support. *Journal of Emergency Medicine, Trauma and Acute Care*, 2016(3), 12.
- Perchat, J. (2015). *Composants multiplateformes pour la prise en compte de l'hétérogénéité des terminaux mobiles*. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis.
- Sahi, A., Lai, D., & Li, Y. (2016). Security and privacy preserving approaches in the eHealth clouds with disaster recovery plan. *Computers in Biology and Medicine*, 78, 1–8.
- Simpao, A. F., Lingappan, A. M., Ahumada, L. M., Rehman, M. A., & Gálvez, J. A. (2015). Perioperative Smartphone Apps and Devices for Patient-Centered Care. *Journal of Medical Systems*, 39(9), 102.
- Velastegui Hinojosa, S. V. (2017). *Revisión sistemática de literatura sobre evaluación de la usabilidad de aplicaciones en dispositivos móviles multiplataforma para establecer el estado del arte de un proyecto de investigación*. (B.S. thesis). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática.

### [135] **Empirical Studies on Usability of mHealth Apps: A Systematic Literature Review**

- Abdulhussein, A. A. (2016). *The design principles of edutainment system for autistic children with communication difficulties*. Universiti Utara Malaysia.
- Albrecht, U.-V., Afshar, K., Illiger, K., Becker, S., Hartz, T., Breil, B., ... von Jan, U. (2017). Expectancy, usage and acceptance by general practitioners and patients: exploratory results from a study in the German outpatient sector. *DIGITAL HEALTH*, 3, 2055207617695135.
- Anglada-Martínez, H., Martín-Conde, M., Rovira-Illamola, M., Sotoca-Momblona, J. M., Sequeira, E., Aragunde, V., ... Codina-Jané, C. (2016). Feasibility and Preliminary Outcomes of a Web and Smartphone-Based Medication Self-Management Platform for Chronically Ill Patients. *Journal of Medical Systems*, 40(4), 1–14.
- Bachiri, M., Idri, A., Fernández-Alemán, J. L., & Toval, A. (2016). Mobile personal health records for pregnancy monitoring functionalities: Analysis and potential. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 134, 121–135.
- Bhoi, S. K., & Khilar, P. M. (2016). VehiHealth: An Emergency Routing Protocol for Vehicular Ad Hoc Network to Support Healthcare System. *Journal of Medical Systems*, 40(3), 65.
- Bhuyan, S. S., Lu, N., Chandak, A., Kim, H., Wyant, D., Bhatt, J., ... Chang, C. F. (2016). Use of mobile health applications for health-seeking behavior among US adults. *Journal of Medical Systems*, 40(6), 1–8.
- Cano, Á. S. (2016). *Virtual mindfulness system designed for patients of a palliative care center*. Universitat Politècnica de València.
- Castaño Labajo, V., & Xiao, J. (2015). *Market Entry, Strategy and Business Development in Mobile Health (mHealth) Industry*. School of Management, Blekinge Institute of

Technology.

Chyjek, K., Farag, S., & Chen, K. T. (2015). Rating pregnancy wheel applications using the APPLICATIONS scoring system. *Obstetrics & Gynecology*, *125*(6), 1478–1483.

Crane, D., Garnett, C., Brown, J., West, R., & Michie, S. (2017). Factors influencing usability of a smartphone app to reduce excessive alcohol consumption: think-aloud and interview studies. *Frontiers in Public Health*, *5*.

García-Jaramillo, M., Delgado, J., & León-Vargas, F. (2015). Mobile application to induce lifestyle modifications in type 2 diabetic patients: prototype based on international guidelines. In *11th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis (SIPAIM 2015)* (p. 96810E–96810E). International Society for Optics and Photonics.

Georgsson, M., & Staggers, N. (2016). An evaluation of patients' experienced usability of a diabetes mHealth system using a multi-method approach. *Journal of Biomedical Informatics*, *59*, 115–129.

Ghazisaeedi, M., Safari, A., Sheikhtaheri, A., & Dalvand, H. (2016). The effect of an android-based application on the knowledge of the caregivers of children with cerebral palsy. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran (MJIRI)*, *30*(1), 1149–1155.

Göken, M. (2016). *Exploring adoption of smart glasses: Applications in medical industry*. İzmir Institute of Technology.

Gruetzemacher, R., Gupta, A., & Wilkerson, G. B. (2016). Sports Injury Prevention Screen (SIPS): Design and Architecture of an Internet of Things (IoT) Based Analytics Health App. In *CONF-IRM 2016 Proceedings* (Vol. 18).

Hales, S. B. (2015). *Refinement and Pilot Testing Social Networks for Encouraging Healthy Behaviors: The Social Pounds Off Digitally (Social POD) Study*. University of South Carolina - Columbia.

Hales, S., Turner-McGrievy, G., Fahim, A., Freix, A., Wilcox, S., Davis, R. E., ... Valafar, H. (2016). A Mixed-Methods Approach to the Development, Refinement, and Pilot Testing of Social Networks for Improving Healthy Behaviors. *JMIR Human Factors*, *3*(1).

Howell, P., Abdelhamid, M., Sharman, R., & Das Smith, S. (2016). Smart Card Adoption in Healthcare: An Experimental Survey Design using Message Framing. In *Thirty Seventh International Conference on Information Systems*. Dublin.

Hussain, A., Mkpjojogu, E., & Hussain, Z. (2015). Usability evaluation of a web-based health awareness portal on Smartphone devices using ISO 9241-11 model. *Jurnal Teknologi*, *77*(4), 1–5.

Jenkins, A., Lindsay, S., Eslambolchilar, P., Thornton, I. M., & Tales, A. (2016). Administering Cognitive Tests Through Touch Screen Tablet Devices: Potential Issues. *Journal of Alzheimer's Disease*, *54*(3), 1169–1182.

Kamana, M. (2016). *Investigating usability issues of mHealth apps for elderly people*. Faculty of Computing at Blekinge Institute of Technology.

Kauppi, K. (2016). *Adherence to Treatment in Psychotic Disorders-Development of user-centered mobile health intervention*. Department of Nursing Science, Annales Universitatis Turkuensis.

Khan, M. N. (2016). *Mobile Viewing and Self-Management of Patient's Electronic Health Records (EHRs) with MyHealthCloud*. Concordia University.

Kopanitsa, G. (2015). Evaluation Study for an ISO 13606 Archetype Based Medical Data Visualization Method. *Journal of Medical Systems*, *39*(8), 82.

Li, W., Han, L. Q., Guo, Y. J., & Sun, J. (2016). Using WeChat official accounts to improve malaria health literacy among Chinese expatriates in Niger: an intervention study. *Malaria Journal*, *15*(1), 567.

Lord, K. L. (2016). *The DECIDE Study: Dementia carers making informed decisions*. UCL (University College London).

Lunde, B., Perry, R., Sridhar, A., & Chen, K. T. (2017). An Evaluation of Contraception Education and Health Promotion Applications for Patients. *Women's Health Issues*, *27*(1), 29–35.

Marcilly, R., Peute, L., & Beuscart-Zephir, M.-C. (2016). From Usability Engineering to Evidence-based Usability in Health IT. *Evidence-Based Health Informatics: Promoting Safety and Efficiency Through Scientific Methods and Ethical Policy*, 222, 126.

Martínez-Pérez, B., de la Torre-Díez, I., & López-Coronado, M. (2015). Experiences and results of applying tools for assessing the quality of a mHealth App Named Heartkeeper.

---

*Journal of Medical Systems*, 39(11), 142.

Martinez, P. R. (2015). *A Qualitative Study on Patient Perceptions Towards mHealth Technology Among High Risk, Chronic Disease Patients*. Harvard Medical School.

McKay, F. H., Cheng, C., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2016). Evaluating mobile phone applications for health behaviour change: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*.

Meiland, F., Innes, A., Mountain, G., Robinson, L., van der Roest, H., García-Casal, J. A., ... others. (2017). Technologies to support community-dwelling persons with dementia: a position paper on issues regarding development, usability, effectiveness and cost-effectiveness, deployment, and ethics. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 4(1), e1.

NASIR, S. (2015). M-HEALTH: USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY TO CURB MATERNAL MORTALITY RATE IN DEVELOPING COUNTRIES. In Proceedings of 21st IRF International Conference. Chennai, India.

Peng, W., Kanthawala, S., Yuan, S., & Hussain, S. A. (2016). A qualitative study of user perceptions of mobile health apps. *BMC Public Health*, 16(1), 1158.

Porsborg, N. W., & Nielsen, A. L. (2015, June 1). *Designing a smartphone application supporting young people living with Rheumatoid Arthritis in consultations with Rheumatologists*. Aalborg Universitet.

Rajan, J. V., Moura, J., Gourley, G., Kiso, K., Sizilio, A., Cortez, A. M., ... Sarkar, U. (2016). Understanding the barriers to successful adoption and use of a mobile health information system in a community health center in São Paulo, Brazil: a cohort study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16(1), 146.

Ranchordas, S., & Kaplan, B. (2016). *MHealth for Alzheimer's Disease: Regulation, Consent, and Privacy Concerns* (SSRN Scholarly Paper No. ID 2765976). Rochester, NY: Social Science Research Network. Retrieved from <https://papers.ssrn.com/abstract=2765976>

Samuel, T., & Pfahl, D. (2016). Problems and solutions in mobile application testing. In *Product-Focused Software Process Improvement: 17th International Conference, PROFES 2016, Trondheim, Norway, November 22-24, 2016, Proceedings 17* (pp. 249–267). Springer.

Seabrook, H. J. (2016). *Informal Learning Using Tablet Computers and Apps: A Multi-Method Study of Older Adults Self-Managing Diabetes*. University of Calgary.

Srinivas, P., Cornet, V., & Holden, R. (2016). Human factors analysis, design, and evaluation of Engage, a consumer health IT application for geriatric heart failure self-care. *International Journal of Human-Computer Interaction*.

Stoll, R. D., Pina, A. A., Gary, K., & Amresh, A. (2017). Usability of a Smartphone Application to Support the Prevention and Early Intervention of Anxiety in Youth. *Cognitive and Behavioral Practice*.

Tamposis, I., Pouliakis, A., Fezoulidis, I., & Karakitsos, P. (2016). Mobile Platforms Supporting Health Professionals: Need, Technical Requirements. *M-Health Innovations for Patient-Centered Care*, 91.

Velastegui Hinojosa, S. V. (2017). *Revisión sistemática de literatura sobre evaluación de la usabilidad de aplicaciones en dispositivos móviles multiplataforma para establecer el estado del arte de un proyecto de investigación*. (B.S. thesis). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Zini, F., Reinstadler, M., & Ricci, F. (2017). Increasing Quality of Life Awareness with Life-Logging. In *eHealth 360°* (pp. 282–293). Springer.

---

## 8.1 OTRAS PUBLICACIONES Y ACTIVIDADES RELACIONADAS

Además de las publicaciones mencionadas anteriormente, las cuales están relacionadas directamente con esta tesis, se presentan en esta sección otras publicaciones algo relacionadas con la misma:

- [281] Cruz Zapata, B., & Fernández-Alemán, J. L. (2013). Security Risks in Cloud Computing: An Analysis of the Main Vulnerabilities. In *Security Engineering for Cloud Computing: Approaches and Tools* (pp. 55–71).
- [282] Cruz Zapata, B., Fernández-Alemán, J., & Toval, A. (2015). Security in cloud computing: A mapping study. *Computer Science and Information Systems*, 12(1), 161–184
- [283] Cruz Zapata, B. (2013). *Android Studio Application Development*. PACKT Books.
- [284] Cruz Zapata, B. (2014). *Testing and Securing Android Studio Applications*. PACKT Books.
- [285] Cruz Zapata, B. (2015). *Android Studio Essentials*. PACKT Books.
- [286] Cruz Zapata, B. (2016). *Android Studio 2 Essentials – Second Edition*. PACKT Books.

Las dos primeras publicaciones son sobre seguridad en la nube, y por tanto, se relacionan con los objetivos iniciales y las cuestiones que más preocupan a los usuarios de aplicaciones de salud. Las 4 publicaciones restantes son libros sobre desarrollo de aplicaciones móviles para Android, siendo además uno de los libros, específico sobre seguridad [284]. Todo el conocimiento sobre desarrollo de aplicaciones móviles ha contribuido al desarrollo de esta tesis. Este conocimiento, plasmado en parte en los libros publicados, es también fruto de la experiencia laboral del doctorando en cuanto al desarrollo de aplicaciones móviles:

*CYUM Tecnologías y Comunicaciones*

Murcia, España.

Desarrollo de una librería para aplicaciones móviles (UMUapp) para autenticación CAS para la Universidad de Murcia. Plataformas: Android, iOS.

*Youpping*

Murcia, España.

Desarrollo de la web y aplicación móvil. Plataformas: web, Android, iOS.

*Swarm Mobile (adquirida por Groupon)*

San Francisco, Estados Unidos.

Desarrollo de las diferentes aplicaciones móviles. Plataformas: Android, iOS.

*Groupon*

San Francisco, Estados Unidos.

Desarrollo tanto de la aplicación para los comercios, como de la aplicación para los consumidores. Plataformas: iOS.

La aplicación para consumidores es la nº 22 en el top de aplicaciones con mayor visitantes únicos en Estados Unidos en 2016 (30'2 millones de visitantes únicos) [287].

## 9 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] L. U. Hernandez Munoz and S. I. Woolley, “A user-centered mobile health device to manage life-threatening anaphylactic allergies and provide support in allergic reactions,” in *9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009*, 2009, pp. 1–4.
- [2] “Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017.” [Online]. Disponible: [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-520862.html](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html). [Accedido: 23-Mar-2017].
- [3] “Cisco® Visual Networking Index (VNI) Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2015 – 2020.” [Online]. Disponible: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>. [Accedido: 29-Ene-2017].
- [4] D. Lobo, K. Kaskaloglu, C. Y. Kim, and S. Herbert, “Web usability guidelines for smartphones : a synergic approach,” *Int. J. Inf. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–37, Jul. 2011.
- [5] Simon Baker, Melissa Chau, Francisco Jeronimo, and Kiranjeet Kaur, “Smartphone OS Market Share, 2016 Q3,” *IDC*. [Online]. Disponible: <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>. [Accedido: 29-Ene-2017].
- [6] S. Adibi, *Mobile Health: A Technology Road Map*. Springer, 2015.
- [7] A. Smith, “Smartphone Ownership – 2013 Update,” 05-Jun-2013. [Online]. Disponible: [http://boletines.prisadigital.com/PIP\\_Smartphone\\_adoption\\_2013.pdf](http://boletines.prisadigital.com/PIP_Smartphone_adoption_2013.pdf). [Accedido: 20-Mar-2017].
- [8] H. Lee, H. Ahn, S. Choi, and W. Choi, “The SAMS: Smartphone Addiction Management System and Verification,” *J. Med. Syst.*, vol. 38, no. 1, pp. 1–10, Ene. 2014.
- [9] The Nielsen Company, “Mobile Majority: U.S. Smartphone ownership tops 60%,” 06-Jun-2013. [Online]. Disponible: <http://www.nielsen.com/us/en/newswire/2013/mobile-majority--u-s--smartphone-ownership-tops-60-.html>. [Accedido: 23-Mar-2017].
- [10] John Heggstuen, “One In Every 5 People In The World Own A Smartphone, One In Every 17 Own A Tablet,” *Business Insider*, 15-Dic-2013. [Online]. Disponible: <http://www.businessinsider.com/smartphone-and-tablet-penetration-2013-10>. [Accedido: 20-Mar-2017].
- [11] K. Zickuhr, “Tablet Ownership – 2013,” *PewResearchCenter*, 10-Jun-2013. [Online]. Disponible: <http://www.pewinternet.org/files/old->

media/Files/Reports/2013/PIP\_Tablet%20ownership%202013.pdf. [Accedido: 20-Mar-2017].

[12] B. Liu, J. Lin, and N. Sadeh, "Reconciling Mobile App Privacy and Usability on Smartphones: Could User Privacy Profiles Help?," in *Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web*, Republic and Canton of Geneva, Switzerland, 2014, pp. 201–212.

[13] L. H. Iwaya *et al.*, "Mobile health in emerging countries: A survey of research initiatives in Brazil," *Int. J. Med. Inf.*, vol. 82, no. 5, pp. 283–298, May 2013.

[14] Z. Deng, X. Mo, and S. Liu, "Comparison of the middle-aged and older users' adoption of mobile health services in China," *Int. J. Med. Inf.*, vol. 83, no. 3, pp. 210–224, Mar. 2014.

[15] H. Oh, C. Rizo, M. Enkin, and A. Jadad, "What is eHealth (3): a systematic review of published definitions," *J. Med. Internet Res.*, vol. 7, no. 1, p. e1, 2005.

[16] World Health Organization, "mHealth: New horizons for health through mobile technologies," Jun. 2011.

[17] "mHealth App Market Sizing 2015 - 2020," research2guidance, Nov. 2015.

[18] "mHealth App Developer Economics 2016," research2guidance, Oct. 2016.

[19] Statista, "App stores: number of apps in leading app stores 2016," *Statista. The Statistics Portal*. [Online]. Disponible: <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>. [Accedido: 20-Feb-2017].

[20] R.-G. Jahns and P. Houck, "Mobile Health Market Report 2013-2017," 2013. [Online]. Disponible: <http://www.research2guidance.com/shop/index.php/mobile-health-trends-and-figures-2013-2017>. [Accedido: 23-Nov-2013].

[21] "mHealth Developer Economics 2015," research2guidance, Nov. 2015.

[22] Scott Rupp, "mHealth App Market Set to Reach \$31B by 2020," *NueMD*, 19-Nov-2015. [Online]. Disponible: <http://www.nuemd.com/news/2015/11/19/mhealth-app-market-set-reach-31b-2020>. [Accedido: 29-Ene-2017].

[23] Satish Misra, "More than 165,000 mobile health apps now available," *iMedicalApps*, 17-Sep-2015. [Online]. Disponible: <http://www.imedicalapps.com/2015/09/ims-health-apps-report/>. [Accedido: 29-Ene-2017].

[24] R. J. Barendse, T. B. van Dam, and S. P. Nelwan, "Portable platform independent patient monitoring," in *Computing in Cardiology Conference (CinC)*, 2013, pp. 983–986.

- [25] B. Martinez-Perez, I. de la Torre-Diez, and M. Lopez-Coronado, "Mobile Health Applications for the Most Prevalent Conditions by the World Health Organization: Review and Analysis," *J. Med. Internet Res.*, vol. 15, no. 6, p. e120, Jun. 2013.
- [26] S. A. Onashoga, A. S. Sodiya, T. O. Omilani, and H. O. Ajisegiri, "A Mobile Phone-Based Antenatal Care Support System," in *Proceedings of the 2011 21st International Conference on Systems Engineering*, Washington, DC, USA, 2011, pp. 410–415.
- [27] A. C. de Barros, J. Cevada, À. Bayés, S. Alcaine, and B. Mestre, "User-centred Design of a Mobile Self-management Solution for Parkinson's Disease," in *Proceedings of the 12th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, New York, NY, USA, 2013, pp. 23:1–23:10.
- [28] T. H. Van De Belt, L. J. Engelen, S. A. Berben, and L. Schoonhoven, "Definition of Health 2.0 and Medicine 2.0: A Systematic Review," *J. Med. Internet Res.*, vol. 12, no. 2, Jun. 2010.
- [29] G. Eysenbach and C. Köhler, "Health-related searches on the Internet," *JAMA J. Am. Med. Assoc.*, vol. 291, no. 24, p. 2946, Jun. 2004.
- [30] H. Kharrazi, R. Chisholm, D. VanNasdale, and B. Thompson, "Mobile personal health records: An evaluation of features and functionality," *Int. J. Med. Inf.*, vol. 81, no. 9, pp. 579–593, Sep. 2012.
- [31] N. Huba and Y. Zhang, "Designing patient-centered personal health records (PHRs): health care professionals' perspective on patient-generated data," *J. Med. Syst.*, vol. 36, no. 6, pp. 3893–3905, Dic. 2012.
- [32] J. L. Fernández Alemán, I. Hernández, and A. B. Sánchez García, "Opinion survey on the use of personal health records in the Region of Murcia (Spain)," *Gac. Sanit. SESPAS*, vol. 27, no. 5, pp. 454–458, Oct. 2013.
- [33] D. Kaelber and E. C. Pan, "The Value of Personal Health Record (PHR) Systems," *AMIA. Annu. Symp. Proc.*, vol. 2008, pp. 343–347, 2008.
- [34] I. Carrion, J. Fernandez Aleman, and A. Toval, "Personal Health Records: New Means to Safely Handle our Health Data?," *Computer*, vol. 45, no. 11, pp. 77–33, 2012.
- [35] D. C. Kaelber, A. K. Jha, D. Johnston, B. Middleton, and D. W. Bates, "A Research Agenda for Personal Health Records (PHRs)," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 15, no. 6, pp. 729–736, Nov. 2008.
- [36] Johnson, F, "Personal health record," *Med. J. Aust.*, vol. 148, no. 10, p. 544, 1988.
- [37] International Organization for Standardization, "ISO/TR 20514, Health Informatics – Electronic Health Record – Definition, Scope, and Context." Oct-2005.

- [38] D. B. Lafky and T. A. Horan, "Prospective Personal Health Record Use Among Different User Groups: Results of a Multi-wave Study," in *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2008, pp. 233–233.
- [39] N. Archer, U. Fevrier-Thomas, C. Lokker, K. A. McKibbin, and S. E. Straus, "Personal health records: a scoping review," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 18, no. 4, pp. 515–522, Ago. 2011.
- [40] F. L. Maloney and A. Wright, "USB-based Personal Health Records: an analysis of features and functionality," *Int. J. Med. Inf.*, vol. 79, no. 2, pp. 97–111, Feb. 2010.
- [41] L. Venta, M. Isomursu, A. Ahtinen, and S. Ramiah, "'My Phone is a Part of My Soul' - How People Bond with Their Mobile Phones," in *Proceedings of the Second International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, 2008. UBICOMM '08*, 2008, pp. 311–317.
- [42] Fogg, BJ, "The future of persuasion is mobile," in *Mobile persuasion: 20 perspectives on the future of behavior change*, Fogg, BJ and Eckles, D, Eds. Stanford, CA: Stanford Captology Media, 2007, pp. 5–11.
- [43] J. L. Fernández-Alemán, C. L. Seva-Llor, A. Toval, S. Ouhbi, and L. Fernández-Luque, "Free Web-based Personal Health Records: An Analysis of Functionality," *J. Med. Syst.*, vol. 37, no. 6, pp. 1–16, Dic. 2013.
- [44] L. S. Liu, P. C. Shih, and G. R. Hayes, "Barriers to the Adoption and Use of Personal Health Record Systems," in *Proceedings of the 2011 iConference*, New York, NY, USA, 2011, pp. 363–370.
- [45] L. Kumar, B. K. Sharanie, and D. Jaspaljeet Singh, "Barriers to Adoption of Consumer Health Informatics Applications for Health Self Management," *Health Sci. J.*, vol. 9, no. 5, Nov. 2015.
- [46] C. Zhang, X. Zhang, and R. Halstead-Nussloch, "Assessment Metrics, Challenges, and Strategies for Mobile Health Apps," *Issues Inf. Syst.*, p. 59, Ene. 2014.
- [47] M. Bradway, E. Årsand, and A. Grøttland, "Mobile Health: empowering patients and driving change," *Trends Endocrinol. Metab.*, vol. 26, no. 3, pp. 114–117, Mar. 2015.
- [48] Markle Foundation, "Connecting For Health: The Personal Health Working Group Final Report," Markle Foundation, New York, NY, Jul. 2003.
- [49] S. Haas, S. Wohlgemuth, I. Echizen, N. Sonehara, and G. Müller, "Aspects of privacy for electronic health records," *Int. J. Med. Inf.*, vol. 80, no. 2, pp. e26–e31, Feb. 2011.
- [50] J. L. Fernández-Alemán, I. C. Señor, P. Á. O. Lozoya, and A. Toval, "Security and privacy in electronic health records: a systematic literature review," *J. Biomed.*

---

*Inform.*, vol. 46, no. 3, pp. 541–562, Jun. 2013.

[51] J. Viitanen, H. Hyppönen, T. Lääveri, J. Vänskä, J. Reponen, and I. Winblad, “National questionnaire study on clinical ICT systems proofs: physicians suffer from poor usability,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 80, no. 10, pp. 708–725, Oct. 2011.

[52] L. A. Whitlock and A. C. McLaughlin, “Identifying Usability Problems of Blood Glucose Tracking Apps for Older Adult Users,” *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.*, vol. 56, no. 1, pp. 115–119, Sep. 2012.

[53] W. Brown 3rd, P.-Y. Yen, M. Rojas, and R. Schnall, “Assessment of the Health IT Usability Evaluation Model (Health-ITUEM) for evaluating mobile health (mHealth) technology,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 46, no. 6, pp. 1080–1087, Ago. 2013.

[54] C. K. Coursaris and D. J. Kim, “A Meta-Analytical Review of Empirical Mobile Usability Studies,” *J Usability Stud.*, vol. 6, no. 3, pp. 11:117–11:171, May 2011.

[55] International Organization for Standardization, “ISO 9241-11:1998 Guidance on usability.” Mar-1998.

[56] International Organization for Standardization, “ISO/IEC 9126-1 Quality model.” Jun-2001.

[57] International Organization for Standardization, “ISO/IEC 25010:2011 System and software quality models.” Mar-2011.

[58] A. Abran, A. Khelifi, W. Suryn, and A. Seffah, “Consolidating the ISO Usability Models,” in *Proceedings of the 11th International Software Quality Management Conference and the 8th Annual INSPIRE Conference*, 2003.

[59] A. Dix, J. E. Finlay, G. D. Abowd, and R. Beale, *Human-Computer Interaction (3rd Edition)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 2003.

[60] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993.

[61] E. Insfran and A. Fernandez, “A Systematic Review of Usability Evaluation in Web Development,” in *Web Information Systems Engineering – WISE 2008 Workshops*, S. Hartmann, X. Zhou, and M. Kirchberg, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 81–91.

[62] International Organization for Standardization, “ISO 9241-210, International Standard: Ergonomics of Human–System Interaction – Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems.” Mar-2010.

[63] M. Hassenzahl, “User Experience (UX): Towards an Experiential Perspective on Product Quality,” in *Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone D’Interaction Homme-Machine*, New York, NY, USA, 2008, pp. 11–15.

- [64] A. Seffah, M. Donyaee, R. B. Kline, and H. K. Padda, "Usability measurement and metrics: A consolidated model," *Softw. Qual. J.*, vol. 14, no. 2, pp. 159–178, Jun. 2006.
- [65] M. Fisch, "Mobile-friendly sites turn visitors into customers," *Google Mobile Ads*, 25-Sep-2012. [Online]. Disponible: <http://googlemobileads.blogspot.ca/2012/09/mobile-friendly-sites-turn-visitors.html>. [Accedido: 23-Mar-2017].
- [66] W3C, "Mobile Web Application Best Practices," 14-Dic-2010. [Online]. Disponible: <http://www.w3.org/TR/mwabp/>. [Accedido: 22-Feb-2014].
- [67] E. G. Nilsson, "Design patterns for user interface for mobile applications.," *Adv. Eng. Softw.*, vol. 40, no. 12, pp. 1318–1328, 2009.
- [68] Compuware, "Mobile Apps: What Consumers Really Need and Want. A Global Study of Consumers' Expectations and Experiences of Mobile Applications.," 2013. [Online]. Disponible: [http://offers2.compuware.com/rs/compuware/images/Mobile\\_App\\_Survey\\_Report.pdf](http://offers2.compuware.com/rs/compuware/images/Mobile_App_Survey_Report.pdf). [Accedido: 23-Mar-2017].
- [69] A. Toval, J. Nicolás, B. Moros, and F. Garcia, "Requirements Reuse for Improving Information Systems Security: A Practitioner's Approach," *Requir Eng*, vol. 6, no. 4, pp. 205–219, 2002.
- [70] A. Toval, B. Moros, J. N. s, and J. Lasheras, "Eight key issues for an effective reuse-based requirements process," *Comput Syst Sci Eng*, vol. 23, 2008.
- [71] A. Toval, A. Olmos, and M. Piattini, "Legal requirements reuse: a critical success factor for requirements quality and personal data protection," in *Proceedings IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering*, 2002, pp. 95–103.
- [72] Agencia Española de Protección de Datos, *Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal*. 1999.
- [73] T. P. Anjos, M. Matias, and L. A. Gontijo, "The usability of a product can be an ally of sustainability," *Work*, vol. 41, no. Supplement 1, pp. 2117–2121, Ene. 2012.
- [74] Francisco Ruiz, Macario Polo, and Mario Piattini, "Utilización de Investigación-Acción en la Definición de un Entorno para la Gestión del Proceso de Mantenimiento del Software," in *1er Workshop en Métodos de Investigación y Fundamentos Filosóficos en Ingeniería del Software y Sistemas de Información*, 2002.
- [75] R. L. Baskerville and A. T. Wood-Harper, "A critical perspective on action research as a method for information systems research," *J. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 235–246, Ene. 1996.
- [76] David E. Avison, Francis Lau, Michael David Myers, and Peter Axel Nielsen,

- “Action Research,” in *Communications of the ACM*, 1999, vol. 1, pp. 94–97.
- [77] B. Kitchenham, *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Department of Computer Science, Keele University, 2004.
- [78] P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, and M. Khalil, “Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain,” *J. Syst. Softw.*, vol. 80, no. 4, pp. 571–583, Abr. 2007.
- [79] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, “Revisión Sistemática de Mejora de Procesos Software en Micro, Pequeñas y Medianas Empresas,” *Rev. Esp. Innov. Calid. E Ing. Softw.*, vol. 2, no. 001, pp. 6–23, 2006.
- [80] P. Stone, “Popping the (PICO) question in research and evidence-based practice,” *Appl. Nurs. Res.*, vol. 15, no. 3, pp. 197–8, 2002.
- [81] B. Kitchenham and P. Brereton, “A Systematic Review of Systematic Review Process Research in Software Engineering,” *Inf Softw Technol*, vol. 55, no. 12, pp. 2049–2075, Dic. 2013.
- [82] F. Paetsch, A. Eberlein, and F. Maurer, “Requirements Engineering and Agile Software Development,” in *Proceedings of the Twelfth International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, Washington, DC, USA, 2003, p. 308.
- [83] I. Sommerville and P. Sawyer, *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*, 1st ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [84] Y. Chernak, “Requirements Reuse: The State of the Practice,” in *2012 IEEE International Conference on Software Science, Technology and Engineering*, 2012, pp. 46–53.
- [85] A. Van Lamsweerde, “Goal-oriented requirements engineering: A guided tour,” in *Requirements Engineering, 2001. Proceedings. Fifth IEEE International Symposium on*, 2001, pp. 249–262.
- [86] I. Sommerville, *Software Engineering*. Pearson, 2011.
- [87] E. S. Yu, “Towards modelling and reasoning support for early-phase requirements engineering,” in *Requirements Engineering, 1997., Proceedings of the Third IEEE International Symposium on*, 1997, pp. 226–235.
- [88] “IEEE 830-1998 Recommended Practice for Software Requirements Specifications,” *IEEE Std 830-1998*, pp. 1–40, Oct. 1998.
- [89] Zill-e-Subhan and Ali Tariq Bhatti, “Integrated Analysis of Traditional Requirements Engineering Process with Agile Manifesto: A Traditional Solution to Agile Problems,” *Int. J. Innov. Sci. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 5, May 2015.

- [90] *Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right*, 3 edition. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley Professional, 2012.
- [91] F. Armour and G. Miller, *Advanced Use Case Modeling: Software Systems*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2001.
- [92] K. Beck, *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2000.
- [93] K. Schwaber and M. Beedle, *Agile Software Development with Scrum*, 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 2001.
- [94] S. W. Ambler, *Agile Modeling: Effective Practices for Extreme Programming and the Unified Process*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [95] J. Stapleton, *DSDM, Dynamic Systems Development Method: The Method in Practice*. Addison-Wesley, 1997.
- [96] International Organization for Standardization, “ISO/IEC/IEEE 29148 Systems and software engineering - Life cycle processes - Requirements engineering,” 2011.
- [97] “IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications,” *IEEE Std 1233 1998 Ed.*, pp. 1–36, Dic. 1998.
- [98] G. Kotonya and I. Sommerville, *Requirements Engineering: Processes and Techniques*, 1st ed. Wiley Publishing, 1998.
- [99] Miguel Ángel Martínez Aguilar, “AUDIT-PDP: Un Método de Auditoría de Datos Personales basado en Ingeniería de Requisitos,” Universidad de Murcia, 2012.
- [100] S. Ouhbi, J. L. Fernández-Alemán, J. M. Carrillo-de-Gea, A. Toval, and A. Idri, “E-health internationalization requirements for audit purposes,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 144, pp. 49–60, Jun. 2017.
- [101] B. Cruz Zapata, A. Hernández Niñirola, J. L. Fernández-Alemán, and A. Toval, “Seguridad y Privacidad en Carpetas Personales de Salud para Android e iOS,” *RISTI - Rev. Ibérica Sist. E Tecnol. Informaçao*, pp. 35 – 50, 2014.
- [102] B. C. Zapata, A. Hernandez Ninirola, J. L. Fernandez-Aleman, and A. Toval, “Assessing the privacy policies in mobile personal health records,” presented at the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE, 2014, pp. 4956–4959.
- [103] P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, and M. Khalil, “Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process Within the Software Engineering Domain,” *J Syst Softw*, vol. 80, no. 4, pp. 571–583, Abr. 2007.
- [104] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, and D. G. Altman, “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement,” *Ann. Intern.*

---

*Med.*, vol. 151, no. 4, pp. 264–269, Ago. 2009.

[105] T. Aungst, “Apple app store still leads Android in total number of medical apps,” *iMedicalApps*, 12-Jul-2013. [Online]. Disponible: <http://www.imedicalapps.com/2013/07/apple-android-medical-app/>. [Accedido: 17-Oct-2013].

[106] N. d’ Heureuse, F. Huici, M. Arumaithurai, M. Ahmed, K. Papagiannaki, and S. Niccolini, “What’s App?: A Wide-scale Measurement Study of Smart Phone Markets,” *SIGMOBILE Mob Comput Commun Rev*, vol. 16, no. 2, pp. 16–27, Nov. 2012.

[107] T. Petsas, A. Papadogiannakis, M. Polychronakis, E. P. Markatos, and T. Karagiannis, “Rise of the Planet of the Apps: A Systematic Study of the Mobile App Ecosystem,” in *Proceedings of the 2013 Conference on Internet Measurement Conference*, New York, NY, USA, 2013, pp. 277–290.

[108] Harris Interactive, “How Consumers Interact with Mobile App Advertising,” 2010.

[109] A. J. Khan, V. Subbaraju, A. Misra, and S. Seshan, “Mitigating the True Cost of Advertisement-supported ‘Free’ Mobile Applications,” in *Proceedings of the Twelfth Workshop on Mobile Computing Systems Applications*, New York, NY, USA, 2012, pp. 1:1–1:6.

[110] Anne-Marie Thiollet and Jean-Laurent Poitou, “Mobile enterprise applications transforming business,” Orange Business Services, 2010.

[111] K.-W. Wu, S. Y. Huang, D. C. Yen, and I. Popova, “The effect of online privacy policy on consumer privacy concern and trust,” *Comput. Hum. Behav.*, vol. 28, no. 3, pp. 889–897, May 2012.

[112] J. R. Landis and G. G. Koch, “The measurement of observer agreement for categorical data,” *Biometrics*, vol. 33, no. 1, pp. 159–174, Mar. 1977.

[113] “Health Information Privacy,” *HHS.gov*. [Online]. Disponible: <http://www.hhs.gov/ocr/privacy/>. [Accedido: 24-Mar-2017].

[114] “Microsoft HealthVault,” *Microsoft HealthVault*. [Online]. Disponible: <http://www.healthvault.com>. [Accedido: 24-Mar-2017].

[115] “MyActiveHealth,” *MyActiveHealth*. [Online]. Disponible: <http://www.myactivehealth.com>. [Accedido: 24-Mar-2017].

[116] Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea, *Directiva 95/46/CE de 1995, relativa a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos*. 1995.

[117] Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea, *Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección*

*de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos) (Texto pertinente a efectos del EEE).* 2016.

[118] International Organization for Standardization, “ISO/IEC 27000:2016 - Information technology -- Security techniques -- Information security management systems -- Overview and vocabulary.” Feb-2016.

[119] International Organization for Standardization, “ISO 27799:2016 - Health informatics -- Information security management in health using ISO/IEC 27002.” Jul-2016.

[120] European Parliament, Council of the European Union, *Directive 2002/58/EC of the European Parliament and of the Council of 12 July 2002 concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector (Directive on privacy and electronic communications).* 2002.

[121] I. Carrión Señor, J. L. Fernández-Alemán, and A. Toval, “Are Personal Health Records Safe? A Review of Free Web-Accessible Personal Health Record Privacy Policies,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 14, no. 4, p. e114, Ago. 2012.

[122] A. Kobsa, “The Adaptive Web,” P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007, pp. 628–670.

[123] S. Palmer, *Web Application Vulnerabilities: Detect, Exploit, Prevent.* Syngress Publishing, 2007.

[124] H. van der Linden, D. Kalra, A. Hasman, and J. Talmon, “Inter-organizational future proof EHR systems: A review of the security and privacy related issues,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 78, no. 3, pp. 141–160, Mar. 2009.

[125] E. R. Weitzman, L. Kaci, and K. D. Mandl, “Sharing Medical Data for Health Research: The Early Personal Health Record Experience,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 12, no. 2, p. e14, May 2010.

[126] US Department of Health and Human Services, Office for Civil Rights, “Personal Health Records and the HIPAA Privacy Rule,” Dic. 2008.

[127] International Organization for Standardization, “ISO/TS 13606-4:2009: Health informatics -- Electronic Health Record Communication -- Part 4: Security,” 2011.

[128] F. Al-Nayadi and J. H. Abawajy, “An Authentication Framework for e-Health Systems,” in *2007 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology*, 2007, pp. 616–620.

[129] P. Rodrigues and H. Santos, “Health users’ perception of biometric authentication technologies,” in *Proceedings of the IEEE 26th International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2013, pp. 320–325.

- [130] A. E. F. Zuniga, K. T. Win, and W. Susilo, “Biometrics for Electronic Health Records,” *J. Med. Syst.*, vol. 34, no. 5, pp. 975–983, Oct. 2010.
- [131] M. Li, S. Yu, K. Ren, and W. Lou, “Securing Personal Health Records in Cloud Computing: Patient-Centric and Fine-Grained Data Access Control in Multi-owner Settings,” in *Security and Privacy in Communication Networks*, S. Jajodia and J. Zhou, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2010, pp. 89–106.
- [132] Cliff Saran, “Apple users at risk of SSL man-in-the-middle attacks,” 24-Mar-2017. [Online]. Disponible: <http://www.computerweekly.com/news/2240214897/Apple-users-at-risk-of-SSL-man-in-the-middle-attack>. [Accedido: 04-Jul-2014].
- [133] Rosnita Baharuddin, Dalbir Singh, and Rozilawati Razali, “Usability dimensions for mobile applications—A review,” *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 2225–2231, Feb. 2013.
- [134] B. C. Zapata, A. H. Niñirola, A. Idri, J. L. Fernández-Alemán, and A. Toval, “Mobile PHRs Compliance with Android and iOS Usability Guidelines,” *J. Med. Syst.*, vol. 38, no. 8, pp. 1–16, Ago. 2014.
- [135] B. C. Zapata, J. L. Fernández-Alemán, A. Idri, and A. Toval, “Empirical Studies on Usability of mHealth Apps: A Systematic Literature Review,” *J. Med. Syst.*, vol. 39, no. 2, pp. 1–19, Ene. 2015.
- [136] A. Fernandez, E. Insfran, and S. Abrahão, “Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 53, no. 8, pp. 789–817, Ago. 2011.
- [137] M. F. Walji *et al.*, “Are three methods better than one? A comparative assessment of usability evaluation methods in an EHR,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 83, no. 5, pp. 361–367, May 2014.
- [138] Bassfar Zaid, Bajaba Wafaa, and Rozinah Jamaludin, “A Comparative Study of Usability Methods for Mobile Applications,” *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 3, no. 8, pp. 184–187, Ago. 2012.
- [139] M. Arnhold, M. Quade, and W. Kirch, “Mobile Applications for Diabetics: A Systematic Review and Expert-Based Usability Evaluation Considering the Special Requirements of Diabetes Patients Age 50 Years or Older,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 16, no. 4, p. e104, Abr. 2014.
- [140] M. W. M. Jaspers, “A comparison of usability methods for testing interactive health technologies: Methodological aspects and empirical evidence,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 78, no. 5, pp. 340–353, May 2009.
- [141] T. Neil, *Mobile Design Pattern Gallery: UI Patterns for Mobile Applications*. O’Reilly Media, Inc., 2012.

- [142] Android Developers Reference, “Android Design Guidelines.” [Online]. Disponible: <http://developer.android.com/design/index.html>. [Accedido: 24-Mar-2017].
- [143] iOS Developer Library, “iOS Human Interface Guidelines.” [Online]. Disponible: <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/userexperience/conceptual/mobil ehig/>. [Accedido: 24-Mar-2017].
- [144] J. Zeldman and E. Marcotte, *Designing with Web Standards*. New Riders, 2009.
- [145] Google Forms, “Survey: Mobile Usability Study.” [Online]. Disponible: <https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?fromEmail=true&formkey=dHV4Ykt4ekVWZ0JLZFRwYmh3alVEcHc6MA>. [Accedido: 24-Mar-2017].
- [146] Jakob Nielsen, “How Many Test Users in a Usability Study?,” 06-Abr-2012. [Online]. Disponible: <http://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>. [Accedido: 24-Mar-2017].
- [147] J. Dougherty, R. Kohavi, and M. Sahami, “Supervised and Unsupervised Discretization of Continuous Features,” in *Proceedings of the twelfth international conference on machine learning*, 1995, pp. 194–202.
- [148] W. Lober *et al.*, “Barriers to the use of a Personal Health Record by an Elderly Population,” *Proc. AMIA Annu. Symp.*, vol. 2006, pp. 514–518, 2006.
- [149] G. Retscher and T. Hecht, “Investigation of location capabilities of four different smartphones for LBS navigation applications,” in *Proceedings of the International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*, 2012, pp. 1–6.
- [150] F. G. Conrad, M. P. Couper, R. Tourangeau, and A. Peytchev, “The impact of progress indicators on task completion,” *Interact. Comput.*, vol. 22, no. 5, pp. 417–427, Sep. 2010.
- [151] J. Meyer, Y. Bitan, and D. Shinar, “Displaying a boundary in graphic and symbolic ‘wait’ displays: Duration estimates and users’ preferences,” *Int. J. Hum.-Comput. Interact.*, vol. 7, no. 3, pp. 273–290, 1995.
- [152] Gartner, “Gartner Says Annual Smartphone Sales Surpassed Sales of Feature Phones for the First Time in 2013.” [Online]. Disponible: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2665715>. [Accedido: 24-Mar-2017].
- [153] S. Ouhbi, A. Idri, J. L. Fernández-Alemán, and A. Toval, “Requirements engineering education: a systematic mapping study,” *Requir. Eng.*, pp. 1–20, Nov. 2013.
- [154] Computing Research and Education Association of Australasia, “CORE Rankings Portal.” [Online]. Disponible: <http://www.core.edu.au/conference-portal>. [Accedido: 24-Abr-2017].

- [155] “Journal Citation Reports.” [Online]. Disponible: <http://thomsonreuters.com/journal-citation-reports/>.
- [156] K. W. Bowyer, “Mentoring Advice on ‘Conferences Versus Journals ’ for CSE Faculty.” 05-Oct-2012.
- [157] C. Reynoldson *et al.*, “Assessing the Quality and Usability of Smartphone Apps for Pain Self-Management,” *Pain Med.*, vol. 15, no. 6, pp. 898–909, Jun. 2014.
- [158] F. Fritz, S. Balhorn, M. Riek, B. Breil, and M. Dugas, “Qualitative and quantitative evaluation of EHR-integrated mobile patient questionnaires regarding usability and cost-efficiency,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 81, no. 5, pp. 303–313, May 2012.
- [159] S. Lawson *et al.*, “Validating a Mobile Phone Application for the Everyday, Unobtrusive, Objective Measurement of Sleep,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2013, pp. 2497–2506.
- [160] A. Holzinger, P. Kosec, G. Schwantzer, M. Debevc, R. Hofmann-Wellenhof, and J. Frühauf, “Design and development of a mobile computer application to reengineer workflows in the hospital and the methodology to evaluate its effectiveness,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 44, no. 6, pp. 968–977, Dic. 2011.
- [161] E. Zargarán *et al.*, “The Electronic Trauma Health Record: Design and Usability of a Novel Tablet-Based Tool for Trauma Care and Injury Surveillance in Low Resource Settings,” *J. Am. Coll. Surg.*, vol. 218, no. 1, pp. 41–50, Ene. 2014.
- [162] Y. Hwang *et al.*, “Developing a Voice User Interface with Improved Usability for People with Dysarthria,” in *Proceedings of the 13th International Conference on Computers Helping People with Special Needs - Volume Part II*, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 117–124.
- [163] A. C. de Barros, R. Leitão, and J. Ribeiro, “Design and Evaluation of a Mobile User Interface for Older Adults: Navigation, Interaction and Visual Design Recommendations,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 27, pp. 369–378, 2014.
- [164] L. Kascak, C. B. Rébola, R. Braunstein, and J. Sanford, “Mobile Application Concept Development for Remote Patient Monitoring,” in *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Healthcare Informatics*, Washington, DC, USA, 2013, pp. 545–550.
- [165] R. Costa, L. Marcelino, and C. Silva, “Profile-based system for nutritional information management,” in *2013 IEEE 15th International Conference on e-Health Networking, Applications Services (Healthcom)*, 2013, pp. 638–642.
- [166] N. Hosono *et al.*, “The Urgent Communication System for Deaf and Language Dysfunction People,” in *Proceedings of the 15th International Conference on Human Interface and the Management of Information: Information and Interaction for Health*,

*Safety, Mobility and Complex Environments - Volume Part II*, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 269–274.

[167] S. Khan, M. N. Tahir, and A. Raza, “Usability issues for smartphone users with special needs - Autism,” in *2013 International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST)*, 2013, pp. 107–113.

[168] R. F. Navarro and J. Favela, “Usability Assessment of a Pervasive System to Assist Caregivers in Dealing with Repetitive Behaviors of Patients with Dementia,” in *Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, New York, NY, USA, 2011, pp. 28:1–28:8.

[169] D. U. Khan, S. Ananthanarayan, A. T. Le, C. L. Schaeffbauer, and K. A. Siek, “Designing mobile snack application for low socioeconomic status families,” in *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2012, pp. 57–64.

[170] H.-H. Tang, C.-M. Jheng, M.-E. Chien, N.-M. Lin, and M. Y. Chen, “iCAN: A tablet-based pedagogical system for improving the user experience of children with autism in the learning process,” in *2013 International Conference on Orange Technologies (ICOT)*, 2013, pp. 177–180.

[171] M. Ferati, S. Mannheimer, and D. Bolchini, “Usability Evaluation of Acoustic Interfaces for the Blind,” in *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Design of Communication*, New York, NY, USA, 2011, pp. 9–16.

[172] F. Strisland *et al.*, “ESUMS: A mobile system for continuous home monitoring of rehabilitation patients,” in *2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2013, pp. 4670–4673.

[173] C. Yamagata, M. Kowtko, J. F. Coppola, and S. Joyce, “Mobile app development and usability research to help dementia and Alzheimer patients,” in *Systems, Applications and Technology Conference (LISAT), 2013 IEEE Long Island*, 2013, pp. 1–6.

[174] M. Kukec, S. Ljubic, and V. Glavinic, “Need for Usability and Wish for Mobility: Case Study of Client End Applications for Primary Healthcare Providers in Croatia,” in *Proceedings of the 7th Conference on Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society: Information Quality in e-Health*, Berlin, Heidelberg, 2011, pp. 171–190.

[175] B. Xiao, M. Z. Asghar, T. Jamsa, and P. Pulii, “‘Canderoid’: A mobile system to remotely monitor travelling status of the elderly with dementia,” in *2013 International Joint Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA)*, 2013, pp. 648–654.

[176] V. Gay, P. Leijdekkers, and E. Barin, “Feasibility trial of a novel mobile cardiac

rehabilitation application,” in *2010 12th IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services (Healthcom)*, 2010, pp. 86–92.

[177] J. Brooke, “SUS: A quick and dirty usability scale,” in *Usability evaluation in industry*, P. Jordan, B. Weerdmeester, A. Thomas, and I. Mclelland, Eds. Taylor and Francis, 1996.

[178] F. Knip *et al.*, “A Field Study on the Usability of a Nearby Search App for Finding and Exploring Places and Events,” in *Proceedings of the 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, Melbourne, Victoria, Australia, 2014, pp. 123–132.

[179] J. Xu, X. Ding, K. Huang, and G. Chen, “A Pilot Study of an Inspection Framework for Automated Usability Guideline Reviews of Mobile Health Applications,” in *Proceedings of the Wireless Health 2014 on National Institutes of Health*, Bethesda, MD, USA, 2014, pp. 7:1–7:8.

[180] K. Montague, V. L. Hanson, and A. Cobley, “Designing for Individuals: Usable Touch-screen Interaction Through Shared User Models,” in *Proceedings of the 14th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, New York, NY, USA, 2012, pp. 151–158.

[181] I. Medhi, S. Patnaik, E. Brunskill, S. N. N. Gautama, W. Thies, and K. Toyama, “Designing Mobile Interfaces for Novice and Low-literacy Users,” *ACM Trans Comput-Hum Interact*, vol. 18, no. 1, pp. 2:1–2:28, May 2011.

[182] L. Anthony, Q. Brown, J. Nias, and B. Tate, “Examining the Need for Visual Feedback During Gesture Interaction on Mobile Touchscreen Devices for Kids,” in *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, New York, NY, USA, 2013, pp. 157–164.

[183] R. Mendoza-González, F. J. Á. Rodríguez, J. M. Arteaga, and A. Mendoza-González, “Guidelines for Designing Graphical User Interfaces of Mobile e-Health Communities,” in *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, Elche, Spain, 2012, pp. 3:1–3:4.

[184] R. Inostroza and C. Rusu, “Mapping Usability Heuristics and Design Principles for Touchscreen-based Mobile Devices,” in *Proceedings of the 7th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*, Valparaiso, Chile, 2014, pp. 27:1–27:4.

[185] B. M. Chaudry, K. H. Connelly, K. A. Siek, and J. L. Welch, “Mobile Interface Design for Low-literacy Populations,” in *Proceedings of the 2Nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*, Miami, Florida, USA, 2012, pp. 91–100.

[186] P. A. Silva, P. Jordan, and K. Holden, “Something Old, Something New, Something Borrowed: Gathering Experts’ Feedback While Performing Heuristic

Evaluation with a List of Heuristics Targeted at Older Adults,” in *Proceedings of the 2014 Workshops on Advances in Computer Entertainment Conference*, Funchal, Portugal, 2014, pp. 19:1–19:8.

[187] R. Inostroza, C. Rusu, S. Roncagliolo, and V. Rusu, “Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices: Update,” in *Proceedings of the 2013 Chilean Conference on Human - Computer Interaction*, Temuco, Chile, 2013, pp. 24–29.

[188] A. Rai, L. Chen, J. Pye, and A. Baird, “Understanding Determinants of Consumer Mobile Health Usage Intentions, Assimilation, and Channel Preferences,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 15, no. 8, p. e149, Ago. 2013.

[189] S. Kumar, W. Nilsen, M. Pavel, and M. Srivastava, “Mobile Health: Revolutionizing Healthcare Through Transdisciplinary Research,” *Computer*, vol. 46, no. 1, pp. 28–35, Ene. 2013.

[190] M. Fiordelli, N. Diviani, and P. J. Schulz, “Mapping mHealth Research: A Decade of Evolution,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 15, no. 5, p. e95, May 2013.

[191] W. T. Riley, D. E. Rivera, A. A. Atienza, W. Nilsen, S. M. Allison, and R. Mermelstein, “Health behavior models in the age of mobile interventions: are our theories up to the task?,” *Transl. Behav. Med.*, vol. 1, no. 1, pp. 53–71, Mar. 2011.

[192] I. D. Razvan Andonie, “How to write a good paper in Computer Science and how will it be Measured by ISI Web of Knowledge,” *Int J Comput.*, vol. V, pp. 432–446, 2010.

[193] “Are conference papers the new academic journal articles?,” *Business Events Sydney Blog*, 10-Abr-2011. [Online]. Disponible: <http://blog.businesseventssydney.com.au/industry-insiders/are-conference-papers-the-new-academic-journal-articles/>. [Accedido: 24-Mar-2017].

[194] G. Nolan, O. Cinar, and D. Truxall, *Android Best Practices*, 1st ed. Berkely, CA, USA: Apress, 2013.

[195] P. Dong, M. Loh, and A. Mondry, “Publication lag in biomedical journals varies due to the periodical’s publishing model,” *Scientometrics*, vol. 69, no. 2, pp. 271–286, Nov. 2006.

[196] B.-C. Björk and D. Solomon, “The publishing delay in scholarly peer-reviewed journals,” *J. Informetr.*, vol. 7, no. 4, pp. 914–923, Oct. 2013.

[197] “Mhealth app developer economics 2014,” research2guidance, May 2014.

[198] “Dementia: a public health priority,” World Health Organization, 2012.

[199] S. Mc Carthy, H. Sayers, and P. McKevitt, “Investigating the Usability of PDAs with Ageing Users,” in *Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI...But Not As We Know It - Volume 2*, Swinton, UK, UK,

2007, pp. 67–70.

[200] K. C. Tseng, C.-L. Hsu, and Y.-H. Chuang, “Designing an Intelligent Health Monitoring System and Exploring User Acceptance for the Elderly,” *J. Med. Syst.*, vol. 37, no. 6, pp. 1–18, Dic. 2013.

[201] J. Joe and G. Demiris, “Older adults and mobile phones for health: A review,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 46, no. 5, pp. 947–954, Oct. 2013.

[202] G. D. Leo, C. H. Gonzales, P. Battagiri, and G. Leroy, “A Smart-Phone Application and a Companion Website for the Improvement of the Communication Skills of Children with Autism: Clinical Rationale, Technical Development and Preliminary Results,” *J. Med. Syst.*, vol. 35, no. 4, pp. 703–711, Ago. 2011.

[203] L. Hanna, K. Ridsen, and K. Alexander, “Guidelines for Usability Testing with Children,” *Interactions*, vol. 4, no. 5, pp. 9–14, Sep. 1997.

[204] P. Markopoulos and M. Bekker, “On the assessment of usability testing methods for children,” *Interact. Comput.*, vol. 15, no. 2, pp. 227–243, Abr. 2003.

[205] H. Edwards and R. Benedyk, “A Comparison of Usability Evaluation Methods for Child Participants in a School Setting,” in *Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children*, New York, NY, USA, 2007, pp. 9–16.

[206] S. Riihiahho, “Experiences with Usability Evaluation Methods,” Helsinki University of Technology, 2000.

[207] M. Matera, F. Rizzo, and G. T. Carughi, “Web Usability: Principles and Evaluation Methods,” in *Web Engineering*, E. Mendes and N. Mosley, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 143–180.

[208] A. Rana and M. Mridu, “Analytical Comparison of usability Measurement Methods,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 39, no. 15, pp. 11–18, Feb. 2012.

[209] J. Heo, D.-H. Ham, S. Park, C. Song, and W. C. Yoon, “A Framework for Evaluating the Usability of Mobile Phones Based on Multi-level, Hierarchical Model of Usability Factors,” *Interact Comput.*, vol. 21, no. 4, pp. 263–275, Ago. 2009.

[210] T. Boren and J. Ramey, “Thinking aloud: reconciling theory and practice,” *IEEE Trans. Prof. Commun.*, vol. 43, no. 3, pp. 261–278, Sep. 2000.

[211] A. Adams and A. L. Cox, “Questionnaires, in-depth interviews and focus groups,” in *Research Methods for Human Computer Interaction*, P. Cairns and A. L. Cox, Eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008, pp. 17–34.

[212] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, “Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale,” *J. Usability Stud.*, vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.

- [213] Y. S. Ryu and T. L. Smith-Jackson, “Reliability and Validity of the Mobile Phone Usability Questionnaire (MPUQ),” *J. Usability Stud.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–53, 2006.
- [214] L. J. Cronbach, “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” *Psychometrika*, vol. 16, no. 3, pp. 297–334, Sep. 1951.
- [215] N. Dell, V. Vaidyanathan, I. Medhi, E. Cutrell, and W. Thies, “‘Yours is Better!’: Participant Response Bias in HCI,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2012, pp. 1321–1330.
- [216] J. Nielsen and T. K. Landauer, “A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems,” in *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 1993, pp. 206–213.
- [217] J. Nielsen, “Why You Only Need to Test with 5 Users,” 19-Mar-2000. [Online]. Disponible: <http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. [Accedido: 25-Mar-2017].
- [218] J. Gulliksen, B. Göransson, I. Boivie, J. Persson, S. Blomkvist, and Å. Cajander, “Key Principles for User-Centred Systems Design,” in *Human-Centered Software Engineering — Integrating Usability in the Software Development Lifecycle*, A. Seffah, J. Gulliksen, and M. C. Desmarais, Eds. Springer Netherlands, 2005, pp. 17–36.
- [219] M. Y. Ivory and M. A. Hearst, “The State of the Art in Automating Usability Evaluation of User Interfaces,” *ACM Comput Surv*, vol. 33, no. 4, pp. 470–516, Dic. 2001.
- [220] P. Fabo and R. Durikovic, “Automated Usability Measurement of Arbitrary Desktop Application with Eyetracking,” in *Proceedings of the 2012 16th International Conference on Information Visualisation*, Washington, DC, USA, 2012, pp. 625–629.
- [221] J. M. C. Bastien, “Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method,” *Int. J. Med. Inf.*, vol. 79, no. 4, pp. e18–e23, Abr. 2010.
- [222] S. Waterson, J. A. Landay, and T. Matthews, “In the Lab and out in the Wild: Remote Web Usability Testing for Mobile Devices,” in *CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2002, pp. 796–797.
- [223] P. Burzacca and F. Paternò, “Remote Usability Evaluation of Mobile Web Applications,” in *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction: Human-centred Design Approaches, Methods, Tools, and Environments - Volume Part I*, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 241–248.
- [224] K. E. Thompson, E. P. Rozanski, and A. R. Haake, “Here, There, Anywhere: Remote Usability Testing That Works,” in *Proceedings of the 5th Conference on Information Technology Education*, New York, NY, USA, 2004, pp. 132–137.

- [225] J. A. de Bruin, K. M. Malan, and J. H. P. Eloff, "Saccade Deviation Indicators for Automated Eye Tracking Analysis," in *Proceedings of the 2013 Conference on Eye Tracking South Africa*, New York, NY, USA, 2013, pp. 47–54.
- [226] P. Chynal, J. M. Szymański, and J. Sobiecki, "Using Eyetracking in a Mobile Applications Usability Testing," in *Proceedings of the 4th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems - Volume Part III*, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 178–186.
- [227] K. Hornbæk, "Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research," *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, vol. 64, no. 2, pp. 79–102, Feb. 2006.
- [228] Gartner, "Gartner Says Worldwide Tablet Sales Grew 68 Percent in 2013, With Android Capturing 62 Percent of the Market," 03-Mar-2014. [Online]. Disponible: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2674215>. [Accedido: 25-Mar-2017].
- [229] J. Sclafani, T. F. Tirrell, and O. I. Franko, "Mobile Tablet Use among Academic Physicians and Trainees," *J. Med. Syst.*, vol. 37, no. 1, pp. 1–6, Feb. 2013.
- [230] R. L. Robinson and M. S. Burk, "Tablet Computer Use by Medical Students in the United States," *J. Med. Syst.*, vol. 37, no. 4, pp. 1–4, Ago. 2013.
- [231] A. Cheung, A. Janssen, O. Amft, E. F. M. Wouters, and M. A. Spruit, "Usability of digital media in patients with COPD: a pilot study," *Int. J. Technol. Assess. Health Care*, vol. 29, no. 02, pp. 162–165, 2013.
- [232] I. Kalkov, D. Franke, J. F. Schommer, and S. Kowalewski, "A Real-time Extension to the Android Platform," in *Proceedings of the 10th International Workshop on Java Technologies for Real-time and Embedded Systems*, New York, NY, USA, 2012, pp. 105–114.
- [233] *BIG Launcher*. BIG Launcher, 2015.
- [234] *Wiser - Simple Launcher*. UIU LTD., 2017.
- [235] *Necta Launcher*. Necta, 2017.
- [236] *Big Buttons Keyboard Standard*. Chicago Logic Inc., 2013.
- [237] M. Nebeling, C. Zimmerli, and M. Norrie, "Informing the design of new mobile development methods and tools," in *Proceedings of the CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2013, pp. 283–288.
- [238] G. Nudelman, *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. John Wiley & Sons, 2013.
- [239] A. Mendoza, *Mobile User Experience: Patterns to Make Sense of it All*. Newnes, 2013.

- [240] Jakob Nielsen, "10 Heuristics for User Interface Design: Article by Jakob Nielsen," 01-Ene-1995. [Online]. Disponible: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. [Accedido: 19-Feb-2017].
- [241] mHIMSS App Usability Work Group, "Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications." 07-Ene-2012.
- [242] F. Paz, F. A. Paz, J. A. Pow-Sang, and L. Collantes, "Usability Heuristics for Transactional Web Sites," presented at the 11th International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG), Las Vegas, NV, 2014.
- [243] T.-R. Chang, E. Kaasinen, and K. Kaipainen, "What Influences Users' Decisions to Take Apps into Use?: A Framework for Evaluating Persuasive and Engaging Design in Mobile Apps for Well-being," in *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, New York, NY, USA, 2012, pp. 2:1–2:10.
- [244] B. Chawda, B. Craft, P. Cairns, S. Ruger, and D. Heesch, "Do "attractive things work better"? An exploration of search tool visualisations," in *Proceedings of 19th BCS Conference on Human Computer Interaction*, 2005, vol. 2, pp. 46–51.
- [245] G. Lindgaard, G. Fernandes, C. Dudek, and J. Brown, "Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression!," *Behav. Inf. Technol.*, vol. 25, no. 2, pp. 115–126, Mar. 2006.
- [246] A. Sutcliffe, "Assessing the Reliability of Heuristic Evaluation for Website Attractiveness and Usability," in *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)-Volume 5 - Volume 5*, Washington, DC, USA, 2002, p. 137.
- [247] L. F. Capretz, A. Ali, and A. Ouda, "A Conceptual Framework for Measuring the Quality Aspect of Mobile Learning," *Bull. IEEE Tech. Comm. Learn. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 31–34, 2012.
- [248] M. Rauch, "Mobile documentation: Usability guidelines, and considerations for providing documentation on Kindle, tablets, and smartphones," in *Professional Communication Conference (IPCC), 2011 IEEE International*, 2011, pp. 1–13.
- [249] M. Huygens, J. Vermeulen, and L. de Witte, "Expectations of Middle-aged and Elderly Persons Towards Using Telecare Technologies and eHealth Applications in Primary Care," presented at the eTELEMED 2014, The Sixth International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, 2014, pp. 241–246.
- [250] R. Leung, "Improving the Learnability of Mobile Device Applications for Older Adults," in *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2009, pp. 3125–3128.
- [251] C. Leonardi, A. Albertini, F. Pianesi, and M. Zancanaro, "An Exploratory Study of a Touch-based Gestural Interface for Elderly," in *Proceedings of the 6th Nordic*

---

*Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, New York, NY, USA, 2010, pp. 845–850.

[252] R. Leitao and P. A. Silva, “A study of novice older adults and gestural interaction on smartphones,” in *3rd Workshop on Mobile Accessibility, HCI’13*, Paris, France, 2013.

[253] G. Nudelman, *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. John Wiley & Sons, 2013.

[254] A. Mendoza, *Mobile User Experience: Patterns to Make Sense of it All*. Morgan Kaufmann, 2013.

[255] Yuan Zhou, “Design Guidelines for an Integrated PHR System: An Approach for UI Designers to Break Down Individual-Level Barriers to PHR Adoption,” Auburn University, Alabama, 2012.

[256] M. Alshaikh, A. Mayet, M. Adam, Y. Ahmed, and H. Aljadhey, “Intervention to reduce the use of unsafe abbreviations in a teaching hospital,” *Saudi Pharm. J.*, vol. 21, no. 3, pp. 277–280, Jul. 2013.

[257] I. Plaza, L. Martín, S. Martín, and C. Medrano, “Mobile Applications in an Aging Society: Status and Trends,” *J Syst Softw*, vol. 84, no. 11, pp. 1977–1988, Nov. 2011.

[258] S. Kurniawan, “Mobile Phone Design for Older Persons,” *Interactions*, vol. 14, no. 4, pp. 24–25, Jul. 2007.

[259] C. Gatsou, A. Politis, and D. Zevgolis, “The Importance of Mobile Interface Icons on User Interaction,” *Int. J. Comput. Sci. Appl.*, vol. 9, no. 3, pp. 92–107, 2012.

[260] Y. Batu Salman, Y.-H. Kim, and H.-I. Cheng, “Senior - Friendly icon design for the mobile phone,” in *Proceedings of the 6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications (IDC)*, 2010, pp. 103–108.

[261] K. T. Win, W. Susilo, and Y. Mu, “Personal Health Record Systems and Their Security Protection,” *J. Med. Syst.*, vol. 30, no. 4, pp. 309–315, Ago. 2006.

[262] D. Kotz, S. Avancha, and A. Baxi, “A Privacy Framework for Mobile Health and Home-care Systems,” in *Proceedings of the First ACM Workshop on Security and Privacy in Medical and Home-care Systems*, New York, NY, USA, 2009, pp. 1–12.

[263] Health Privacy Project, “Best practices for employers offering personal health records (PHRs).,” Dic-2007. [Online]. Disponible: [https://www.cdt.org/files/pdfs/2007Best\\_Practices.pdf](https://www.cdt.org/files/pdfs/2007Best_Practices.pdf). [Accedido: 25-Mar-2017].

[264] P. C. Tang, J. S. Ash, D. W. Bates, J. M. Overhage, and D. Z. Sands, “Personal Health Records: Definitions, Benefits, and Strategies for Overcoming Barriers to Adoption,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 13, no. 2, pp. 121–126, Mar. 2006.

- [265] M. Georgsson and N. Stagers, “Quantifying usability: an evaluation of a diabetes mHealth system on effectiveness, efficiency, and satisfaction metrics with associated user characteristics,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 23, no. 1, pp. 5–11, Ene. 2016.
- [266] W3C, “Mobile Web Best Practices 1.0,” 29-Jul-2008. [Online]. Disponible: <http://www.w3.org/TR/mobile-bp/>. [Accedido: 25-Mar-2017].
- [267] S. Robertson and J. Robertson, *Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right*. Addison-Wesley, 2012.
- [268] M. A. Martínez, J. Lasheras, E. Fernández-Medina, A. Toval, and M. Piattini, “A Personal Data Audit Method through Requirements Engineering,” *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 32, no. 4, pp. 166 – 178, 2010.
- [269] M. A. Martinez, A. Toval, and M. Campos, “Requirements Engineering to Audit Privacy Issues in Medical and Health Software,” in *Proceedings of the First International Conference on Health Informatics (BIOSTEC 2008)*, 2008, pp. 74–81.
- [270] International Organization for Standardization, “ISO 9001 Quality management.” .
- [271] Samsung Electronics Co., Ltd, “S Health.” [Online]. Disponible: <http://shealth.samsung.com/>. [Accedido: 25-Mar-2017].
- [272] G. M. Turner-McGrievy, M. W. Beets, J. B. Moore, A. T. Kaczynski, D. J. Barr-Anderson, and D. F. Tate, “Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 20, no. 3, pp. 513–518, May 2013.
- [273] Samsung Electronics Co., Ltd., “S Health in Google Play.” [Online]. Disponible: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sec.android.app.shealth>. [Accedido: 25-Mar-2017].
- [274] M. F. Mendiola, M. Kalnicki, and S. Lindenauer, “Valuable Features in Mobile Health Apps for Patients and Consumers: Content Analysis of Apps and User Ratings,” *JMIR MHealth UHealth*, vol. 3, no. 2, May 2015.
- [275] C. Koczmar, V. Jelincic, and C. Dueck, “Dangerous abbreviations: ‘U’ can make a difference!,” *Dyn. Pemb. Ont*, vol. 16, no. 3, pp. 11–15, Fall 2005.
- [276] Luigi Brunetti, John P. Santell, and Rodney W. Hicks, “The impact of abbreviations on patient safety.,” *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 33, pp. 576–583, 2007.
- [277] José Andrés Carayol Orenes, “Care for Elders: Cuidado de Mayores. Aplicación multiplataforma para el cuidado de personas mayores,” Trabajo Fin de Máster, Facultad

---

de Informática, Universidad de Murcia. Fecha de lectura prevista Junio 2017.

- [278] “Guide for Writing Requirements,” Requirements Working Group, INCOSE, 2015.
- [279] “The Reuse Company.” [Online]. Disponible: <https://www.reusecompany.com/>. [Accedido: 20-Mar-2017].
- [280] “Scimago Journal & Country Rank.” [Online]. Disponible: <http://www.scimagojr.com/>. [Accedido: 24-Abr-2017].
- [281] B. Cruz Zapata and J. L. Fernández-Alemán, “Security Risks in Cloud Computing: An Analysis of the Main Vulnerabilities,” in *Security Engineering for Cloud Computing: Approaches and Tools*, 2013, pp. 55–71.
- [282] Belén Cruz Zapata, J. Fernández-Alemán, and A. Toval, “Security in cloud computing: A mapping study,” *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 12, no. 1, pp. 161–184, 2015.
- [283] B. Cruz Zapata, *Android Studio Application Development*. PACKT Books, 2013.
- [284] B. Cruz Zapata, *Testing and Securing Android Studio Applications*. PACKT Books, 2014.
- [285] B. Cruz Zapata, *Android Studio Essentials*. PACKT Books, 2015.
- [286] B. Cruz Zapata, *Android Studio 2 Essentials*, 2nd ed. PACKT Books, 2016.
- [287] Lewis Lazare, “Groupon rising fast in the ranks of most popular apps,” *Chicago Business Journal*, 14-Sep-2016. [Online]. Disponible: <https://www.bizjournals.com/chicago/news/2016/09/14/groupon-rising-fast-in-the-ranks-of-most-popular.html>. [Accedido: 25-Abr-2017].

## 10 ANEXOS

### 10.1 APLICACIONES EXCLUIDAS PARA LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD

Tabla 35. Aplicaciones excluidas para la evaluación de usabilidad

Aplicación	SO	Desarrollador	URL	CE
ADVantis PHR	and	Advantage Health Solutions, Inc.	<a href="http://goo.gl/dsf8zK">http://goo.gl/dsf8zK</a>	2
ADVantis PHR	iOS	Advantage Health Solutions, Inc.	<a href="http://goo.gl/DnXiIm">http://goo.gl/DnXiIm</a>	2
Avicenna	iOS	Not available	<a href="http://goo.gl/sMN1Qt">http://goo.gl/sMN1Qt</a>	1
Health Companion	and	Health Companion, Inc.	<a href="http://goo.gl/NypTwr">http://goo.gl/NypTwr</a>	1
MHA Mobile	and	Infogosoft AB	<a href="http://goo.gl/PkSdxu">http://goo.gl/PkSdxu</a>	1
miPHR	iOS	iPatientCare, Inc.	<a href="http://goo.gl/COmNq2">http://goo.gl/COmNq2</a>	2
My Health Diary	iOS	NeedStreet	<a href="http://goo.gl/4zYYQG">http://goo.gl/4zYYQG</a>	1
MyHealth OTG	and	Cyber Development	<a href="http://goo.gl/XdMnmg">http://goo.gl/XdMnmg</a>	2
Personal Healthcare Record-PHR	and	Thareb Alhayat	<a href="http://goo.gl/stIWz3">http://goo.gl/stIWz3</a>	1
Thareb Alhayat PHR	iOS	Ahmed Almutairi	<a href="http://goo.gl/fGr4RM">http://goo.gl/fGr4RM</a>	1
TheHealthNet	and	lhrArzt24 GmbH	<a href="http://goo.gl/Uzs5gy">http://goo.gl/Uzs5gy</a>	1

### 10.2 INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LA RSL PARA EVALUACIONES EMPÍRICAS DE USABILIDAD

Tabla 36. Información extraída para PI1, PI2 y PI3 de la RSL de usabilidad en mHealth

Paper	PI1			PI2		PI3	
	Canal Pub.	Nombre abreviado Pub.	Tipo Pub.	2012 Ranking	Año Pub.	Fechas Pub. Conferencia	
[157]	R	PainMed	Médica	Q1	2014		
[158]	R	Int J Med Inf	Informática médica	Q1/Q2/Q2	2012		
[159]	C	CHI	Informática	A*	2013	Mayo	
[160]	R	J Biomed Inform	Informática médica	Q1/Q2	2011		
[161]	R	J Am Coll Surg	Médica	Q1	2014		
[162]	C	ICCHP	Informática médica	C	2012	Julio	
[163]	R	Procedia Comput Sci	Informática		2014		
[164]	C	ICHI	Informática médica		2013	Septiembre	
[165]	C	Healthcom	Informática médica		2013	Octubre	
[166]	C	HCI	Informática médica		2013	Junio	
[167]	C	ICOSST	Informática		2013	Diciembre	
[168]	C	PETRA	Informática		2011	Mayo	
[27]	C	MUM	Informática		2013	Diciembre	
[169]	C	PervasiveHealth	Informática médica		2012	Mayo	
[170]	C	ICOT	Informática médica		2013	Septiembre	
[171]	C	SIGDOC	Informática		2011	Septiembre	
[172]	C	EMBC	Informática médica	C	2013	Agosto	
[173]	C	LISAT	Informática		2013	Mayo	

[174]	C	USAB	Informática médica	2011	Noviembre
[175]	C	iCAST-UMEDIA	Informática	2013	Noviembre
[176]	C	Healthcom	Informática médica	2010	Octubre
[24]	C	CinC	Informática médica	2013	Septiembre

**Tabla 37. Información extraída para PI4 de la RSL de usabilidad en mHealth**

Ref.	IC4							
	ISO 9126-1		ISO 9241-11					Sesión de formación
	Comprensión	Aprendizaje	Atractivo	Operabilidad	Eficiencia	Satisfacción	Efectividad	
[157]	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[158]	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
[159]	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
[160]	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
[161]	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
[162]	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[163]	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
[164]	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
[165]	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
[166]	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
[167]	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
[168]	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[27]	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
[169]	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
[170]	No	No	No	Sí	No	No	Sí	No
[171]	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
[172]	No	No	No	Sí	No	Sí	No	No
[173]	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No
[174]	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
[175]	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No
[176]	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí
[24]	No	No	No	No	No	No	No	No

**Tabla 38. Información extraída para PI5 y PI6 de la RSL de usabilidad en mHealth**

Ref.	PI5				PI6	
	Método evaluación	Duración	Tareas	# Tareas	# Usuarios	Estado de Salud
[157]	Cuestionario	30 min.	Sí	1	41	Tratamiento del dolor
[158]	Cuestionario Entrevista	3 meses	No	-	122	EHR
[159]	Cuestionario	7 días	Sí	8	26	Calidad del sueño
[160]	Cuestionario	-	No	-	194	Cáncer de piel
[161]	Thinkoutloud	-	No	-	22	Traumatismo
[162]	Cuestionario Entrevista	-	Sí	1, 1	33, 17	Disartria
[163]	Cuestionario	20 min.	Sí	6, 6, 6	9, 9, 7	Personas mayores
[164]	Entrevista	1 hora	Sí	-	6, 5	Monitorización remota, personas mayores
[165]	-	-	Sí	6	8	Nutrición
[166]	-	-	Sí	5	4	Sordera
[167]	Cuestionario	20 min	No	-	50	Autismo
[168]	Cuestionario	-	Sí	6, 4	19, 11	Demencia
[27]	-	-	Sí	25, 21	9, 11	Parkinson
[169]	Cuestionario Entrevista	90 min.	Sí	4	26	Nutrición
[170]	Entrevista	4 semanas	No	-	22	Autismo
[171]	Cuestionario	30 min.	Sí	-	9, 11	Ceguera
[172]	Log	25 días	No	-	5	Monitorización remota
[173]	Entrevista	-	No	-	-	Demencia

[174]	Cuestionario	-	Sí	6	6	Monitorización remota
[175]	Cuestionario Entrevista	-	No	-	10	Demencia
[176]	Cuestionario Log	6 meses	No	-	36	Problemas cardíacos
[24]	-	-	No	-	-	Monitorización remota

**Tabla 39. Información extraída para PI7, PI8 y PI9 de la RSL de usabilidad en mHealth**

Ref.	PI7		PI8		PI9		
	Usuarios reales	# fases	#	Resultado de tabla 19	SO	Tipo dispositivo	Modelo
[157]	No	1		O7	Android	-	-
[158]	Sí	1			iOS	Tablet	iPad
[159]	Sí	1			Android	Móvil	HTC Wildfire S, HTC Desire S
[160]	Sí	1			Windows	-	-
[161]	Sí	1		L1, O2, O3	Web-based	Tablet	iPad
[162]	Sí	2		L1, U2, U4	Android iOS	Tablet Móvil	iPhone 4, iPad, Galaxy Tab 10.1, Galaxy Tab, Galaxy S2
[163]	Sí	3		O2, O5, U2, U5, U6	Windows	Móvil	HTC Titan, HTC Radar
[164]	Sí	2		A2, L4, U2, U3	iOS	Tablet Móvil	iMóvil, iPad
[165]	Sí	1		U1	Android	Móvil	Google Nexus 4
[166]	No	1			Android iOS	Tablet	iPad
[167]	Sí	1		A1, L2, L3, U1, U4	Android iOS	Móvil	iMóvil
[168]	Sí	2		O1, U2	Android	-	-
[27]	Sí	2		O4, O5, U1	Android	-	-
[169]	Sí	1		A3	Android	Móvil	Motorola Droid
[170]	Sí	4			Android iOS	Tablet	iPad
[171]	Sí	2		L4	-	-	-
[172]	Sí	1			Windows	-	-
[173]	Sí	1		A2, O6	Android iOS	Tablet	iPad
[174]	Sí	1			-	-	-
[175]	No	1			Android	-	-
[176]	Sí	1			Web-based	Móvil	HTC
[24]	-	1			Web-based	Tablet Móvil	iPad 3, Samsung Tab 2 10.1

## 10.3 INFORMACIÓN EXTRAÍDA PARA LA RSL DE RECOMENDACIONES DE USABILIDAD

**Tabla 40. Recomendaciones extraídas por artículo en la RSL de recomendaciones de usabilidad**

Ref.	Recomendaciones
[178]	<p>Los nombres de las categorías no deben ser abstractos</p> <p>El idioma debe ser consistente</p> <p>La carga de los datos no debe tardar mucho tiempo</p> <p>Añadir un tutorial que explique la aplicación</p> <p>Los cuadros de diálogo no deben ocupar la pantalla entera</p> <p>Usar iconos estándar para mostrar las categorías</p> <p>Mostrar las fechas y tiempo en un formato adecuado</p>
[179]	<p>La complejidad de la interfaz aumenta con el número de elementos y textos visibles</p> <p>Los elementos deben estar bien organizados. No debe haber solapamiento entre grupos de elementos. Los grupos dividen la pantalla en diferentes partes por funciones.</p> <p>A los usuarios les lleva más tiempo completar tareas cuando hay mayor distancia entre dos operaciones en pantalla. La distancia puede reducirse mediante una disposición más apropiada o pidiendo al usuario menos operaciones</p> <p>Cuando los usuarios entienden una pantalla individual, es más probable que entiendan más pantallas de la aplicación. Por tanto, la consistencia en la disposición de los elementos es importante</p> <p>La aplicación debe usar lenguaje del día a día</p> <p>Cuando hay múltiples opciones, los usuarios tienen mayor dificultad para tomar la decisión correcta. La gente suele sentirse cansada cuando revisan varias opciones y normalmente se paran en una que puede no llevar necesariamente a un resultado satisfactorio</p> <p>Hacer scroll por varias opciones pone a prueba la paciencia del usuario, especialmente en las pantallas pequeñas</p> <p>Proporcionar valores por defecto en las entradas de texto y una opción para borrar el contenido, ayuda a mejorar la eficiencia de la introducción de datos</p> <p>Las fuentes de texto deben ser consistentes en diferentes pantallas para que cuando el usuario se mueva por la aplicación, no se perciban cambios bruscos. En las aplicaciones para personas mayores, se recomiendan textos más grandes y un ratio de contraste adecuado</p> <p>Los colores pueden tener cierto significado. Por ejemplo, en el contexto de las aplicaciones médicas, el color rojo suele indicar urgencia. El uso inapropiado del color rojo puede causar ansiedad y agitación innecesaria en los usuarios</p>
[180]	<p>Evitar la necesidad de hacer scroll, ya que los usuarios no se dan cuenta de que hay más contenido en la pantalla</p>
[181]	<p>Evitar las jerarquías de navegación muy profundas, debido a que a los usuarios les cuesta encontrar las opciones cuando están muy profundas en la jerarquía</p> <p>Los usuarios con poca experiencia con los móviles, les cuesta descubrir que hay más contenido en la página haciendo scroll</p> <p>Proporcionar pistas gráficas</p> <p>Proporcionar soporte del lenguaje local</p> <p>Evitar que el usuario tenga que introducir texto no numérico</p> <p>Evitar que los menús requieran scroll</p>
[182]	<p>Dar feedback visual para los gestos</p> <p>No se deben incluir gestos que nos sean familiares para los usuarios</p>

[183]

---

Adaptar la interfaz a los estilos de navegación comunes

---

Usar menús visualizables da a los usuarios una noción de acceso rápido a ellos

---

Reducir el número de pulsaciones necesarias para realizar las acciones

---

Evitar el scroll lateral como sea posible

---

[184]

---

Diferenciar funcionalidades diferentes haciéndolas visualmente distintas

---

Recordar la configuración, personalizaciones y creaciones en todos los distintos dispositivos: móvil, tablet y ordenador

---

Proporcionar opciones por defecto, pero también considerar personalizaciones opcionales

---

Tener en cuenta los patrones de comportamiento del usuario para ofrecer una experiencia más personalizada

---

Usar frases cortas con palabras simples. Los usuarios suelen dejar de leer los textos cuando son largos

---

Mostrar sólo la información esencial por defecto

---

Permitir a los usuarios manipular directamente los objetos, en vez de hacerlo a través de controles

---

Procurar que las acciones más importantes sean fáciles de encontrar y rápidas de usar

---

Mostrar las acciones más comunes en la primera pantalla

---

Mostrar información en base a su importancia

---

[185]

---

Crear los elementos gráficos de un tamaño grande y mostrar las interacciones con ellos

---

El uso del scroll aumenta los tiempos de completitud de las tareas

---

Usar una navegación híbrida que combine navegación lineal con una barra de navegación

---

Incorporar un botón de atrás para los caminos de recuperación de errores que sean cortos.

---

Incluir un botón home para los caminos de recuperación de errores que sean largos

---

Iniciar cada tarea desde la misma localización de la aplicación

---

Tener un árbol de navegación de 5 niveles como máximo de profundidad, y entre 5 y 10 de anchura

---

[186]

---

Centrarse en una sola tarea, en vez de hacer que el usuario tenga que estar pendiente de dos o más tareas a la vez. Indicar claramente el nombre y estado de las tareas

---

Dar tiempo suficiente al usuario para que lea la información

---

Evitar el uso de objetos y animaciones que se muevan rápidamente

---

Hacer uso de modelos que sean familiares a las personas mayores

---

Crear una interfaz estética mediante el uso de imágenes o gráficos, evitar el desorden de elementos y evitar detalles superfluos

---

Dar instrucciones específicas y claras y tener disponible ayuda y documentación. Es mejor prevenir un error que recuperarse de él

---

Presentar mensajes de error que sean simples y fáciles de seguir

---

Los mensajes de error deben ser descriptivos y usar verbos significativos cuando se requiera una acción

---

Escribir en un lenguaje simple, claro y adecuado a la audiencia

---

Evitar menús desplegados

---

Evitar el uso del scroll

---

Aumentar el tamaño de los elementos de la interfaz, y los permitan interacción deben ser de al menos 14mm cuadrados

---

Mantener la estructura de navegación estrecha, simple y directa

---

Usar una navegación consistente y paso por paso

---

Asegurar que el botón de atrás se comporta de forma predecible

---

Permitir libertad para caminos de interacción alternativos y flexibles

---

Deshabilitar los elementos inactivos

---

No confiar en el uso del color como la única forma de dar significado. Tener en cuenta a la gente daltónica

---

Proporcionar, a parte de un feedback visual, uno táctil y auditivo

---

---

Hacer la información accesible a través de varios formatos

---

Usar frecuencias bajas para la información auditiva como tonos de confirmación y alertas

---

No usar el blanco puro o cambiar rápidamente fondos que contrasten

---

Facilitar a los usuarios que puedan cambiar el tamaño del texto

---

Usar combinaciones de color con gran contraste entre texto y gráficos con el fondo para asegurar su legibilidad, evitando que el azul, verde y amarillo, estén próximos

---

Usar el color de forma conservativa, limitando el número máximo de colores en uso a 4

---

Usar tipos, estilos y tamaños de letra que sean apropiados para los ancianos

---

Hacer que los enlaces y botones se vean claramente y distinguibles de otros elementos

---

Hacer que la información sea fácil de leer

---

Agrupar la información visualmente

---

Dejar suficiente espacio libre para asegurar un diseño de la interfaz balanceado

---

Usar los elementos de la interfaz de forma consistente y atenerse a los estándares y convenciones si existen

---

Usar iconos simples y significativos

---

[187]

---

Mantener al usuario informado de todos los procesos y cambios de estado, en un tiempo razonable

---

Hablar el lenguaje del usuario, en vez de usar conceptos orientados al sistema o muy técnicos

---

Permitir al usuario deshacer y rehacer sus acciones, y proporcionar claramente “salidas de emergencia”

---

Seguir las convenciones establecidas para que el usuario pueda hacer las cosas de forma consistente y que le resulte familiar

---

Esconder o desactivar acciones no disponibles, avisar a los usuarios de acciones críticas y dar acceso a información adicional

---

Proporcionar las opciones de forma que el usuario no tenga que memorizar información de una parte de la acción a la otra

---

Proporcionar opciones de configuración básicas y avanzadas, permitiendo la personalización de atajos a las acciones frecuentes

---

Cargar y mostrar la información necesaria en un tiempo razonable y minimizar los pasos necesarios para realizar una tarea

---

No mostrar información que no sea necesaria

---

Mostrar mensajes de error en un lenguaje familiar al usuario, indicando el problema de forma precisa y sugiriendo una solución constructiva

---

Proporcionar ayuda y documentación que sea fácil de encontrar, centrada en la tarea actual del usuario y dar pasos precisos a seguir

---

Incluir botones para las funcionalidades principales, situados en posiciones reconocibles por el usuario

---

## 10.4 SRS – USABILITY ON MOBILE HEALTH APPLICATIONS

A continuación se presenta el documento SRS de usabilidad en aplicaciones móviles de salud.

# **Software Requirements Specification (SRS)**

## **Usability on mobile health applications**

**Revision 1.0**

April 2017

Software Engineering Research Group,

Universidad de Murcia

# Revision History

<b>Date</b>	<b>Revision</b>	<b>Description</b>	<b>Authors</b>
20/04/2017	Revision 1.0	Initial	Belén Cruz Zapata José Luis Fernández-Alemán Ambrosio Toval

# CONTENT

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
1.1	PURPOSE .....	4
1.2	SCOPE .....	4
1.3	OVERVIEW .....	7
1.3.1	<i>Metainformation associated to the requirements</i> .....	7
1.4	DEFINITIONS .....	9
<b>2</b>	<b>REFERENCES.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>SPECIFIC REQUIREMENTS .....</b>	<b>19</b>
3.1	EXTERNAL INTERFACE REQUIREMENTS .....	19
3.1.1	<i>User interfaces</i> .....	20
3.1.2	<i>Hardware interfaces</i> .....	20
3.1.3	<i>Software interfaces</i> .....	20
3.1.4	<i>Communications interfaces</i> .....	20
3.2	FUNCTIONS .....	20
3.3	USABILITY REQUIREMENTS.....	20
3.3.1	<i>Ease of use requirements</i> .....	21
3.3.2	<i>Personalization and internationalization requirements</i> .....	22
3.3.3	<i>Learning requirements</i> .....	23
3.3.4	<i>Understandability and politeness requirements</i> .....	25
3.3.5	<i>Accessibility requirements</i> .....	26
3.4	PERFORMANCE REQUIREMENTS .....	26
3.5	LOGICAL DATABASE REQUIREMENTS.....	26
3.6	DESIGN CONSTRAINTS .....	27
3.6.1	<i>Standards compliance</i> .....	27
3.7	SOFTWARE SYSTEM ATTRIBUTES .....	27
3.7.1	<i>Reliability</i> .....	27
3.7.2	<i>Availability</i> .....	27
3.7.3	<i>Security</i> .....	28
3.7.4	<i>Maintainability</i> .....	28
3.7.5	<i>Portability</i> .....	28
3.8	SUPPORTING INFORMATION .....	29
<b>4</b>	<b>VERIFICATION.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>APPENDIXES .....</b>	<b>31</b>

# 1 INTRODUCTION

---

This document describes a Software Requirements Specification (SRS) to develop usable mobile applications. This SRS complies with the ISO/IEC/IEEE Std. 29148-2011.

## 1.1 Purpose

*[[This subsection should:*

- a) Delineate the purpose of the SRS.*
- b) Specify the intended audience for the SRS.]]*

The SRS is a specification for a particular software product, program, or set of programs that performs certain functions in a specific environment. The purpose of this SRS is to specify the requirements needed to create a usable mobile application.

This SRS belongs to a reusable catalog, the usability requirements catalog (USB-CAT), which follows the guideline proposed by SIREN (Simple REUse of software requiremeNts) (Toval et al. 2002, 2008). SIREN is a methodology based on software engineering standards that promotes the reuse of requirements. SIREN is a practical approach that includes document templates for requirements, a repository of reusable requirements, and a spiral process model. Requirements are organized in catalogs that conform the international recommendations on requirements such as IEEE 830-98, or its update ISO/IEC/IEEE 29148:2011, and also follow the IEEE 1233 guidelines.

The adoption of SIREN allows this SRS to be reused, and adapted to different projects. Following the SIREN methodology and the international recommendations on requirements, the proposed usability catalog has been designed as a document that is complete, consistent, unambiguous, reliable, verifiable, traceable, and reusable, which can be applied to the definition of any mobile app.

The intended audience for this SRS includes all the people involved in the design, development and audit of the target mobile application

## 1.2 Scope

*[[This subsection should:*

- a) Identify the software product(s) to be produces by name;*
- b) Explain what the software product(s) will, and, if necessary, will not do;*
- c) Describe the application of the software being specified, including relevant benefits, objectives, and goals;*

- d) *Be consistent with similar statements in higher-level specifications (e.g., the system requirements specification), if they exist.]]*

The scope of this document comprises usability on mobile health applications (mHealth apps). Different types of mobile terminals have been identified: standard mobile PCs, mobile internet devices, handheld or personal digital assistants (PDA), feature phones, simple phones, smartphones and special terminals (Zapata et al. 2015). The scope of this document includes only the mobile devices known as smartphones.

Smartphones are mobile devices equipped with a touch sensitive display and with an advanced computing ability and connectivity. Smartphones run operating systems specifically developed for them, like Android, iOS or Blackberry operating systems (Zapata et al. 2015). The scope of this document includes any operating system that can run on a smartphone as previously defined.

With the expansion of smartphone devices and the growth of the existing applications for them, usability has been determined to be one of the key factors for the success of a mobile application (Zapata et al. 2014).

International organizations, like the International Organization for Standardization (ISO) and the World Wide Web Consortium (W3C), have published standards and recommendations related to this topic.

The following standards provided by the ISO were considered for this document:

- ISO 9241-11 Guidance on usability (International Organization for Standardization 1998). This standard expresses usability as the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.
- ISO/IEC 9126-1 Quality model (International Organization for Standardization 2001). This standard expresses usability as a set of attributes that have a bearing on the effort needed for use, and on the individual assessment of such use, by a stated or implied set of users. According to this model, usability implicates understandability, learnability, operability and attractiveness.
- ISO/IEC 25010 System and software quality models (International Organization for Standardization 2011b). This standard replaces the ISO/IEC 9126-1 and expresses usability as the extent to which a product can be used to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.

The following complementary recommendations published by the W3C were considered for this document:

- Mobile Web Best Practices 1.0 (W3C 2008). This recommendation specifies a set of statements to improve the user experience of the web when accessed from mobile devices. The statements are divided into five main groups:
  1. Overall behaviour: consistency or testing.

2. Navigation and links: navigation mechanisms, refreshing or external resources.
  3. Page layout and content: page size, scrolling or colours.
  4. Page definition: structural elements, tables or content types.
  5. User input: tab order or form controls.
- Mobile Web Application Best Practices (W3C 2010). This recommendation specifies a set of statements that promote a better user experience and warn against those that are considered harmful to develop rich and dynamic mobile web applications. This recommendation, unlike the previous one, is focused on the use of advanced device capabilities. The statements are divided into seven main groups:
    1. Application data: cookies or client side storage.
    2. Security and privacy: untrusted JSON data.
    3. User awareness and control: use of personal information or automatic sign-in.
    4. Conservative use of resources: compression or network requests.
    5. User experience: latency or consistency.
    6. Handling variations in the delivery context: content adaptation or choice of interfaces.
    7. Further considerations: automatic network access or canvas elements.

These standards present a broad perspective of usability and define models to deal with a quality product, but a more restrictive perspective also helps to define our scope. The most popular platforms for smartphones are Android and iOS (Zapata et al. 2015). The developer websites for both platforms include UI design guidelines. The following specific guidelines were considered for this document:

- Android Design Guidelines (Android Developers Reference 2014). The current Android design is known as material design. This design was introduced in the system version Android 5.0 Lollipop. The Android design guidelines are divided into six main sections:
  1. Animation: interactions or transitions.
  2. Style: colours, icons, typography or writing.
  3. Layout: units, metrics or structure.
  4. Components: buttons, lists, dialogs or sliders.
  5. Patterns: app structure, data formats, gestures or navigation.
  6. Usability: accessibility or bidirectionality.
- iOS Human Interface Guidelines (iOS Developer Library 2014). The iOS guidelines are divided into five main sections:
  1. UI Design Basics: navigation, animations, interactivity, typography, colours or iconography.
  2. Design Strategies: design principles.
  3. iOS Technologies: social media, passbook, apple pay or iCloud.
  4. UI Elements: views, controls or bars.
  5. Icon and Image Design: sizes and resolution of images and icons, app icon or button icons.

A Systematic Literature Review (SLR) was also conducted to identify usability issues specifically related to mHealth apps. Out of an initial result set of 593 papers, 11 papers

were finally selected for the review (Xu et al. 2014; Montague, Hanson, and Cobley 2012; An, Shim, and So 2014; Kawsar et al. 2012; Chang et al. 2015; Kim et al. 2015; Mendoza-González et al. 2012; Silva, Jordan, and Holden 2014; Vedanthan et al. 2015; Navarro and Favela 2011; de Barros et al. 2013). Another SLR focused on empirical studies on usability of mHealth apps was also considered (Zapata et al. 2015).

The Health Information Management Systems Society (HIMSS) published a guide to evaluate mobile app usability based on usability recommendations and best practices (mHIMSS App Usability Work Group 2012). This guide describes usability using the same components as ISO 9241-11 and ISO/IEC 25010: effectiveness, efficiency and user satisfaction. This guide was also considered for this document.

### 1.3 Overview

*[[This subsection should:*

- a) Describe what the rest of the SRS contains.*
- b) Explain how the SRS is organized.]]*

This document is organized following the SRS structure of the ISO/IEC/IEEE 29148:2011 standard (International Organization for Standardization 2011a, 2011) that replaces the IEEE 830-1998 (“IEEE 830-1998 Recommended Practice for Software Requirements Specifications” 1998).

The SRS requirements are presented in section 3 “Specific requirements”. A big number of subsections in it are empty since this catalog consists on reusable requirements of a specific domain. All the requirements of this SRS are in the subsection 3.3 “Usability requirements”.

Usability requirements are distributed in 5 subsections: Ease of use requirements, Personalization and internationalization requirements, Learning requirements, Understandability and politeness requirements, and Accessibility requirements. These subsections are based on the Volere Requirements Specification Template (Robertson and Robertson 2012), which provides this specific structure for the usability requirements.

#### 1.3.1 Metainformation associated to the requirements

This subsection explains the set of attributes associated to the requirements of this catalog. The attributes marked as “Mandatory” are those that need to be set when the requirement is created. The rest of the attributes can be empty. The following attributes are defined by the IEEE standard:

- **PUID (Project Unique IDentification).**  
Mandatory. This identifier corresponds to the position of the requirement in the hierarchical list.
- **Requirement description.**

Mandatory. Full description.

- **Source.**  
This attribute indicates the source of the requirement. This source could be the need of a customer, a technical solution, or a standard, among others.
- **Priority.**  
This attribute is set by the analyst and indicates the development order of the requirements. This value is estimated from the two previous ones. One of these values: low, medium, and high.
- **Rationale.**  
This attribute indicates the motivation of the requirement.

There are some other attributes that indicate relationships between the requirements:

- **Child PUIDs and Parent PUIDs.**  
A child PUID, or trace-to relationship, references to a requirement on which it has an inclusive dependency. A parent PUID, or trace-from relation, references to a requirement that has an inclusive dependency on it.
- **Exclusion PUIDs.**  
An exclusion PUID references to a requirement that is incompatible with it. The value of this attribute first includes the number of PUIDs and then the PUID values:  
*# exclusion PUIDs: PUID,[PUID]\**

In addition, the following attributes are also defined:

- **Critical nature.**  
This attribute indicates how important the requirement is for the customer. One of these values: low, medium, and high.
- **Current state.**  
This attribute indicates the current state of the requirement. Nine different states have been identified:
  - *To\_be\_determined*: the requirement is included in the document but is not completely described, or its description is not final.
  - *Pending\_review*: the requirement was determined but the customers have not reviewed it.
  - *Discarded*: the requirement is no longer needed or is not feasible.
  - *Approval*: the requirement is correct and was approved by the customers.
  - *Analysis\_modeling*: the requirement was modelled in the analysis phase.
  - *Design\_modeling*: the requirement was modelled in the design phase.
  - *Implemented*: the requirement is implemented in the project.
  - *Verified*: the requirement changes to this state when the technical team along with the customer corroborate that the project accomplishes it.
- **Verification method.**

This attribute indicates the method that has to be used to verify that the requirement is accomplished by the project. One of these values: inspection, analysis, demonstration or evidence.

- **Validation criteria.**  
This attribute indicates the criteria needed to validate the requirement. These criteria are usually included in the STS (Software Test Specification) document.
- **Requested by.**  
This attribute indicates the person who requests the requirement
- **Responsible.**  
This attribute indicates the person in charge that has to accomplish the requirement.
- **Configurable value.** This attribute contains the possible values of the parameters of the requirement. The value of this attribute first includes the number of parameters and then the data types of the parameters.  
*# parameters: DataType,[DataType]\**
- **Version history.**  
This attribute includes the history of the author of the requirement, date, version and description.
- **Author and date.**  
This attribute indicates the last author and date of the requirement.

Only the PUID and the requirement descriptions are mandatory, the rest of the attributes are optional.

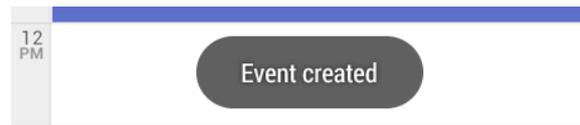
The configurable value attribute allows having parametrizable requirements. A parametrizable requirement includes a variable part that can have different values depending on the specific project in which the catalog is being reused.

All the requirements are reused when the catalog is reused on a specific app. The attribute values could be updated with new values that are specific for that app. The attributes that can be assigned a value when reusing the catalog are: priority, critical nature, current state, verification method, validation criteria, requested by, responsible, configurable value, version history, and author and date.

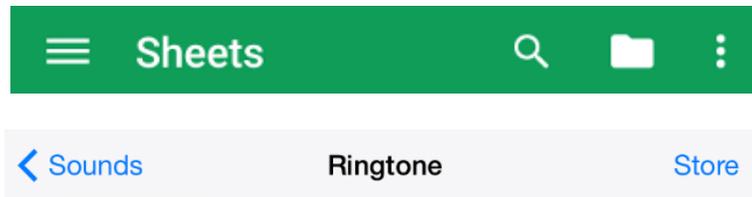
## 1.4 Definitions

*[[This subsection should provide the definitions of all terms, acronyms, and abbreviations required to properly interpret the SRS. This information may be provided by reference to one or more appendixes in the SRS or by reference to other documents.]]*

**Acknowledgement message:** Message that notifies the user that an action has finished.



**Action bar:** Piece of an application interface that usually identifies the user's location in the application, supports consistent navigation and/or provides action buttons.



**Action button:** Button placed in a toolbar that causes some action to occur when pressed by the user. An action button can be an actionable icon or a text button.



**Actionable icon:** Icon that causes some action to occur when pressed by the user.



**Activity indicator:** Interface control that shows that a task that takes an indeterminate amount of time to process is progressing.

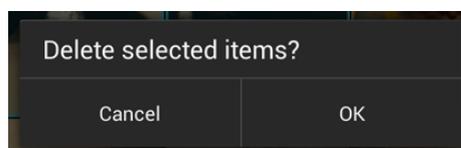


**Android:** Operating system based on the Linux kernel. This system is designed for touchscreen mobile devices, televisions, watches and cars.

**App:** Abbreviation for application.

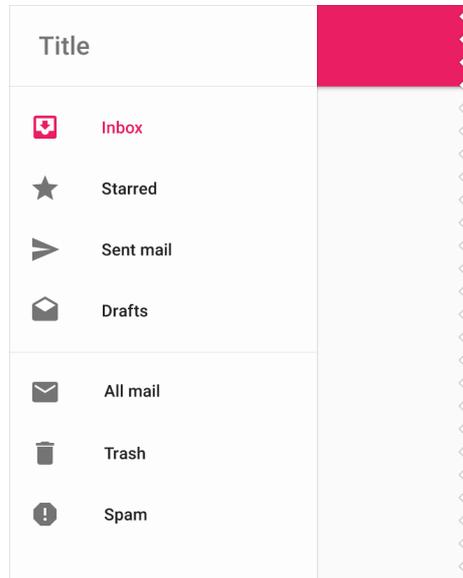
**Complex gesture:** Complex gestures on a multitouch display include multifinger gestures or any gesture that is not one of the following: tap, double-tap, swipe, drag, pinch, long press and rotation.

**Confirmation message:** Message that asks the user the validation to proceed with an action.

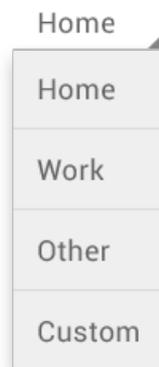


**Device orientation:** State that represents the physical orientation of the device. A device can be in a portrait/vertical position, or in a landscape/horizontal position.

**Drawer:** Interface panel that contains a set of elements.



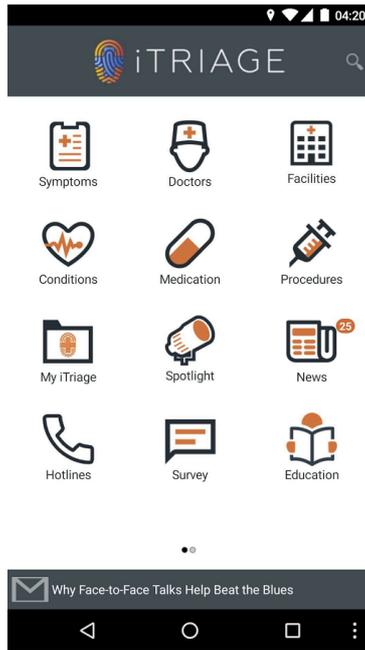
**Dropdown menu:** Interface control to select from a list of options that drop down in a vertical menu.



**Empty state:** State when there is no content to display in a view such as a list with no elements in it.

**iOS:** Operating system distributed for Apple devices, like iPhone or iPad devices.

**Launchpad:** Pattern that displays a landing screen with the options that act as launch points into the app.



**Multi-selection:** Action that allows selecting more than one item in a list.

**Navigation:** Process of moving between the screens of an app.

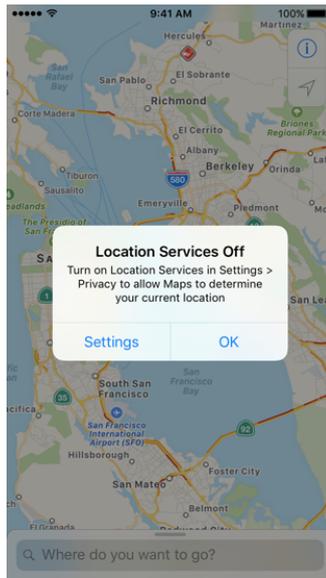
**Navigation bar:** See definition for Action bar.

**Pattern:** A customary way of structuring an app.

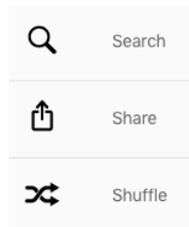
**Picker:** Interface control to select a value from a set of specific values.



**Popover:** Interface element that hovers its parent window and blocks any other interaction.



**Predefined icon:** System icon that represents common actions.



**Progress indicator:** Interface control that shows the progress of a task that has a known duration.

Downloading 30 of 108



**Screen density:** Measurement of the pixel density or resolution of an electronic display. Density is usually measured in pixels per inch (ppi).

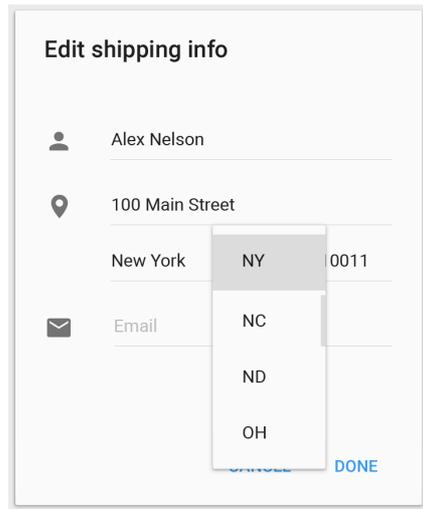
**Screen information density:** Measurement of the percentage of space used to present all information on a screen.

**Screen size:** Measurement of the physical size of the display area of a device.

**Scroll:** Multi-touch gesture on a touchscreen done by swiping one's fingers vertically or horizontally in a single direction within the content body.

**Smartphone:** Mobile device with an advance operating system.

**Spinner:** Interface control that shows a dropdown menu when pressed.



**Splash screen:** Screen displayed while an application is launching. A splash screen usually contains an image, a logo and the current version of the app software.

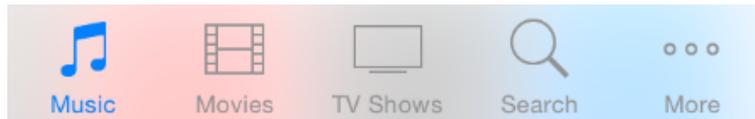


**Springboard:** See definition for launchpad.

**Start-up experience:** Any type of introductory screen that is displayed when an app launches such as a slideshow, video or splash screen.

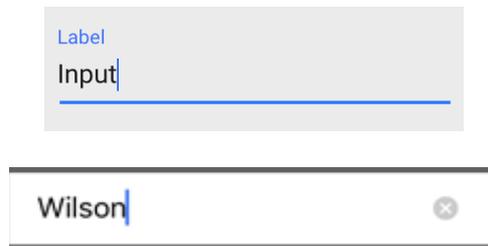
**Tab bar:** Interface control that contains a set of tabs. Tabs can contain different subtasks, views or modes in an app.





**Tablet:** Mobile device bigger than a smartphone or a PDA, with a touchscreen display. Devices with 7 inches or more (measured diagonally) are considered tablets.

**Text input:** Interface control that receives data entered by the user. Also known as text field.



**Toolbar:** Piece of an application interface that provides action buttons. A toolbar is a generalization of an action bar.

**Touchscreen:** Input device that enables users to interact by simple or multi-touch gestures.

**Usability:** The facility with which users can use a technological artefact to achieve a particular goal.

**Visual interruption:** Interference in the screen while the user is performing a task such as a dialog box or a page reload.

**Zooming:** Multi-touch gesture on a touchscreen done by spreading one's fingers.

## 2 REFERENCES

---

[[This subsection should:

- a) Provide a complete list of all documents referenced elsewhere in the SRS.
- b) Identify each document by title, report number (if applicable), date, and publishing organization;
- c) Specify the sources from which the references can be obtained.

This information may be provided by reference to an appendix or to another document.]]

This section includes all the references consulted for this requirement document.

- Abran, Alain, Adel Khelifi, Witold Suryn, and Ahmed Seffah. 2003. “Consolidating the ISO Usability Models.” In *In Submitted to the 11th International Software Quality Management Conference and the 8th Annual INSPIRE Conference*.
- An, A-Ju, Woo-Hyeon Shim, and Hyo-Jeong So. 2014. “Developing a Mobile Application for Elderly People: Human-Centered Design Approach.” In *Proceedings of HCI Korea*, 452–60. HCIK ’15. Seoul, Republic of Korea: Hanbit Media, Inc.
- Android Developers Reference. “Android Design Guidelines.” Accessed April 2017. <http://developer.android.com/design/index.html>.
- Barros, Ana Correia de, João Cevada, Àngels Bayés, Sheila Alcaine, and Berta Mestre. 2013. “User-Centred Design of a Mobile Self-Management Solution for Parkinson’s Disease.” In *Proceedings of the 12th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 23:1–23:10. MUM ’13. New York, NY, USA: ACM.
- Chang, Chung-Wei, Tien-Yan Ma, Mei-San Choi, Yu-Yun Hsu, Yi-Jing Tsai, and Ting-Wei Hou. 2015. “Electronic Personal Maternity Records: Both Web and Smartphone Services.” *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 121 (1): 49–58.
- Chawda, Bejal, Brock Craft, Paul Cairns, Stefan Rürger, and Daniel Heesch. 2005. “Do ”attractive Things Work Better”? An Exploration of Search Tool Visualisations.” In *Proceedings of 19th BCS Conference on Human Computer Interaction*, 2:46–51.
- Dix, Alan, Janet E. Finlay, Gregory D. Abowd, and Russell Beale. 2003. *Human-Computer Interaction (3rd Edition)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Gabillon, Yoann, Sophie Lepreux, and Káthia Marçal de Oliveira. 2013. “Towards Ergonomic User Interface Composition: A Study about Information Density Criterion.” In *Human-Computer Interaction. Human-Centred Design Approaches, Methods, Tools, and Environments*, edited by Masaaki Kurosu, 211–20. Lecture Notes in Computer Science 8004. Springer Berlin Heidelberg. [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39232-0\\_24](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39232-0_24).
- Galitz, Wilbert O. 2007. *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. John Wiley & Sons.

- “IEEE 830-1998 Recommended Practice for Software Requirements Specifications.” 1998. *IEEE Std 830-1998*, October, 1–40.
- International Organization for Standardization. 1998. “ISO 9241-11:1998 Guidance on Usability.”
- International Organisation for Standardisation. 2001. “ISO/IEC 9126-1 Quality Model.”
- International Organisation for Standardisation. 2011a. “ISO/IEC/IEEE 29148 Systems and Software Engineering - Life Cycle Processes - Requirements Engineering.”
- International Organisation for Standardisation. 2011. “ISO/IEC 25010:2011 System and Software Quality Models.”
- iOS Developer Library. “iOS Human Interface Guidelines.” Accedido April 2017. <https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines/overview/design-principles/>.
- International Organisation for Standardisation. 2010. “ISO 9241-210:2010 Human-Centred Design for Interactive Systems.”
- Kawsar, Ferdaus A., Md Munirul Haque, Mohammad Adibuzzaman, Sheikh Iqbal Ahamed, Md Uddin, Richard Love, David Roe, et al. 2012. “E-ESAS: Improving Quality of Life for Breast Cancer Patients in Developing Countries.” In *Proceedings of the 2Nd ACM International Workshop on Pervasive Wireless Healthcare*, 9–14. MobileHealth '12. Hilton Head, South Carolina, USA: ACM.
- Kim, Min Soon, Michael R. Aro, Kraig J. Lage, Kevin L. Ingalls, Vivek Sindhwani, and Mia K. Markey. 2015. “Exploring the Usability of Mobile Apps Supporting Radiologists’ Training in Diagnostic Decision Making.” *Journal of the American College of Radiology*, -.
- Mendoza, Adrian. 2013. *Mobile User Experience: Patterns to Make Sense of It All*. Morgan Kaufmann.
- Mendoza-González, Ricardo, Francisco J. Álvarez Rodríguez, Jaime Muñoz Arteaga, and Alfredo Mendoza-González. 2012. “Guidelines for Designing Graphical User Interfaces of Mobile E-Health Communities.” In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, 3:1–3:4. INTERACCION '12. Elche, Spain: ACM.
- mHIMSS App Usability Work Group. 2012. “Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications.” <http://www.himss.org/ResourceLibrary/genResourceDetailPDF.aspx?ItemNumber=28900>.
- Montague, Kyle, Vicki L. Hanson, and Andy Cobley. 2012. “Designing for Individuals: Usable Touch-Screen Interaction Through Shared User Models.” In *Proceedings of the 14th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 151–58. ASSETS '12. New York, NY, USA: ACM.
- Navarro, René F., and Jesús Favela. 2011. “Usability Assessment of a Pervasive System to Assist Caregivers in Dealing with Repetitive Behaviors of Patients with Dementia.” In *Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 28:1–28:8. PETRA '11. New York, NY, USA: ACM.
- Nielsen, Jakob. 1993. *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Nudelman, Greg. 2013. *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. John Wiley & Sons.
- Robertson, Suzanne, and James Robertson. 2012. *Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right*. Addison-Wesley.

- Rosnita Baharuddin, Dalbir Singh, and Rozilawati Razali. 2013. "Usability Dimensions for Mobile applications—A Review." *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 5 (6): 2225–31.
- Silva, Paula Alexandra, Philipp Jordan, and Kelly Holden. 2014. "Something Old, Something New, Something Borrowed: Gathering Experts' Feedback While Performing Heuristic Evaluation with a List of Heuristics Targeted at Older Adults." In *Proceedings of the 2014 Workshops on Advances in Computer Entertainment Conference*, 19:1–19:8. ACE '14 Workshops. Funchal, Portugal: ACM.
- Toval, Ambrosio, Begoña Moros, Joaquin Nicolas, and Joaquin Lasheras. 2008. "Eight Key Issues for an Effective Reuse-Based Requirements Process." *Comput. Syst. Sci. Eng.* 23.
- Toval, Ambrosio, Joaquín Nicolás, Begoña Moros, and Fernando Garcia. 2002. "Requirements Reuse for Improving Information Systems Security: A Practitioner's Approach." *Requir. Eng.* 6 (4): 205–19.
- Vedanthan, Rajesh, Evan Blank, Nelly Tuikong, Jemima Kamano, Lawrence Misoi, Deborah Tulienge, Claire Hutchinson, et al. 2015. "Usability and Feasibility of a Tablet-Based Decision-Support and Integrated Record-Keeping (DESIRE) Tool in the Nurse Management of Hypertension in Rural Western Kenya." *International Journal of Medical Informatics* 84 (3): 207–19.
- W3C. 2008. "Mobile Web Best Practices 1.0." Recommendation. July 29. <http://www.w3.org/TR/mobile-bp/>.
- World Wide Web Consortium. 2010. "Mobile Web Application Best Practices." Recommendation. December 14. <http://www.w3.org/TR/mwabp/>.
- Xu, Jing, Xiang Ding, Ke Huang, and Guanling Chen. 2014. "A Pilot Study of an Inspection Framework for Automated Usability Guideline Reviews of Mobile Health Applications." In *Proceedings of the Wireless Health 2014 on National Institutes of Health*, 7:1–7:8. WH '14. Bethesda, MD, USA: ACM.
- Zapata, Belén Cruz, José Luis Fernández-Alemán, Ali Idri, and Ambrosio Toval. 2015. "Empirical Studies on Usability of mHealth Apps: A Systematic Literature Review." *Journal of Medical Systems* 39 (2): 1–19.
- Zapata, Belén Cruz, Antonio Hernández Niñirola, Ali Idri, José Luis Fernández-Alemán, and Ambrosio Toval. 2014. "Mobile PHRs Compliance with Android and iOS Usability Guidelines." *Journal of Medical Systems* 38 (8): 1–16.

## 3 SPECIFIC REQUIREMENTS

---

*[[This section of the SRS should contain all of the software requirements to a level of detail sufficient to enable designers to design a system to satisfy those requirements, and testers to test that the system satisfies those requirements. Throughout this section, every stated requirement should be externally perceivable by users, operators, or other external systems. These requirements should include at a minimum a description of every input (stimulus) into the system, every output (response) from the system, and all functions performed by the system in response to an input or in support of an output. As this is often the largest and most important part of the SRS, the following principles apply:*

- a) Specific requirements should be stated in conformance with all the characteristics of a good SRS such as completion, traceability, and so on.*
- b) Specific requirements should be cross-referenced to earlier documents that relate.*
- c) All requirements should be uniquely identifiable.*
- d) Careful attention should be given to organizing the requirements to maximize readability.]]*

### 3.1 External interface requirements

*[[This should be a detailed description of all inputs into and outputs from the software system. It should complement the interface descriptions and should not repeat information there.*

*It should include both content and format as follows:*

- a) Name of item;*
- b) Description of purpose;*
- c) Source of input or destination of output;*
- d) Valid range, accuracy, and/or tolerance;*
- e) Units of measure;*
- f) Timing;*
- g) Relationships to other inputs/outputs;*
- h) Screen formats/organization;*
- i) Window formats/organization;*
- j) Data formats;*
- k) Command formats;*

l) *End messages.]]*

### **3.1.1 User interfaces**

Not described.

### **3.1.2 Hardware interfaces**

Not described.

### **3.1.3 Software interfaces**

Not described.

### **3.1.4 Communications interfaces**

Not described.

## **3.2 Functions**

*[[Functional requirements should define the fundamental actions that must take place in the software in accepting and processing the inputs and in processing and generating the outputs. These are generally listed as “shall” statements starting with “The system shall...”.*

*These include:*

- a) Validity checks on the inputs*
- b) Exact sequence of operations*
- c) Responses to abnormal situations, including: overflow, Communication facilities, error handling and recovery*
- d) Effect of parameters*
- e) Relationship of outputs to inputs, including Input/output sequences and formulas for input to output conversion.*

*It may be appropriate to partition the functional requirements into subfunctions or subprocesses. This does not imply that the software design will also be partitioned that way.]]*

## **3.3 Usability requirements**

*[[This section is concerned with requirements that make the product usable and ergonomically acceptable to its hands-on users.]]*

### 3.3.1 Ease of use requirements

*[[This section describes your client's aspirations for how easy it is for the intended users of the product to operate it. The product's usability is derived from the abilities of the expected users of the product and the complexity of its functionality.]]*

[USB-01] The app shall have a main screen that shall be loaded when the app first starts.

[USB-02] A functional main app screen shall be loaded immediately.

[USB-02.1] A functional main app screen shall be loaded immediately without any splash screen.

[USB-02.2] A functional main app screen shall be loaded immediately without any start-up experience.

[USB-02.3] Authentication shall be delayed until it is strictly necessary.

[USB-02.4] Disclaimers or agreements shall be delayed until it is strictly necessary.

[USB-03] Multi-selection shall be provided to act on collections of elements.

[USB-04] Focus shall jump automatically from one selectable component to the next one.

[USB-05] Keyboard types shall be specified for text fields.

[USB-06] Small elements shall be avoided.

[USB-06.1] Size of touch target elements shall be at least [number of pixels].

[USB-06.2] Space between touch target elements shall be at least [number of pixels].

[USB-07] Medium or big font sizes shall be used.

[USB-07.1] Font sizes shall be at least [number of pixels].

[USB-07.2] Line heights shall be at least [number of pixels].

[USB-08] Screens shall have the same functionality regardless of orientation.

[USB-08.1] Screens shall be adapted to horizontal orientation, or

[USB-08.2] Screens shall disable horizontal orientation.

[USB-09] Different screen sizes and densities shall be supported.

[USB-09.1] Graphical elements shall be adapted to at least the following different screen sizes: [generalized screen sizes].

[USB-09.2] Icons and images shall be provided in at least the following different densities: [generalized densities].

[USB-10] The colour of components shall contrast with the background with a minimum contrast ratio of [minimum contrast ratio – 4.5:1].

[USB-11] Visual interruptions shall be avoided.

[USB-11.1] Dialog boxes shall be avoided.

- [USB-11.2] Popover menus shall be used instead of dialog boxes whenever possible.
- [USB-11.3] Popover menus shall appear adjacent to or just below the controls that trigger them.
- [USB-12] Only one top-level navigation pattern shall be used.
  - [USB-12.1] A tab bar shall be used as a top-level navigation system if there are up to three top-level views.
  - [USB-12.2] Navigation drawers shall be used as a top-level navigation system if there are more than three top-level views.
- [USB-13] Navigation drawers shall include the top-level views.
  - [USB-13.1] Actions shall not be included in navigation drawers.
  - [USB-13.2] Views included in a navigation drawer shall have a navigation drawer indicator in the action bar to be able to open the navigation drawer again.
- [USB-14] Lists shall not be used as a top-level navigation system.
  - [USB-14.1] Lists shall only be used in second and third navigation levels.
- [USB-15] Springboards/launchpads shall not be used as a top-level navigation system.
- [USB-16] All navigation options shall be visible in the screen without the need of scrolling.
- [USB-17] Toolbars shall be used to provide users with the most useful actions.
- [USB-18] Spinners shall be used to switch between different views of the same data set or data sets of the same type.
- [USB-19] Action bars shall be displayed in all screens.
- [USB-20] Action bars shall provide consistent navigation.
  - [USB-20.1] Navigation shall be consistent when moving between hierarchical screens.
  - [USB-20.2] Navigation shall be predictable.
  - [USB-20.3] Navigation shall be reliable.
- [USB-21] Complex navigation levels shall be avoided.

### 3.3.2 Personalization and internationalization requirements

*[[This section describes the way in which the product can be altered or configured to take into account the user's personal preferences or choice of language.]]*

- [USB-22] User preferences shall be learned over time.
- [USB-23] Data changed on one device shall be consistent on other devices.
- [USB-24] User credentials shall be remembered.
- [USB-25] An option to sign-in automatically on next session shall be provided.

- [USB-25.1] A sign-out option shall be provided.
- [USB-26] User credentials valid on one device shall be valid on other devices.
- [USB-27] App state shall be remembered.
  - [USB-27.1] User's progress shall be maintained when the user leaves the app and returns to it later.
  - [USB-27.2] User's progress shall be maintained when the screen changes its orientation.
- [USB-28] App preferences shall be provided.
  - [USB-28.1] Lists with more than [number of settings - 8] settings shall group them in sections.
- [USB-29] The vocabulary used shall correspond to the target users' vocabulary.
  - [USB-29.1] Medical terms and technical jargon shall be avoided.
- [USB-30] The app shall support the user's languages.
  - [USB-30.1] Font weights shall be adapted to the language script type.
  - [USB-30.2] Font sizes shall be adapted to the language script type.
  - [USB-30.3] Text line heights shall be adapted to the language script type.
- [USB-31] Dates and times shall consider the user's time zone.
- [USB-32] Dates and times shall be formatted considering the user's language.
- [USB-33] Currency values shall use the user's currency unit and format.
- [USB-34] Measure values shall use the user's region unit and format.

### 3.3.3 Learning requirements

*[[These requirements specify how easy it should be to learn to use the product. The learning curve ranges from zero time for products intended for placement in the public domain (e.g., a parking meter or a website) to a considerable amount of time for complex, highly technical products. (We know of one product where it was necessary for graduate engineers to spend 18 months in a training program before being qualified to use the product.)]]*

- [USB-35] Tasks with a high objective task complexity shall be separated into smaller steps.
- [USB-36] Screens shall be divided into different areas in terms of functions.
  - [USB-36.1] Functional areas shall be distinguished.
  - [USB-36.2] Functional areas shall not overlap.
- [USB-37] Screens shall be simple.
  - [USB-37.1] The overall screen information density shall not exceed [percentage of information density - 30%].
  - [USB-37.2] A single screen shall contain no more than [maximum number of

- commands] commands.
- [USB-38] Writing style shall be simple.
    - [USB-38.1] Short phrases shall be used.
    - [USB-38.2] Abbreviations in texts shall not be used.
  - [USB-39] Writing style shall be informal.
    - [USB-39.1] Second person shall be used to talk to the user.
    - [USB-39.2] Common contractions shall be used if they do not make a sentence harder to understand.
  - [USB-40] Texts shall have around 60 characters per line.
  - [USB-41] Terminology shall be consistent throughout the app.
  - [USB-42] Present tense shall be used.
  - [USB-43] Absolute words shall be avoided.
  - [USB-44] Exclamation marks shall be avoided.
  - [USB-45] Numerals shall be used to represent numbers.
  - [USB-46] Fonts shall be consistent throughout the app.
    - [USB-46.1] Only a single text font shall be used in the app.
    - [USB-46.2] A maximum of [maximum number of font sizes] different font sizes shall be used throughout the app.
  - [USB-47] Pictures shall be used to explain ideas if possible.
  - [USB-48] Short and descriptive page titles shall be provided.
  - [USB-49] Non-essential options shall be hidden.
  - [USB-50] Non-available options shall be hidden.
  - [USB-51] Empty states shall be avoided.
    - [USB-51.1] Starter content shall be provided instead of an empty state.
  - [USB-52] Content shall be the focal point of the start screen.
  - [USB-53] Content shall fit the screen without zooming or scrolling horizontally.
  - [USB-54] Scrolling shall be limited to one direction.
  - [USB-55] The same information shall be displayed in the same location on all the screens of the app.
  - [USB-56] The same information shall be formatted in the same way on all the screens of the app.
  - [USB-57] Complex choices for the user shall be avoided.
  - [USB-58] Free text inputs shall be avoided.
  - [USB-59] Free text inputs shall describe the required format or provide an example.
  - [USB-60] Free text inputs shall provide one-click delete option.
  - [USB-61] Dropdown menus, lists or pickers with prewritten options shall be provided to users when making a choice.

- [USB-62] Pre-selected default values shall be provided where possible.
- [USB-63] Dependency on complex gestures shall be avoided.
  - [USB-63.1] Complex gestures shall not be the only way to perform a task.
  - [USB-63.2] Complex gestures shall be used to facilitate tasks.
- [USB-64] Monotonous interfaces shall be avoided.
- [USB-65] A tutorial at the start of complex apps or tasks shall be included to guide users.
  - [USB-65.1] Tutorials shall only include the information that users need to start.
  - [USB-65.2] Tutorials shall provide an option to skip them.

### 3.3.4 Understandability and politeness requirements

*[[This section specifies the requirement for the product to be understood by its users. Understandability determines whether the users instinctively know what the product will do for them and how it fits into their view of the world. You can think of understandability as the product being polite to its users and not expecting them to know or learn things that have nothing to do with their business problem. Another aspect of politeness is that the product should not expect the user to input any information to which the product already has access.]]*

- [USB-66] Pre-defined icons for the target platform shall be used for common actions.
  - [USB-66.1] Simple and meaningful icons shall be used.
- [USB-67] Components with similar functions shall look similar.
- [USB-68] Menus shall not contain more than [maximum number of choices] options.
  - [USB-68.1] Menus shall split options into related groups.
- [USB-69] Different actions for standard gestures shall be avoided.
- [USB-70] Different gestures to invoke actions associated to standard gestures shall be avoided.
- [USB-71] Elements shall react to user's gestures.
  - [USB-71.1] Elements shall change its colour or illumination to react to user's gestures.
- [USB-72] Colours shall be used to convey meaning.
  - [USB-72.1] Colours shall not be the only way to convey meaning.
  - [USB-72.2] Red colour shall only be used to indicate warning information.
  - [USB-72.3] Yellow colour shall be used to indicate caution information.
- [USB-73] Hints shall be included in text fields.

- [USB-74] Confirming messages shall display warning information related to actions that the user needs to consider.
- [USB-75] Acknowledging messages shall let users know that the action they have invoked has been completed.
- [USB-76] Long tasks shall indicate non-stationary activity indicators.
- [USB-76.1] Percentage progress indicators shall be used for tasks taking more than 10 seconds.
- [USB-77] Errors shall be clearly communicated.
- [USB-78] Errors shall describe how users can resolve them.
- [USB-79] Errors shall provide a way to navigate back to useful information.

### 3.3.5 Accessibility requirements

*[[These requirements specify how easy it should be for people with common disabilities to access the product. These disabilities might be related to physical disability or visual, hearing, cognitive, or other abilities.]]*

Not described.

### 3.4 Performance requirements

*[[This subsection should specify both the static and the dynamic numerical requirements placed on the software or on human interaction with the software as a whole. Static numerical requirements may include the following:*

*[EOU-01] The number of terminals to be supported;*

*[EOU-02] The number of simultaneous users to be supported;*

*[EOU-03] Amount and type of information to be handled.*

*Static numerical requirements are sometimes identified under a separate section entitled Capacity. Dynamic numerical requirements may include, for example, the numbers of transactions and tasks and the amount of data to be processed within certain time periods for both normal and peak workload conditions.*

*All of these requirements should be stated in measurable terms.]]*

Not described.

### 3.5 Logical database requirements

*[[This should specify the logical requirements for any information that is to be placed into a database. This may include the following:*

*[EOU-01] Types of information used by various functions;*

[EOU-02] *Frequency of use;*

[EOU-03] *Accessing capabilities;*

[EOU-04] *Data entities and their relationships;*

[EOU-05] *Integrity constraints;*

[EOU-06] *Data retention requirements.*

## **3.6 Design constraints**

*[[This subsection should specify design constraints imposed by other standards, company policies, hardware limitation, etc. that will impact this software project.]]*

### **3.6.1 Standards compliance**

*[[This subsection should specify the requirements derived from existing standards or regulations. They may include the following:*

- a) Report format;*
- b) Data naming;*
- c) Accounting procedures;*
- d) Audit tracing.]]*

Not described.

## **3.7 Software system attributes**

*[[There are a number of attributes of software that can serve as requirements. It is important that required attributes be specified so that their achievement can be objectively verified.]]*

### **3.7.1 Reliability**

*[[This should specify the factors required to establish the required reliability of the software system at time of delivery.]]*

Not described.

### **3.7.2 Availability**

*[[This should specify the factors required to guarantee a defined availability level for the entire system such as checkpoint, recovery, and restart.]]*

Not described.

### **3.7.3 Security**

*[[This should specify the factors that protect the software from accidental or malicious access, use, modification, destruction, or disclosure. Specific requirements in this area could include the need to:*

- a) Utilize certain cryptographical techniques;*
- b) Keep specific log or history data sets;*
- c) Assign certain functions to different modules;*
- d) Restrict communications between some areas of the program;*
- e) Check data integrity for critical variables.]]*

Not described.

### **3.7.4 Maintainability**

*[[This should specify attributes of software that relate to the ease of maintenance of the software itself. There may be some requirement for certain modularity, interfaces, complexity, etc. Requirements should not be placed here just because they are thought to be good design practices.]]*

Not described.

### **3.7.5 Portability**

*[[This should specify attributes of software that relate to the ease of porting the software to other host machines and/or operating systems. This may include the following:*

- a) Percentage of components with host-dependent code;*
- b) Percentage of code that is host dependent;*
- c) Use of a proven portable language;*
- d) Use of a particular compiler or language subset;*
- e) Use of a particular operating system.]]*

Not described.

### **3.8 Supporting information**

*[[The supporting information makes the SRS easier to use]]*

Not described.

## 4 VERIFICATION

---

## 5 APPENDIXES

---

*[[The appendixes are not always considered part of the actual SRS and are not always necessary. They may include:*

- a) Sample input/output formats, descriptions of cost analysis studies, or results of user surveys.*
- b) Supporting or background information that can help the readers of the SRS.*
- c) A description of the problems to be solved by the software.*
- d) Special packaging instructions for the code and the media to meet security, export, initial loading, or other requirements.*

*When appendixes are included, the SRS should explicitly state whether or not the appendixes are to be considered part of the requirements.]]*



## ACRÓNIMOS

**CE:** Criterios de Exclusión

**CI:** Criterios de Inclusión

**CORE:** Conference Ranking Exercise

**CPS:** Carpetas Personales de Salud

**DP:** Density independent pixel

**DS:** Desviación Estándar

**DSDM:** Dynamic Systems Development Method

**EB:** Exabytes

**EHR:** Electronic Health Record

**FTC:** Federal Trade Commission

**GB:** Gigabytes

**HCE:** Historias Clínicas Electrónicas

**HIMSS:** Healthcare Information and Management Systems Society

**HIPAA:** Health Insurance Portability and Accountability Act

**IDC:** International Data Corporation

**IEC:** International Electrotechnical Commission

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**INCOSE:** International Council on Systems Engineering

**IM:** Ingeniería Móvil

**IR:** Ingeniería de Requisitos

**IRS:** Interface Requirements Specification

**ISO:** International Organization for Standardization

**IU:** Interfaz de Usuario

**JCR:** Journal Citation Reports

**JMS:** Journal of Medical Systems

**LOPD:** Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal

**MB:** Megabytes

**PHR:** Personal Health Records

**PI:** Preguntas de Investigación

**PICO:** Population, Intervention, Comparison, Outcome

**PRISMA:** Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis

**PUID:** Project Unique Identification

**RSL:** Revisión Sistemática de la Literatura

**SGSI:** Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información

**SIREN:** Simple REuse of software requiremeNts

**SRCCP:** Seoul Rehabilitation Centre for the Cerebral Palsied

**SRS:** Software Requirements Specification

**SSL:** Secure Sockets Layer

**STS:** Software Test Specification

**SUS:** Systems Usability Scale

**SyRS:** System Requirements Specification

**SyTS:** System Test Specification

**UCS:** Urgent Communication System

**USB-AM:** Usability Audit Method

**USB-CAT:** Usability Catalog

**W3C:** World Wide Web Consortium

**XP:** Extreme Programming

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Android:** Sistema operativo diseñado para dispositivos móviles como smartphones, televisiones, relojes o coches.

**Android Studio:** Entorno de desarrollo integrado oficial para Android.

**Autenticación biométrica:** Tipo de autenticación basada en el reconocimiento de las características humanas.

**Barra de acción:** Parte de la interfaz de usuario que habitualmente muestra la localización del usuario en la aplicación, mantiene una navegación consistente, y proporciona botones de acción.

**Barra de pestañas:** Control de la interfaz de usuario que contiene un conjunto de pestañas.

**Cajón:** Panel de la interfaz de usuario que contiene un conjunto de elementos.

**Campo de texto libre:** Control de la interfaz de usuario que recibe datos insertados por el usuario mediante el teclado.

**Carpetas Personales de Salud:** Herramienta en la que la información de salud de un paciente es mantenida por el propio paciente.

**Cookie:** Pequeña pieza de información enviada desde un sitio web y que es almacenada en el ordenador del usuario por el navegador web.

**Density independent pixel:** Medida física que representa la abstracción de un pixel, la cual es transformada por el sistema a un píxel físico.

**eHealth:** El uso de internet para acceder a información médica.

**Estado vacío:** Estado en el que no hay contenido a mostrar en una vista, como una lista sin elementos.

**Historias Clínicas Electrónicas:** Colección sistematizada de los datos de salud de un paciente almacenada en formato digital.

**Indicador de actividad:** Control de la interfaz de usuario que indica que se está ejecutando una tarea que tarda un cierto tiempo.

**Ingeniería de requisitos:** Proceso de definir, documentar y mantener requisitos.

**iOS:** Sistema operativo distribuido en los dispositivos móviles de Apple, como iPhone o iPad.

**Launcher:** Aplicación que permite cambiar ciertas características del sistema como iconos, fuentes, colores, y organización, especialmente en la pantalla principal.

**Launchpad:** Patrón que muestra una pantalla que contiene las opciones que son los puntos de entrada de una aplicación.

**Menú desplegable:** Control de la interfaz del usuario para seleccionar una lista de opciones que se extienden hacia abajo en un menú vertical.

**mHealth:** Práctica de la medicina apoyada por dispositivos móviles.

**Navegación:** Proceso de moverse entre las pantallas de una aplicación.

**Orientación del dispositivo:** Estado que representa la orientación física de un dispositivo. Un dispositivo puede estar en posición vertical u horizontal.

**Patrón Estructural:** Forma habitual de estructurar una aplicación.

**Política de privacidad:** Documento legal que revela las formas en las que los datos de un usuario son recogidos, usados, divulgados, y gestionados.

**Scroll:** Gesto sobre una pantalla táctil en la que un dedo se desliza de forma vertical u horizontal en un solo sentido siguiendo el contenido de la pantalla.

**Smartphone:** Dispositivo móvil con una capacidad de computación y conectividad avanzada, y que usa una pantalla táctil como modo de entrada.

**Usabilidad:** Facilidad con la que los usuarios pueden usar un dispositivo tecnológico para lograr un objetivo en particular.

**Xcode:** Entorno de desarrollo integrado de Apple de desarrollo de software para macOS, iOS, watchOS y tvOS.

