



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
(SISTEMAS E INFORMÁTICA)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

**TEMA: “ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE MÉTRICAS DE ACCESIBILIDAD DE
APLICATIVOS MÓVILES PARA PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL: CASO
MILNOVA”**

AUTOR: ZAMBRANO QUILACHAMÍN, ERICK JORDAN

DIRECTOR: FONSECA CARRERA EFRAÍN RODRIGO

SANGOLQUÍ, 2019

CERTIFICADO DEL DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA
CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE MÉTRICAS DE ACCESIBILIDAD DE APLICATIVOS MÓVILES PARA PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL: CASO MILNOVA" fue realizado por el señor ERICK JORDAN ZAMBRANO QUILACHAMÍN, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 04 de febrero del 2019



Dr. Efraín R. Fonseca C

DIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, ZAMBRANO QUILACHAMÍN ERICK JORDAN con cédula de identidad N°1721557823, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE MÉTRICAS DE ACCESIBILIDAD DE APLICATIVOS MÓVILES PARA PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL: CASO MILNOVA"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangoquí, 04 de febrero del 2019

ZAMBRANO QUILACHAMÍN
ERICK JORDAN
C.C. 1721557823

AUTORIZACIÓN



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA
AUTORIZACIÓN**

Yo, **ZAMBRANO QUILACHAMÍN ERICK JORDAN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "**ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE MÉTRICAS DE ACCESIBILIDAD DE APLICATIVOS MÓVILES PARA PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL: CASO MILNOVA**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangoquí, 04 de febrero del 2019

**ZAMBRANO QUILACHAMÍN
ERICK JORDAN
C.C. 1721557823**

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía para superar los momentos difíciles y llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis padres por su sacrificio y esfuerzo, a mi querido hermano por brindarme cariño y amor en todo momento.

A mi abuelita Mariana que siempre me demuestra que hay que trabajar duro para conseguir grandes logros y a mis abuelitos que siempre me cuidan desde el cielo.

A toda mi familia que son mi alegría y siempre cuento con su apoyo.

A mis profesores quienes me brindaron su conocimiento sin esperar nada a cambio.

A mis amigos de universidad y colegio que supieron brindarme su amistad y apoyo en los momentos difíciles.

A todas aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome para cumplir mi sueño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por entregarme salud para vivir con las personas que quiero, mi familia, mis amigos.

A mis padres, a mi hermano, a toda mi familia y amigos, por todo el cariño y aprecio que supieron brindarme para alcanzar esta meta.

A la Universidad de la Fuerzas Armadas por permitirme vivir muchas experiencias en sus aulas y ayudarme a ser un profesional capaz de resolver cualquier problema que se presente.

A mi director de tesis Dr. Efraín R. Fonseca C., por guiarme en todo momento y brindarme su tiempo para poder desarrollar este proyecto de titulación.

Al Teniente Rolando Reyes por todas sus enseñanzas, por su motivación y excelente asesoramiento en la realización de este proyecto de titulación.

A todos los profesores quienes me inculcaron su enseñanza para poder desarrollarme el ámbito profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DEL DIRECTOR	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLA	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Alcance	5
1.6 Hipótesis	7
CAPITULO II	7
MARCO METODOLOGICO	7
2.1 Metodología	7
2.2 Marco Teórico	10
2.3 Estado del arte	17
CAPITULO III	24
REVISIÓN DE LITERATURA PRELIMINAR	24
3.1 Revisión de literatura preliminar	24
3.1.1 Planning the review	26

3.1.1.1 Identification of the need for a review	26
3.1.1.2 Specifying the research question (RQ)	27
3.1.2 Conducting the review	28
3.1.2.1 Identification of research.....	28
3.1.2.2 Selection of studies	42
3.1.2.3 Study quality assessment	46
3.1.2.4 Data extraction and synthesis.....	49
CAPITULO IV	75
PRODUCTO SOFTWARE	75
4.1. Proceso ágil de desarrollo	75
4.2. Requerimientos Funcionales y No Funcionales	79
4.2.1 Requerimientos Funcionales (RF)	80
4.2.2 Requerimientos no Funcionales (RNF).....	80
4.3. Diagramas de Navegación	94
4.4 Arquitectura del sistema Hunter-Cicte	95
4.6 Panel de Sprint.....	97
4.7 Métricas de usabilidad y/o accesibilidad en el desarrollo móvil.....	124
CAPITULO V	127
EVALUACIÓN	127
5.1 Técnica Observación Directa.....	127
5.2 Técnica Información Post-Test	127
5.3 Encuesta SUS.....	128
CAPITULO VI	180
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
6.1 Conclusiones.....	180
6.2 Recomendaciones.....	181
6.3 Trabajos Futuros	182

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 <i>Metodología de Investigación</i>	8
Tabla 2 <i>Validación Grupo de Control</i>	31
Tabla 3 <i>Lista del Grupo de control</i>	34
Tabla 4 <i>Lista de palabras</i>	39
Tabla 5 <i>Estudios Recuperados</i>	42
Tabla 6 <i>Artículos Seleccionados</i>	45
Tabla 7 <i>Estudios Primarios</i>	49
Tabla 8 <i>Métricas por estudio</i>	65
Tabla 9 <i>Código métrica agrupada</i>	68
Tabla 10 <i>Métrica vs Año</i>	70
Tabla 11 <i>Métricas no agrupadas</i>	71
Tabla 12 <i>Requerimientos Funcionales</i>	80
Tabla 13 <i>Requerimientos No Funcionales</i>	80
Tabla 14 <i>Historia de Usuario HXHC001</i>	82
Tabla 15 <i>Historia de Usuario HXHC002</i>	84
Tabla 16 <i>Historia de Usuario HXHC003</i>	85
Tabla 17 <i>Historia de Usuario HXHC004</i>	86
Tabla 18 <i>Historia de Usuario HXHC005</i>	88
Tabla 19 <i>Historia de Usuario HXHC006</i>	90
Tabla 20 <i>Historia de Usuario HXHC007</i>	92
Tabla 21 <i>Actor Representante</i>	99
Tabla 22 <i>Caso de uso Autenticarse</i>	121
Tabla 23 <i>Caso de uso Visualizar misiones</i>	118
Tabla 24 <i>Caso de uso Visualización de militares</i>	115
Tabla 25 <i>Caso de uso Localización de militares</i>	103
Tabla 26 <i>Caso de uso Temperatura militares</i>	106
Tabla 27 <i>Caso de uso Presión militares</i>	107
Tabla 28 <i>Caso de uso Ritmo Cardíaco militares</i>	108

Tabla 29 <i>Tarea Localización-Temperatura-Presión</i>	148
Tabla 30 <i>Tarea Localización-Temperatura-Ritmo Cardíaco</i>	149
Tabla 31 <i>Tarea Localización-Presión-Ritmo Cardíaco</i>	150
Tabla 32 <i>Tarea Localización-Temperatura-Presión</i>	151
Tabla 33 <i>Tarea Localización-Temperatura-Ritmo Cardíaco</i>	153
Tabla 34 <i>Tarea Localización – Presión – Ritmo Cardíaco</i>	155
Tabla 35 <i>Encuesta Sus</i>	165
Tabla 36 <i>Ejemplo EncuestaSus</i>	166
Tabla 37 <i>Problemas de usabilidad</i>	168
Tabla 38 <i>Recomendaciones</i>	170
Tabla 39 <i>Resultados Encuesta Sus</i>	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Variable Independiente</i>	11
Figura 2 <i>Variable Dependiente</i>	11
Figura 3 <i>Fases y Etapas</i>	26
Figura 4 <i>Grupo de control</i>	29
Figura 5 <i>Identification and selection keywords</i>	37
Figura 6 <i>Depuración de artículos candidatos</i>	44
Figura 7 <i>Evaluación</i>	48
Figura 8 <i>Evaluaciones</i>	48
Figura 9 <i>Métricas PS1</i>	51
Figura 10 <i>GDQA Model with ISO/IEC 9216</i>	52
Figura 11 <i>Métricas PS2</i>	54
Figura 12 <i>Atributos</i>	55
Figura 13 <i>Atributos</i>	55
Figura 14 <i>Framework del modelo de usabilidad</i>	57
Figura 15 <i>Métricas y Framework del modelo de usabilidad del estudio PS3</i>	58
Figura 16 <i>Modelo de evaluación de usabilidad</i>	59
Figura 17 <i>Métricas PS4</i>	60
Figura 18 <i>Métrica PS5</i>	62

Figura 19 Cuadro comparativo de investigación en sistemas inclusivos	63
Figura 20 Métricas de usabilidad para la obtención de requisitos de software inclusivo	64
Figura 21 Métricas Agrupadas	68
Figura 22 Métrica vs Año	70
Figura 23 Proceso Ágil Scrum	78
Figura 24 Diagramas de Navegación	94
Figura 25 Arquitectura del sistema Hunter-Cicte	95
Figura 26 Cronograma Sprint	97
Figura 27 Caso de uso general	100
Figura 28 Modelo de base de datos	102
Figura 29 Diagrama de secuencia Visualizar localización	104
Figura 30 Localización GPS	105
Figura 31 Diagrama de secuencia Visualizar temperatura	109
Figura 32 Visualizar Temperatura	110
Figura 33 Diagrama de secuencia Visualizar Presión	111
Figura 34 Visualizar Presión	112
Figura 35 Diagrama de secuencia Visualizar Ritmo Cardíaco	113
Figura 36 Visualizar Ritmo Cardíaco	114
Figura 37 Diagrama de secuencia Visualizar militares	116
Figura 38 Visualizar militares	117
Figura 39 Diagrama de secuencia Visualizar misiones	119
Figura 40 Visualizar Misiones	120
Figura 41 Diagrama de secuencia Autenticación de usuario	122
Figura 42 Inicio de Sesión	123
Figura 43 Usabilidad sus	128
Figura 44 Splash Screen	130
Figura 45 Inicio de Sesión	131
Figura 46 Visualizar Misiones	132
Figura 47 Visualizar militares	133
Figura 48 Visualizar tareas	134
Figura 49 Localización GPS	135
Figura 50 Reporte Localización	136

Figura 51 Visualizar Temperatura.....	137
Figura 52 Visualizar Presión	138
Figura 53 Visualizar Ritmo Cardíaco.....	139
Figura 54 Pregunta 1	171
Figura 55 Pregunta 2.....	172
Figura 56 Pregunta 3.....	173
Figura 57 Pregunta 4.....	174
Figura 58 Pregunta 5.....	175

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo identificar estudios primarios que reporten métricas de usabilidad y/o accesibilidad aplicable al desarrollo y evaluación de sistemas móviles, incluyendo las necesidades de las personas con deficiencias visuales (PDV). Se llevó a cabo una Revisión de Literatura Preliminar (PLR) basada en las directrices de una Revisión Sistemática de Literatura (SLR). Como resultado se obtienen 6 estudios primarios que reportan 73 métricas para apps, las cuales fueron agrupadas en 8 contextos de usabilidad: Contenido visual, eficacia, navegabilidad, eficiencia, aprendizaje, satisfacción, comprensión y accesibilidad. Se inició el desarrollo e implementación de una aplicación móvil siguiendo Scrum y utilizando las métricas identificadas para validar la mejora de la usabilidad y accesibilidad de la aplicación para las PDV. Posteriormente se evalúa la usabilidad específicamente las métricas de Contenido visual, eficacia, navegabilidad, comprensión y aprendizaje de la aplicación móvil a través de una encuesta a las PDV de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

PALABRAS CLAVE:

- **USABILIDAD**
- **ACCESIBILIDAD**
- **MÉTRICAS**
- **INGENIERÍA DE SOFTWARE**
- **REVISIÓN DE LITERATURA**

ABSTRACT

The objective of this thesis is to identify primary studies that report usability and / or accessibility metrics applicable to the development and evaluation of mobile systems, including the needs of people with visual deficiencies (PDV). A Preliminary Literature Review (PLR) based on the guidelines of a Systematic Literature Review (SLR) was carried out. As a result, we obtain six primary studies that report 73 metrics for apps, which were grouped into eight usability contexts: visual content, efficiency, navigability, efficiency, learning, satisfaction, understanding and accessibility. The contexts of greater relevance are Visual content, efficiency, navigability, comprehension and accessibility. The development and implementation of a mobile application was started following Scrum and using the metrics identified to validate the improvement of the usability and accessibility of the application for the POS. Subsequently, the usability is evaluated specifically the visual content, efficiency, navigability, comprehension and learning metrics of the mobile application through a survey of the PDV of the University of the Armed Forces.

KEYWORDS:

- **USABILITY**
- **ACCESSIBILITY**
- **METRIC**
- **SOFTWARE ENGINEERING**
- **LITERATURE-REVIEW**

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad hay más de 6.1 mil millones de usuarios móviles en todo el mundo y para el año del 2020 se pronostica que esta cantidad aumente a más de 6.9 mil millones (The Statistics Portal, 2018). En Ecuador en 2017 la tenencia del teléfono inteligente subió del 52.9% al 63.6% en relación con el año 2016; es decir, creció 10.7 puntos (INEC, Instituto Nacional de estadística y censos, 2017); lo que significa que las aplicaciones móviles han debido mejorarse significativamente para responder adecuadamente a la demanda de un número de usuarios cada vez más grande (Dra. Casas & Lic. Gabri, 2013).

Sin embargo, las personas con discapacidades visuales y auditivas no pueden explotar toda la potencialidad de las aplicaciones móviles existentes (Borba Campos, Sánchez, & Juliana , 2015). En este trabajo consideramos como sujetos de estudio únicamente a las personas con deficiencias visuales moderadas (PDVM), entendiéndose como PDVM a aquellas que les resulta difícil acceder a ciertas propiedades de la interfaz gráfica del aplicativo donde el texto e imagen suelen ser pequeños, o no acordes a su deficiencia visual.

Unas de las características que los desarrolladores utilizan para medir la calidad del software son la accesibilidad y la usabilidad (Ramos Tuitise , 2017). La usabilidad es

un atributo de calidad muy importante dentro del desarrollo de software que se refiere a la facilidad con que las personas pueden utilizar un sistema; mientras que la accesibilidad, indica la facilidad con la que un usuario puede usar una aplicación de software; es decir, describe como la aplicación móvil es percibida, entendida, interactuada y navegada por los usuarios (ISO/IEC 25000, 2018). Se debe tener en cuenta que la mayoría de aplicaciones no han sido diseñadas desde la perspectiva de la accesibilidad o usabilidad para las PDVM, por ejemplo, las aplicaciones móviles no ofrecen variedad de interfaces que se adapten a los requerimientos de este tipo de usuarios (Sonal & Chhangani, 2014).

Las PDVM se enfrentan a distintas barreras interpuestas por las aplicaciones móviles, dado que no fueron construidas para este tipo de personas. Existen barreras relacionadas con el estilo de página (colores, tamaño, imágenes, audio y video); y, por otro lado, están las barreras vinculadas a la disposición de la información (layout). Estas últimas son difíciles de detectar porque se requiere evaluar la forma en que se percibe una página según su estructura de información (Sloan, Kelly, Heath, Patrie, & Hamilt, 2006). Las barreras mencionadas han motivado el desarrollo de prototipos y el uso de nuevas alternativas tecnológicas que tomen en cuenta a las PDVM (Dra. Casas & Lic. Gabri, 2013).

En las Fuerzas Armadas del Ecuador se pueden encontrar distintos rangos de militares, en este estudio se toma en cuenta exclusivamente militares de altos rangos los cuales son: general, coronel, mayor, capitán y teniente. Existen militares de altos rangos con deficiencia visual que manejan aplicaciones móviles, pero experimentan

serios problemas de accesibilidad, dado que por ejemplo la interfaz gráfica no es amigable con este tipo de usuarios (CICTE, 2017). Esta situación repercute negativamente en la experiencia del usuario militar y a su vez en el desempeño de sus actividades cotidianas.

El Centro de Investigación Científica y Tecnológica del Ejército (CICTE) se está planteando realizar aplicaciones móviles orientadas a PDVM; sin embargo, el desarrollo de este tipo de aplicaciones ha originado nuevas limitaciones, porque no existe una guía de desarrollo de apps móviles que tome en cuenta la perspectiva de las personas con deficiencia visual; lo que muestra una posible carencia de buenas prácticas de accesibilidad y usabilidad (Cobo, 2013).

1.2 Planteamiento del problema

El CICTE se ha planteado desarrollar el proyecto denominado MilNova¹, el cual busca mejorar las capacidades operativas de las unidades militares, a través de la dotación de tecnología del internet de las cosas (IoT) a sus soldados, para monitorear y visualizar en tiempo real su estado de salud durante las misiones de combate (CICTE, 2017).

Dentro de MilNova se consideró el desarrolló de una aplicación móvil que incluya las necesidades de las PDVM; no obstante, y como se mencionó anteriormente, no se han encontrado lineamientos claros en la literatura para construir aplicaciones móviles tomando en cuenta a este tipo de usuarios (Dr. Adhanom Ghebreyesus, 2018). Entre

¹ Mil que significa en latin Militarius and Nova del inglés New

los usuarios con deficiencia visual existen distintos grados, en este trabajo se consideró únicamente a personas con deficiencia visual moderada (CRPD, 2017), dado que en las fuerzas armadas este tipo de deficiencia es muy común. Esto motivó la presente investigación, lo que se ve reflejado en los objetivos propuestos.

1.3 Justificación

El presente proyecto surgió de los problemas de accesibilidad y usabilidad a los que se enfrentan las PDVM al utilizar aplicaciones móviles, como consecuencia lo que se plantea en este trabajo es diseñar un aplicativo móvil del caso MilNova que utilice métricas de accesibilidad o usabilidad para realizar una adecuada visualización de la información obtenida y la misma pueda ser revisada con facilidad, en cualquier lugar y tiempo que el usuario lo solicite, ya que el principal propósito es el de mejorar la experiencia de las PDVM al utilizar esta aplicación móvil.

En este proyecto se va a probar que al utilizar las métricas de accesibilidad y usabilidad tomando en cuenta las necesidades de las PDVM para la construcción de un aplicativo móvil, el personal militar con deficiencia visual moderada de la universidad ESPE conseguirá una usabilidad aceptable al utilizar la aplicación móvil.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar un estudio empírico sobre las métricas de accesibilidad o usabilidad de aplicativos móviles para mejorar la experiencia del usuario militar con deficiencia visual al utilizar la aplicación móvil denominada Hunter-Cicte del caso MilNova.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1.- Definir la problemática identificada, a través de un estudio de campo y una revisión básica de literatura, con el propósito de reconocer sus causas y efectos.
- 2.- Identificar métricas de accesibilidad y usabilidad consideradas en las plataformas actuales por los desarrolladores de software y que estén relacionadas con las PDVM, a través de una revisión inicial de literatura, con la finalidad de construir un aplicativo móvil a modo de prueba piloto utilizando las métricas encontradas.
- 3.- Realizar el desarrollo e implementación de una aplicación móvil siguiendo Scrum y utilizando las métricas identificadas para validar que la usabilidad de la aplicación sea aceptable para las PDVM.
- 4.- Evaluar la accesibilidad o usabilidad de la aplicación móvil a través de una encuesta a los oficiales militares con deficiencia visual de la Universidad de las Fuerzas Armadas, para demostrar una usabilidad aceptable para las PDVM.

1.5 Alcance

1.5.1 Definición del problema

- Se define la problemática identificada, a través de un estudio de campo y una revisión básica de literatura, con el propósito de reconocer sus causas y efectos

1.5.2 Identificación de métricas de usabilidad y accesibilidad

- Se realiza una revisión inicial de literatura para identificar métricas de accesibilidad existentes basadas en las plataformas que actualmente usan los desarrolladores de software

1.5.3 Desarrollo e implementación

- Determinar los requerimientos y el diseño de la aplicación móvil MilNova para el CICTE en función de las métricas de accesibilidad y usabilidad identificadas.
- Realizar el desarrollo e implementación de la aplicación móvil android siguiendo la metodología de desarrollo más idónea.

1.5.4 Validación

- En lo referente a la planificación de la evaluación de accesibilidad y usabilidad, la misma se realizará en la Universidad en las Fuerzas Armadas ESPE. Para ello se considerará las opciones específicas del perfil de usuario con deficiencia visual moderada.
- Para el diseño de la evaluación se identificaron escenarios, tareas y participantes.

- Se procede a ejecutar el test y analizar los resultados obtenidos enmarcados en las métricas identificadas, que tiene el usuario con deficiencia visual al realizar determinadas funcionalidades dentro de la aplicación móvil.

1.6 Hipótesis

La aplicación de métricas de accesibilidad y usabilidad en el desarrollo y evaluación de aplicativos móviles, tendrá como resultado una usabilidad aceptable en las PDVM.

CAPITULO II

MARCO METODOLOGICO

Este capítulo se compone de tres partes:

- Metodología
- Marco Teórico
- Estado del arte

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la presente tesis se utilizó una metodología propia (ad-hoc), la cual consta de las siguientes fases: i) Definición del problema, en la que se conoce a detalle las causas y efectos de la problemática a ser resuelta. ii) Identificación de métricas de usabilidad y accesibilidad, en la que se seleccionaron métricas propicias para el desarrollo de una aplicación móvil tomando en cuenta las necesidades de las

personas con deficiencias visuales moderadas, a través de una revisión preliminar de literatura. iii) Desarrollo e implementación de la solución basada en las métricas identificadas, utilizando Scrum. iv) Validación de la solución, en la que se realiza una encuesta para conocer la utilidad de las métricas implementadas en la aplicación móvil.

En la tabla 1 se detallan las fases antes indicadas, mostrando su relación con los objetivos específicos (OE), las preguntas de investigación (RQ de las siglas del inglés Research Question) relacionadas y los métodos o técnicas utilizados para realizar la investigación.

Tabla 1
Metodología de Investigación

FASE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS	MÉTODOS
1) Definición del problema	OE1: Definir la problemática identificada, a través de un estudio de campo y una revisión básica de literatura, con el propósito de reconocer sus causas y efectos	RQ1: Cuales son las causas que enfrentan las personas con deficiencia visual moderada al utilizar aplicaciones móviles. RQ2: Cuales son los efectos que las PDVM enfrentan al utilizar aplicaciones móviles.	M1: Estudio de campo M2: Revisión básica de literatura
2) Identificación de métricas de usabilidad y accesibilidad	OE2: Realizar una revisión inicial de literatura para identificar métricas de accesibilidad o usabilidad existentes basadas en las plataformas que	RQ3: ¿Qué métricas de accesibilidad o usabilidad comúnmente consideran los desarrolladores de software	M3: Revisión Preliminar de Literatura

	actualmente usan los desarrolladores de software con la finalidad de utilizarlas en la construcción del aplicativo móvil.	en la construcción de aplicaciones móviles?	
--	---	---	--

CONTINÚA

3) Desarrollo e implementación	OE3: Realizar el desarrollo e implementación de la aplicación móvil siguiendo Scrum y utilizando las métricas identificadas para realizar pruebas a la misma.	RQ4: ¿Qué métricas se utilizarán para el desarrollo de la aplicación móvil? RQ5: ¿Qué proceso ágil de desarrollo de software se utilizará para la construcción de la aplicación móvil?	M4: Scrum
4) Validación	OE4: Evaluar la accesibilidad o usabilidad de la aplicación móvil a través de una encuesta a las personas con deficiencia visual de la Universidad de las Fuerzas Armadas.	RQ6: ¿Cuáles son las características de las personas a quien va dirigida la encuesta? RQ7: ¿Cómo se realizará la encuesta a las PDVM?	M5: Encuesta

2.2 Marco Teórico

En esta parte una vez que se formuló la hipótesis establecida en el capítulo I, se procede a indicar las variables independiente y dependiente. Posterior a esto, desde lo general a lo particular se desarrolla las categorías de cada variable en donde se describen los conceptos más relevantes relacionados con la investigación.

2.2.1 Señalamiento De Variables

- **Variable independiente:** Utilización de métricas de accesibilidad y usabilidad para desarrollar aplicaciones móviles.
- **Variable dependiente:** Mejorar la experiencia del usuario con deficiencia visual moderada.

2.2.2 Red de categorías

Con las variables de investigación descritas se puede establecer una red con las principales categorías, las cuales tienen el propósito de fundamentar el marco teórico, para una mejor comprensión, ver figuras 1 y 2:

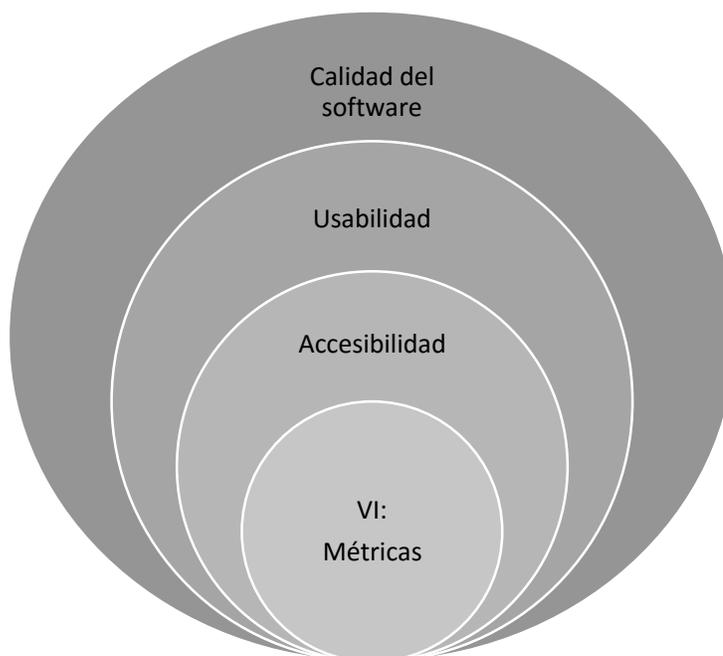


Figura 1 Variable Independiente



Figura 2 Variable Dependiente

2.2.3 Fundamentación de la variable independiente

- **Calidad del software**

Según (Pressman, 2010) la calidad del software es un proceso eficaz que crea un producto útil el cual proporciona un valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan. Se le llama producto útil a la entrega de contenido, funciones y características que el usuario final desea de forma confiable y libre de errores. El software de alta calidad requiere un menor esfuerzo de mantenimiento y poca asistencia al cliente. El resultado de calidad de software es: 1) Mayor utilidad por el producto de software, 2) Más rentabilidad cuando una aplicación apoya un proceso de negocio y 3) Mejor disponibilidad de información.

- **Usabilidad**

Según (Pressman, 2010), la Usabilidad es el esfuerzo que se requiere para interpretar las salidas de un programa, sin embargo este concepto no describe todas las características que presenta la usabilidad, por lo tanto consideramos el concepto de la (ISO/IEC 25000, 2018) esta indica que usabilidad es cuando un producto software tiene la capacidad para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario. Además, señala que esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- Capacidad para reconocer su adecuación
- Capacidad de aprendizaje
- Capacidad para ser usado

- Protección contra errores de usuario
- Estética de la interfaz de usuario
- Accesibilidad

- **Accesibilidad**

Existen barreras de acceso a la Web con las que se encuentran las personas con discapacidades visuales o auditivas y usuarios de edad avanzada. Estas personas requieren componentes de accesibilidad adicionales como texto, imágenes, audio y vídeo (W3C, 2008). Por tanto, los ingenieros de software deben asegurarse que el diseño de la interfaz de usuario incluya mecanismos que permitan el acceso fácil de las personas con necesidades especiales. Muchos sistemas están diseñados para aplicaciones web, que hacen sugerencias detalladas para que el diseño de interfaces alcance niveles variables de accesibilidad (Pressman, 2010). El diseño web responsive o adaptativo es una técnica de diseño que trata de redimensionar y colocar los elementos de la web de forma que se adapten al ancho de cada dispositivo permitiendo una correcta visualización y una mejor experiencia de usuario (Martínez & Ceballo, 2013).

Se consideró la definición (ISO/IEC 25000, 2018), la cual detalla que el producto software debe tener la capacidad de ser utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

- **Métricas**

La medición es un elemento clave sobre cualquier proceso de ingeniería. Pueden usarse medidas o métricas para entender mejor los atributos de los modelos que se

crean y para valorar la calidad de los productos o sistemas sometidos a ingeniería que se construyen.

(Pressman, 2010) indica que las métricas de un producto software ayudan a los ingenieros a obtener comprensión acerca del diseño y la construcción del software que elaboran, al enfocarse en atributos medidos específicos. Las mediciones y métricas del software con frecuencia son indirectas y están abiertas a debate (Fenton , 1991).

2.2.4 Fundamentación de la variable dependiente

- **Inclusión Social**

La inclusión social se ocupa principalmente en las personas que se encuentran en situaciones de marginación por ejemplo las condiciones físicas conocidas como discapacidades (Organización de los Estados Americanos, 2018). El objetivo de la inclusión social es mejorar las condiciones de vida de los individuos que forman parte de estos grupos, y ofrecerles las mismas oportunidades en los planos político, educativo, económico o financiero (Ministerio de inclusión económica y social , 2018).

- **Personas con discapacidades**

La Convención de Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD), declara que las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo y que al interactuar se encuentran con diversas barreras que puedan impedir su participación en igualdad de condiciones con las demás personas (CRPD, 2017).

La calidad de vida de las personas con discapacidad está muy relacionada con el tipo de limitación o barreras que deben enfrentar por las dificultades propias de cada característica física.

- Física, Limitaciones para caminar, subir o bajar gradas y para utilizar los brazos y manos.
- Sensorial, Limitaciones para ver cómo es la Ceguera o reducción de agudeza visual

Limitaciones para oír por ejemplo la carencia o pérdida total de audición.

- Intelectual, Limitaciones que afectan adquisición de conocimiento, desarrollo de habilidades.
- Psicosocial, Limitaciones que afectan a los procesos de razonar, comportarse y pensar.

Estas limitaciones apuntan a enfatizar que la discapacidad es una situación susceptible de evolucionar y desaparecer, en la medida que se construyan entornos favorables (Organización de los Estados Americanos, 2018).

- **Personas con deficiencia visual moderada**

Las deficiencias físicas, intelectuales, sensoriales y psicosociales son una característica o diversidad funcional de una persona. La forma en que la sociedad interpreta o valora a la persona con deficiencia, genera situaciones de exclusión de esta persona en su interacción social. La Organización Mundial de la Salud indica que la cifra estimada de

personas con discapacidad visual es de 253 millones, distribuidas de la siguiente manera: 36 millones con ceguera y 217 millones con discapacidad visual moderada a grave, además menciona que el 81% de las personas con ceguera o discapacidad visual moderada a grave son mayores de 50 años. Sin embargo, más del 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden evitar o curar (OMS, 2017).

- **Experiencia de usuario**

La experiencia de usuario (UX) es un concepto que se enfoca directamente en las emociones que experimente el usuario al interactuar con los productos de software. Al respecto, (Montero & Fernández, 2005) explican que el comportamiento emocional del usuario es resultado de tres factores diferentes:

- Las emociones evocadas por el producto durante la interacción
- El estado de humor del usuario
- Los sentimientos pre-asociados por el usuario al producto

También destacan las emociones, expectativas del usuario y su relación con otras personas y el contexto de uso. Además, el diseño de experiencia de usuario forma parte del diseño de software y su objetivo consiste en la creación de interfaces de usuario que resuelvan necesidades concretas, alcanzando los niveles de satisfacción y aceptación por parte de los usuarios (Jiménez & Paredes, 2018).

2.3 Estado del arte

Para realizar el estudio del estado actual sobre accesibilidad y usabilidad en aplicaciones móviles que toman en cuenta a las personas con deficiencia visual, se siguieron algunos lineamientos de las primeras fases del mapeo sistemático de literatura propuesto por Bárbara Kitchenham (Kitchenham & Charters , 2007) .

Se construyó una cadena de búsqueda en base a los principales términos citados en el planteamiento del problema, como se indica a continuación.

```
ALL(("visual impairment") AND ("usability" OR "accessibility") AND ("mobile applications" OR "mobiles apps")) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR,2018) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE,"ar" ) ).
```

En la base de datos SCOPUS se realizó un filtrado de artículos mediante criterios como año de publicación y tipo de publicación.

Esta cadena generó 12 estudios en SCOPUS, de los cuales se seleccionaron los siguientes:

1. Mobile device accessibility for the visually impaired: problems mapping and recommendations.
2. Blind users' expectations of touch interfaces: factors affecting interface accessibility of touchscreen-based smartphones for people with moderate visual impairment.
3. Mobile applications for accessible tourism: overview, challenges and a proposed platform.
4. A Public Transit Assistant for Blind Bus Passengers.

A continuación, se presenta un resumen de los 4 estudios mencionados:

Mobile device accessibility for the visually impaired: problems mapping and recommendations

En este trabajo (Pezzuto Damacen, Braga, & Mena Chalco, 2016), se realizó una revisión para mapear los problemas de accesibilidad existentes en la interacción de personas con discapacidad visual con dispositivos móviles. Encontraron varios problemas de accesibilidad, este estudio los dividió en 7 grupos: 1) Borde no sensible al tacto 2) Botones 3) Comandos de voz 4) Entrada de datos 5) Interacción por gestos 6) Reproductor de pantalla 7) Retorno al usuario.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar gestos táctiles mediante una aplicación móvil a 12 personas con deficiencia visual, la aplicación fue desarrollada para la plataforma Android y contiene dos funciones: entrenamiento y recolección de gestos de toque.

Para la función de entrenamiento, el usuario realiza cualquier gesto en la pantalla y la aplicación informa el gesto que fue realizado, comparando la forma de la muestra hecha con las formas de las muestras previamente registradas en la aplicación.

Finalmente, este estudio sugiere que los gestos utilizados como patrón de comparación sean actualizados periódicamente. De esta forma, el usuario mejoraría su precisión al ejecutar los gestos que tienen sonido, cometiendo menos errores y teniendo mayor eficiencia en el uso de las aplicaciones.

Blind users' expectations of touch interfaces: factors affecting interface accessibility of touchscreen-based smartphones for people with moderate visual impairment

En Taiwan el autor Hsinfu Huang realizo un estudio (Huang, 2017) sobre los teléfonos inteligentes que actualmente están basados en pantallas táctiles que contienen algunas funciones de accesibilidad para que utilicen las personas con discapacidades visuales, este tipo de usuarios presentan dificultades, cuando utilizan pantallas táctiles suaves. En este estudio, se examinó los factores de accesibilidad de las interfaces táctiles para personas con discapacidad visual a través del análisis de componentes principales. Se realizó pruebas a 32 personas con discapacidad visual moderada, los cuales consideraron que la pantalla de hablar era el elemento más importante que facilitaba el acceso, seguido del control por voz, consejos de nivel, clic sensible y cristal de lectura. Los elementos menos esenciales incluyen la velocidad de deslizamiento, la forma del objeto, el estilo del gesto y los efectos dinámicos.

Este estudio sugiere implementar elementos auditivos considerando los factores antes mencionados al desarrollar futuros teléfonos inteligentes basados en pantallas táctiles porque mejorará la usabilidad de la interfaz de pantalla táctil.

Mobile applications for accessible tourism: overview, challenges and a proposed platform

Ribeiro, Silva, Barbosa, Silva (Ribeiro, Silva, Barbosa, Silva, & Metrôlho, 2018) mencionan que en el sector de viajes y turismo, las aplicaciones móviles han tenido

gran importancia en los turistas que tienen algún tipo de discapacidad o necesidad específica, para viajar y relajarse en las mejores condiciones posibles.

El estudio describe que, al desarrollar sistemas para informar adecuadamente a los turistas con necesidades diferentes y específicas, existen muchos desafíos que generalmente no se encuentran al desarrollar sistemas tradicionales de información turística. Se sugiere tomar en cuenta el diseño de la aplicación porque hay que considerar las necesidades específicas y las discapacidades de cada usuario, además examinar las opiniones de turistas con necesidades similares para mejorar el comportamiento del sistema y la precisión de la información.

En este estudio se observa algunas aplicaciones, una de ellas es la aplicación POI Explorer desarrollada en Android la cual ayuda a las personas con discapacidad visual en la orientación espacial y en la navegación urbana presentando información sobre los puntos de interés cerca del usuario, utilizando una combinación de texto a voz y sonidos.

Los resultados de este estudio identifico algunos aspectos positivos como son: Los desarrolladores muestran preocupación con los problemas de diseño de accesibilidad, proporcionando a los usuarios las interfaces adecuadas para interactuar con sus aplicaciones. Las aplicaciones intentan liberar a los usuarios de algunas tareas, utilizando algún tipo de mecanismo de proactividad, principalmente para proporcionar a los usuarios información relacionada con su ubicación.

También subraya algunos problemas que podrían abordarse de manera más cuidadosa, e indican que la existencia de muchas aplicaciones aún en etapa de

prototipo puede ser indicativo de las dificultades para desarrollar una aplicación totalmente comercial en esta área.

A Public Transit Assistant for Blind Bus Passengers

En este estudio según Flores y Manduchi (Flores & Manduchi, 2018) se desarrolló un prototipo para ayudar a las personas con discapacidad visual que viajan en el transporte público. Este prototipo usa puntos de acceso wi-fi que se localizan en paradas de autobús el cual se comunica con los usuarios con discapacidad visual que lleven un teléfono Android. Los pasajeros con discapacidad visual reciben una notificación sobre las líneas de autobús que transitan a través de esa parada. Mientras que los usuarios que están dentro de un autobús, reciben información sobre el progreso actual a lo largo de la ruta. El sistema tiene una interfaz accesible que fue especialmente diseñada para este tipo de usuarios, como por ejemplo proporcionarles instrucciones para realizar una tarea específica. Esta interfaz de usuario se basa en interacciones de gestos multitáctiles y síntesis de texto a voz.

El sistema se probó en un escenario realista con cuatro participantes con discapacidad visual. Además, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada de los participantes en la que compartieron su experiencia, discutieron cuestiones generales de accesibilidad y proporcionaron excelentes comentarios sobre el sistema.

Finalmente, el presente estudio resalta que el prototipo tiene un gran potencial para mejorar el acceso a la información de viajes para usuarios con discapacidad visual al usar el transporte público.

Características del estado del arte

Para encontrar estudios relacionados al tema se realizó una extracción de las características de estos estudios.

Todos los estudios examinados fueron acerca de los problemas que enfrentan las personas con discapacidad visual en diferentes escenarios. Además, estos estudios presentan como una posible solución a las aplicaciones móviles. En la mayoría de artículos se realiza una identificación de problemas de accesibilidad en aplicaciones móviles que se encuentre en la literatura. Los estudios indican varios problemas de accesibilidad uno de ellos es en diseño de la interfaz. Otro problema que se encontró es que cada estudio necesita información de que factores se deben tomar en cuenta para tener a una interfaz accesible o que parámetros se necesita seguir para la elaboración de una aplicación móvil para este tipo de usuarios con deficiencia visual.

Esta distinción de estos estudios motivó a la investigación de identificar que métricas de accesibilidad se utilizan en la elaboración de aplicaciones móviles para las personas con discapacidad visual, una vez que sean identificadas estas métricas de accesibilidad se podrán utilizar para incluir en la construcción de estos aplicativos y mejore la experiencia con las personas con discapacidad visual.

A continuación, se identifican las métricas o información más relevante por los 4 estudios mencionados:

- Mobile device accessibility for the visually impaired: problems mapping and recommendations.

Buttons, data input, gesture-based, interaction, screen reader, screen size, user feedback, and voice command.

- Blind users' expectations of touch interfaces: factors affecting interface accessibility of touchscreen-based smartphones for people with moderate visual impairment.

Accurate voice control, Noticeable touch button, two interface layers, clear information design and arrangement, personalised vibrotactile assistance, speak screen that avoids advertising, two-stage touch process.

- Mobile applications for accessible tourism: overview, challenges and a proposed platform.

Text-to-speech

- A Public Transit Assistant for Blind Bus Passengers.

Multi-touch gesture interactions, Text-to-speech, Notification

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA PRELIMINAR

Este capítulo se utilizó para la publicación del artículo llamado “Métricas que podrían usarse en el Desarrollo de Aplicaciones Móviles para Personas con deficiencias Visuales: Una Revisión de Literatura Preliminar” que fue aceptado en la revista de ICITS 2019.

Esta revista presenta una selección de artículos de la Conferencia Internacional sobre Sistemas y Tecnología de la Información (ICITS19), se llevará a cabo en la Universidad de Las Fuerzas Armadas, en Quito, Ecuador, del 6 al 8 de febrero de 2019.

3.1 Revisión de literatura preliminar

Para la elaboración de este estudio empírico, se consideró la realización de una revisión de literatura preliminar, a fin de obtener las diferentes métricas de accesibilidad o usabilidad que son o podrían ser utilizadas durante el desarrollo de aplicaciones móviles para personas que poseen deficiencia visual moderada (PDVM). La revisión de literatura preliminar (PLR), fue establecida considerando algunas directrices que proponen la manera de realizarla. Una de estas directrices son las guías propuesta por (Kitchenham & Charters, 2007), las cuales son consideradas como las más representativas en Ingeniería del Software (IS). Las guías sugieren que para la realización de una revisión sistemática de literatura (SLR) se debe realizar las fases de: 1) planning the review, 2) conducting the review y 3) reporting the Review.

La intensidad de nuestro estudio es solo preliminar, debido a que no es necesario utilizar un largo periodo de estudio que normalmente es utilizado en la realización de una SLR.

Consideramos utilizar al menos la mayoría de las fases o actividades, para que una PLR pueda tener la misma rigurosidad que una SLR. Para tal efecto, seleccionamos las primeras fases de una SLR que son *planning the review* y *conducting the review*. De ellas, tomamos algunas de sus etapas, considerando principalmente las más adecuadas para la realización de nuestra PLR.

Para una mejor apreciación de las fases y sus etapas utilizadas para nuestra PLR, se elaboró la Figura 3, en donde podemos visualizar la fase de *planning the review* de la cual, se selecciona las etapas: 1) “Identification of the need for a review”, 2) “Specifying the research question” y 3) “Developing a review protocol”. Las etapas seleccionadas permiten orientar adecuadamente el inicio de esta PLR. No obstante, descartamos la etapa de “Commissioning a review” y “Evaluating the review protocol”. La primera es descartada debido a que esta etapa describe únicamente los antecedentes del tema a investigar, particular que ya se menciona en el capítulo 1, mientras que la segunda únicamente consiste en revisar y corregir el protocolo, esto se lo realiza implícitamente en todo el presente capítulo, por lo tanto, existe una revisión constante de las actividades del protocolo.

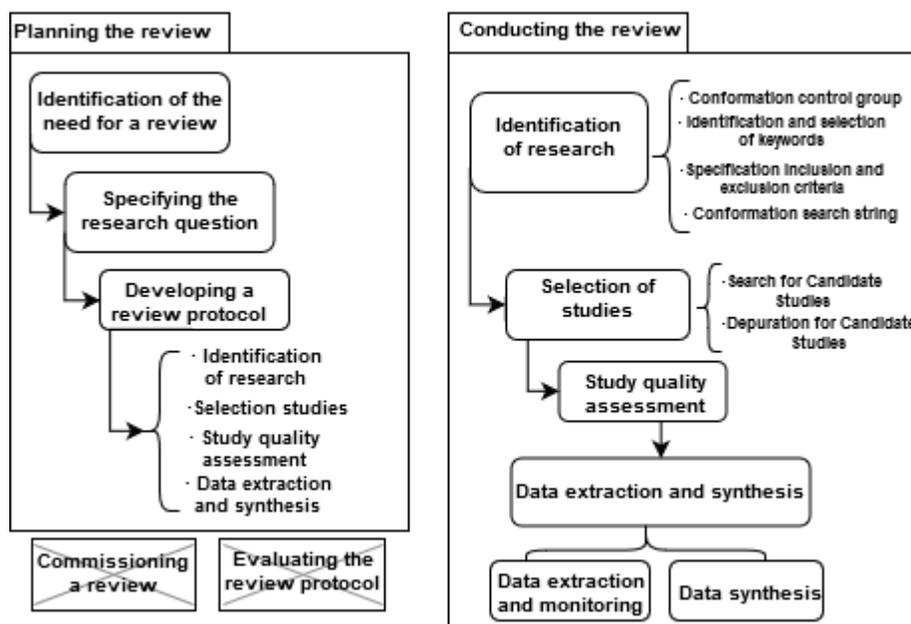


Figura 3 Fases y Etapas

Para el caso de la fase de *conducting the review* se seleccionó las siguientes etapas: 1) "Identification of research", 2) "Selection of studies", 3) "Study quality assessment", 4) "Data extraction and synthesis". Las etapas de "Data extraction" y "Data synthesis" las agrupamos en una etapa que la denominamos "Data extraction and synthesis". La agrupación de etapas responde a que nuestra revisión de literatura al ser preliminar, los datos resultantes posiblemente no son muy extensos y la síntesis de datos sea simplemente descriptiva (Velásquez, 2015).

3.1.1 Planning the review

3.1.1.1 Identification of the need for a review

Los temas de estudio referente al desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles como la accesibilidad, no suelen tomarse en cuenta. Prueba de ello, son los cientos de

aplicaciones móviles que se pueden encontrar para el individuo común de la sociedad. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones no suelen ser desarrolladas tomando en cuenta las necesidades de usuarios especiales que poseen algún tipo de discapacidad, como, por ejemplo: la deficiencia visual (Costa Kulpa & Gonçalves Amaral, 2014). Por ello, nos hemos planteado el objetivo identificar algunas métricas de accesibilidad que podrían o pueden ser aplicadas durante el desarrollo de aplicaciones móviles para suplir las necesidades de las personas con deficiencia visual moderada (OMS, 2017) .

3.1.1.2 Specifying the research question (RQ)

Para llegar a alcanzar el objetivo mencionado anteriormente, formulamos una pregunta de investigación, la cual facilitará la realización de nuestra PLR. Para (Kitchenham & Charters, 2007), esta pregunta de investigación es la que impulsa naturalmente a una SLR. Por ello que nos hemos planteado la siguiente RQ:

RQ 1: ¿Qué métricas de accesibilidad o usabilidad comúnmente consideran los desarrolladores de software en la construcción de aplicaciones móviles?

La RQ planteada nos permite estudiar las métricas de la accesibilidad como parte de la usabilidad. Cabe recalcar que una característica importante de la usabilidad es la accesibilidad, la cual, permite que una aplicación o software sea utilizada por usuarios con diferentes características y discapacidades como la discapacidad visual (ISO/IEC 25000, 2018).

3.1.1.3 Developing a review protocol

El protocolo que se estableció para nuestra PLR, se encuentra conformado por algunas actividades que son utilizadas en una SLR, las cuales se mencionan a continuación.

- Identification of research
- Selection of studies
- Study quality assessment
- Data extraction and synthesis

3.1.2 Conducting the review

3.1.2.1 Identification of research

En esta etapa establecemos las siguientes actividades: conformation control group, identification and selection keywords, specification inclusion and exclusion criteria, conformation search string. Únicamente la actividad conformation control group no es mencionada por (Kitchenham & Charters, 2007). No obstante, esta actividad la colocamos dentro de la etapa de *Identification of research* debido a que nos ayudara a optimizar estudios en la búsqueda de estudios relevantes (Zhanga, Ali Babarb, & Tellb, 2010).

Conformation control group

Según (Zhanga, Ali Babarb, & Tellb, 2010) un grupo de control o estudios relevantes son estudios óptimos, estudios que hablan de la temática y ayudan al proceso para identificar y seleccionar las palabras claves. Por ello que, para nuestro estudio,

consideramos que un grupo de control nos ayudará en el proceso de obtención de estudios candidatos. Para lograr conformar el grupo de control, se considera realizar los siguientes pasos 1) Investigadores para el grupo de control, 2) Búsqueda de artículos candidatos, 3) Validación cruzada y 4) Selección de artículos para el grupo, estos pasos los podemos encontrar en la figura 4.

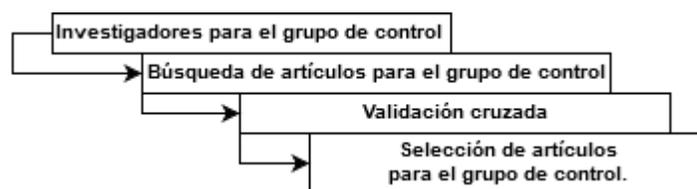


Figura 4 Grupo de control

1) Investigadores para el grupo de control

Este paso consiste establecer el grupo de investigadores que serán los encargados de conformar el grupo de control. Para el efecto, consideramos la ayuda de dos tipos de investigadores: *investigador novato* (o *tesista*) quien es será el encargado de buscar y proponer en primera instancia los artículos candidatos, y un *investigador revisor* (o *tutor de tesis*), quien participará en una segunda instancia, dentro de la validación cruzada para lograr establecer de forma definitiva los estudios encontrados que conformarán el grupo de control.

2) Búsqueda de artículos para el grupo de control

El *investigador novato* realiza una búsqueda teniendo en cuenta como objetivo responder la RQ planteada en las distintas bases de datos indexadas consideradas en Ingeniería de Software como las más relevantes recomendadas por (Brereton, A. Kitchenham, Budgen, Turner, & Khalil, 2007), como son ACM e IEEE. Para el caso de Scopus por ser la base de datos más grande de artículos y citas como sugiere

(Kitchenham & Charters , 2007). El *investigador novato* luego de revisar detenidamente el título, abstract y keyword propone 24 artículos.

3) Validación cruzada

La validación cruzada permite determinar entre dos o más investigadores establecer los artículos más idóneos para conformar el grupo de control, razón por la cual, el investigador novato, pone a revisión del investigador revisor, sus artículos seleccionados. Ambos investigadores revisan los artículos el título, resumen, palabras claves y leen a detalle cada artículo individualmente a fin de que estos artículos se encuentren en concordancia a la RQ planteada. El investigador novato selecciono 16 artículos (descartando 11 artículos, 40%), mientras que el investigador revisor, seleccionó 11 artículos (descartando 16 artículos, 59%). Los artículos descartados responden a que no se alinean o tienen poca información acerca de las métricas a encontrar. En la Tabla 1, se muestran los resultados de la validación cruzada, en donde se pueda observar la coincidencia de 10 artículos entre investigadores (90%), los cuales automáticamente pasaron a conformar el grupo de control. Sin embargo, luego de una discusión se logró determinar que existe 1 artículo (22) que el investigador revisor menciono que debería conformar el grupo de control porque posee métricas alineadas a la RQ.

Tabla 2
Validación Grupo de Control

N	Documentos encontrados por el tesista y revisor	Artículos Selección de Scopus, ACM, IEEE	Documentos seleccionados por el (Tesista)	Documentos seleccionados por el (Revisor)	Selección Grupo de control
1	A Touch Sensitive User Interface Approach on Smartphones for Visually Impaired and Blind Persons	X			
2	A-CitizenMobile-ICITST	X			
3	Aplicación de accesibilidad para teléfonos inteligentes para personas con discapacidad visual 2014	X	X		
4	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system	X	X	X	X

CONTINÚA

5	Diseño, Desarrollo y Evaluación de Desempeño del Teléfono Android Reconfigurado para Personas que son Ciegas o con Deficiencia Visual 2010	X	X		
6	Estudio sobre Evaluación de la Usabilidad Móvil y Propuesta de un Método para Tests	X	X		
7	Accessibility Requirements for Blind and Visually Impaired in a Regional Context: An Exploratory Study 2014	X			
8	Freedom to roam Accesibilidad para personas con discapacidades visuales	X			
9	IEEE-Mobile-App-Potentials-mag-2012	X			
10	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices	X	X	X	X
11	Métrica para la evaluación de la accesibilidad en Internet propuesta y testeo 2010	X	X		
12	Mobile Applications for Assisting Mobility	X			
13	Modelo_de_desarrollo_de_aplicaciones_mov 2009	X			

CONTINÚA

14	Requisitos de usabilidad para la accesibilidad móvil	X	X		
15	Una lista de comprobación heurística para un diseño de interfaz de smartphone accesible	X	X		
16	Mobile Learning: New forms of education	X	X	X	X
17	Model for measuring Usability of Survey Mobile	X	X	X	X
18	Game Accessibility Evaluation Methods: a literature survey	X	X	X	X
19	Usability Evaluation of Multi-Platform Mobile	X	X	X	X
20	Enlight: A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions	X	X	X	X
21	Designing Mobile Apps for Visually Impaired and Blind Users	X	X	X	X
22	Usability analysis: Is our software inclusive?	X	X(discusión)	X	X
23	An evaluation of the feasibility and usability of a proof of concept mobile app for adverse event reporting post influenza vaccination	X	X	X	X
24	Apps. accessibility and usability by people	X	X	X	X

4) Selección de artículos para el grupo de control.

Finalmente, la conformación del grupo de control es tal como se muestra en la Tabla 2. Para un mejor manejo del grupo de control, a cada artículo colocamos la letra “GC” al inicio, seguido de su respectiva enumeración.

Tabla 3
Lista del Grupo de control

Enumeración Anterior	GRUPO DE CONTROL	
16	GC1	Mobile Learning: New forms of education
10	GC2	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices
17	GC3	Model for measuring Usability of Survey Mobile Apps,by analysis of Usability evaluation methods and attributes
18	GC4	Game Accessibility Evaluation Methods: a literature survey
19	GC5	Usability Evaluation of Multi-Platform Mobile Applications: A Systematic Mapping Study
20	GC6	Enlight: A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions
21	GC7	Designing Mobile Apps for Visually Impaired and Blind Users

CONTINÚA

22	GC8	Usability analysis: Is our software inclusive?
4	GC9	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system
23	GC10	An evaluation of the feasibility and usability of a proof of concept mobile app for adverse event reporting post influenza vaccination
11	GC11	Apps. accessibility and usability by people with visual disabilities

Identification and selection keywords

Con la conformación del grupo de control, establecimos las palabras significativas de cada artículo. Consideramos que las palabras significativas o palabras claves son términos importantes o de relevancia relacionadas con la pregunta de investigación y que nos permiten recuperar automáticamente documentos que mencionen estas palabras. La razón de la selección de las palabras significativas es por el hecho que permiten que la búsqueda de artículos sea adecuada (Bolderston, 2008). En este contexto, se realizó un cálculo sobre la frecuencia de aparición de los términos en cada estudio, con el propósito de identificar y seleccionar los términos que más se repiten en cada artículo siempre tomando en cuenta la pregunta de investigación o que estén alineados al objetivo de la revisión. Para este cómputo utilizamos la herramienta ATLAS.ti el cual es un software para el análisis cualitativo de datos, los cuales se muestran en la figura 5.

GRUPO DE CONTROL									
	TITULO	usability	mobile	evaluation	accessibilit	app	quality	applic	application
GC1	Mobile Learning: New forms of education	52	74	2	1		27	22	42
GC2	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices	52	34	18	12		5	33	17
GC3	Model for measuring Usability of Survey Mobile Apps, by analysis of Usability evaluation methods and attributes	84	25	77			5		22
GC4	Game Accessibility Evaluation Methods: a literature survey		17	64	93				
GC5	Usability Evaluation of Multi-Platform Mobile Applications: A Systematic Mapping Study	37	36	20				16	
GC6	Enlight: A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions	25	31	30	29	11	96		
GC7	Designing Mobile Apps for Visually Impaired and Blind Users	1	47	2	7	41	1	2	
GC8	Usability analysis: Is our software inclusive?	81		7	17		12	2	
GC9	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system	76	70		16			47	26
GC10	An evaluation of the feasibility and usability of a proof of concept mobile app for adverse event reporting post influenza vaccination	38	41	6		87	3	3	3
GC11	Apps. accessibility and usability by people	5	3	1	16	15		5	8
TOTAL		451	378	227	191	154	149	130	118

CONTINÚA

application	model	apps	design	metrics	software	requirem	learning	development	measureme	e-book	information	guidelines
42	3			22	10	3	58	6			27	
17	23			8				6		45		
22	24											
												29
			32					17				
		64	54		1	61		3				
	19			24	48			9	46			
26	32			19				9				
3	2			1	4				2			
8		22			5		2	2			12	
118	103	86	86	74	68	64	60	52	48	45	39	29

Figura 5 Identification and selection keywords

Specification inclusion and exclusion criteria

Los criterios de inclusión y exclusión identifican aquellos estudios primarios que proporcionan evidencia directa sobre la pregunta de investigación además de que ayudan a reducir la probabilidad de sesgo. Los criterios fueron establecidos mediante las peculiaridades de los artículos del grupo de control con el fin de lograr seleccionar estudios primarios para nuestra revisión de literatura.

Estos criterios son estructurados a partir de los estudios del grupo de control.

Criterios de inclusión: Los criterios de inclusión definidos para el presente estudio empírico son los siguientes:

- El documento describe métodos, técnicas o evaluaciones en las cuales mencionan guías o métricas de accesibilidad o usabilidad utilizadas en aplicaciones móviles.
- Se consideró principalmente artículos de conferencia internacionales, capítulos de libros publicados, artículos de revistas científicas, journals que puedan ser accedidos por medio de la web como google académico y por medio de las bases de datos indexadas a las que se encuentra suscrita la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE como por ejemplo (Scopus, Springer).
- Estudios en idioma inglés.

Criterios de exclusión: Los criterios de exclusión definidos para el presente estudio empírico son los siguientes:

- Documentos que no indiquen o contengan información sobre accesibilidad o usabilidad utilizados en el desarrollo de aplicaciones móviles.
- Se excluye casos de estudio, metodologías o solo guías de diseño de aplicaciones móviles.
- Otros idiomas que no se incluyan en los criterios de inclusión.

Conformation of the search string

Una cadena de búsqueda es el núcleo de la revisión sistemática la cual recupera todos los estudios de una base digital (Library, 2018). Con la selección de las palabras que se realizó en la sección 2.1.2 La construcción de la cadena de búsqueda, parte del análisis de cada artículo del grupo de control para identificar palabras significativas a la temática de investigación. Se realiza el cálculo de cobertura de las palabras significativas que

más fueron mencionadas en los distintos artículos, y se logra determinar que artículo proporciona la mayor cantidad de palabras que ayudan a responder la pregunta de investigación, este cálculo lo podemos visualizar en la tabla 4.

Tabla 4
Lista de palabras

<i>Artículos</i>	<i>GC</i>	<i>GC1</i>	<i>GC1</i>	<i>TOTA</i>	<i>COBERTU</i>								
<i>VS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>L</i>	<i>RA</i>
<i>Palabras</i>													
<i>Metrics</i>	X	X						X	X	X		5	45%
<i>Accessibili</i>	X	X		X		X	X	X	X		X	8	72%
<i>ty</i>													
<i>Usability</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	10	90%
<i>Mobile</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	10	90%
<i>Applicatio</i>	X	X	X						X	X	X	6	54%
<i>n</i>													
<i>App</i>						X	X			X	X	4	36%
<i>Apps</i>							X				X	2	18%
<i>Software</i>	X						X	X		X	X	5	45%
<i>Evaluatio</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	10	90%
<i>n</i>													

CONTINÚA

<i>Quality</i>	X	X	X			X	X	X		X		7	63%
<i>Applications</i>	X	X			X		X	X	X	X	X	8	72%
<i>Design</i>						X	X					2	18%
<i>Learning</i>	X										X	2	18%
<i>e-book</i>		X										1	9%
<i>Model</i>	X	X	X					X	X	X		6	54%
<i>Development</i>	X	X				X	X	X	X		X	7	63%
<i>Requirements</i>	X						X					2	18%
<i>Measurement</i>								X		X		2	18%
<i>TOTAL</i>	13	11	6	3	4	8	12	10	8	11	11		

Con las palabras más reiteradas, junto con los operadores lógicos AND para añadir nuevos términos y OR para añadir sinónimos, se formaron varias cadenas de búsqueda las cuales fueron analizadas en el motor de búsqueda Scopus.

Cadenas de búsqueda:

Después de realizar siete pilotajes con cambios o supresión de palabras en la construcción de la cadena de búsqueda se logró estructurar la cadena 6 que permite obtener un número manejable de estudios, títulos relacionados con la temática y la mayoría de artículos del grupo de control es parte de la respuesta de la cadena de búsqueda.

Cadena (C1): usability AND metrics AND software AND quality AND model

Cadena (C2): usability AND metrics AND software AND quality AND mobile AND apps

Cadena (C3): usability AND metrics AND mobile AND (applications OR app OR apps) AND design AND development

Cadena (C4): ((accessibility OR usability) AND metrics AND mobile AND (apps OR app OR applications) AND design AND development)

Cadena (C5): accessibility AND metrics AND mobile

Cadena (C6): ((accessibility OR usability) AND metrics AND evaluation AND mobile AND (apps OR app OR applications))

En la tabla 5, se muestra la cantidad de estudios recuperados por cadena de búsqueda para lo cual creamos la siguiente terminología:

TER = Total de Estudios Recuperados

ERGC = Estudios Recuperados del Grupo de Control

TEGC = Total de Estudios del Grupo de Control

Ratio X = División de los estudios recuperados del grupo de control para el total de estudios recuperados.

Ratio Y = División de los estudios recuperados del grupo de control para el total de estudios del grupo de control.

Tabla 5
Estudios Recuperados

Cadena	N°-Total estudios recuperados	Ratio-X (ERGC/TER)	Estudios recuperados del Grupo de Control	Ratio-Y (ERGC/TEGC)
C1	88	2/88 = 0.02	GC3, GC8	2/11 = 0.18
C2	3	0.66	GC3, GC10	0.18
C3	17	0.11	GC5, GC6	0.18
C4	19	0.10	GC5, GC6	0.18
C5	53	0.05	GC1, GC2, GC4	0.27
C6	78	0.08	GC1, GC2, GC3, GC5, GC6, GC9, GC10	0.63

Se puede observar que cadena es la indicada debido a que se calculó el Ratio-X y el Ratio-Y estos valores mientras más se aproximen a uno nos indican una mayor posibilidad de encontrar artículos referentes a nuestra investigación en los artículos recuperados, como verificamos en la tabla 5 se escogió la cadena C6 que cuenta con 78 artículos los cuales se analizó y verificamos que si están de acuerdo al tema y obtenemos un número moderado de artículos que nos sirven para la investigación.

Cadena final : accessibility OR usability AND metrics AND evaluation AND mobile AND apps OR app OR applications .

3.1.2.2 Selection of studies

Búsqueda de Estudios candidatos

Como motores de búsqueda para la presente investigación se eligieron las bases digitales: IEEE, Scopus, y ACM.

○ *Sintaxis de la cadena en Scopus:*

TITLE-ABS-KEY ((accessibility OR usability) AND (metrics) AND evaluation AND (mobile AND (apps OR app OR applications))) .

La cadena de búsqueda ingresada en la base de datos Scopus nos da un resultado de 78 artículos.

○ *Sintaxis de la cadena en IEEE:*

Displaying results 1-3 of 3 for ((accessibility OR usability) AND (metrics) AND evaluation AND (mobile AND (apps OR app OR applications)))

La cadena de búsqueda ingresada en la base de datos IEEE nos da un resultado de 3 artículos

○ *Sintaxis de la cadena en ACM:*

Searched for (accessibility OR usability AND (metrics) AND evaluation AND (mobile AND (apps OR app OR applications)))

La cadena de búsqueda ingresada en la base de datos ACM nos da un resultado de 27 artículos

Depuración de estudios candidatos

En una primera instancia se encontró un total de 108 estudios candidatos en las distintas bases digitales, estos estudios están distribuidos de la siguiente manera, la base digital Scopus nos da un resultado de 78 estudios, mientras que la base digital IEEE nos da un resultado de 3 estudios y finalmente la base digital ACM nos da un

resultado de 27 estudios, se realiza una primera depuración para eliminar los estudios que se encuentran duplicados entre las 3 bases digitales, se encuentra 1 estudio duplicados entre las bases digitales IEEE y Scopus, se encuentran 10 estudios duplicados entre las bases digitales Scopus y ACM y no se encontraron estudios duplicados entre las bases digitales IEEE y ACM. Como resultado de la primera depuración se obtienen 97 estudios candidatos y se descartan 11 estudios duplicados que representa el 10% del total de estudios candidatos. En la figura 6 se muestran las coincidencias encontradas tras la primera depuración de estudios candidatos.

Se realiza una segunda depuración de los 97 estudios candidatos en la cual se reunió el investigador novato y el investigador revisor para aplicar los criterios de inclusión y exclusión al título, resumen y palabras significativas de los estudios candidatos. Debido a que los estudios no cumplen con los criterios de inclusión y exclusión se procede a descartar 83 estudios candidatos los cuales representan el 77% del total estudios candidatos, y por lo tanto se obtuvieron como resultado 14 estudios candidatos a los cuales se les denominara estudios seleccionados y se les enumera con la codificación “ES” estos estudios se encuentran en la tabla 6.

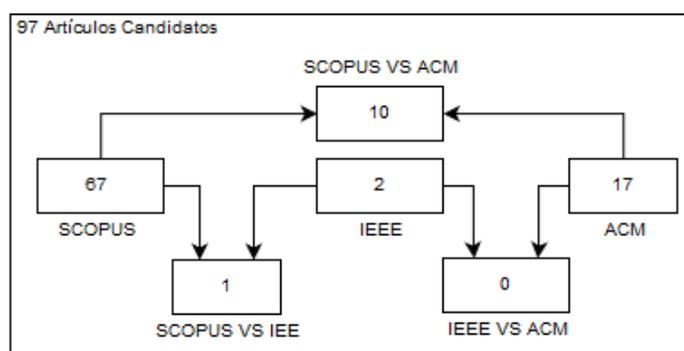


Figura 6 Depuración de artículos candidatos

Tabla 6
Artículos Seleccionados

Nº-	Año	Título del artículo
ES1	2001	QUIM A Framework for Quantifying Usability Metrics_
ES2	2012	Mobile Learning New forms of education
ES3	2012	Designing Mobile Apps for Visually Impaired and Blind Users
ES4	2016	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system 2016
ES5	2018	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices
ES6	2013	A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design (guidelines)2013
ES7	2017	A Set of Metrics for the Effort Estimation of Mobile Apps 2017
ES8	2015	Model for measuring Usability of Survey Mobile Apps,by analysis of Usability evaluation methods and attributes
ES9	2009	The_evaluation_of_accessibility_usability_and_user_experience

CONTINÚA

ES10	2017	Enlight_ A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions_unlocked
ES11	2017	Usability metrics and methods for public transportation applications: a systematic review
ES12	2015	Apps. accessibility and usability by people with visual disabilities
ES13	2016	An evaluation of the feasibility and usability of a proof of concept mobile app for adverse event reporting post influenza vaccination2016
ES14	2018	Usability analysis Is our software inclusive

3.1.2.3 Study quality assessment

En esta primera evaluación independiente el equipo de trabajo está integrado por el investigador revisor y el investigador novato además contamos con la ayuda de otro investigador invitado para realizar en conjunto validación cruzada para lo cual aplicamos los criterios de inclusión y exclusión sobre los estudios seleccionados, los investigadores escribiremos la opción de SI a los artículos que ayuden a responder nuestra RQ1 planteada, y NO a los artículos que no aporten información para responder a la RQ1, además escribiremos DISCUSIÓN para que en una segunda evaluación se revise específicamente si el artículo responde a las preguntas de investigación, y cuando el artículo este fuera de la temática escribiremos N/A qué significa no aplica, como resultado de esta validación los tres investigadores coinciden en 5 artículos los

cuales están distribuidos de la siguiente manera, 3 artículos marcados con la opción SI y 2 artículos marcados con la opción NO, mientras que los 9 artículos que no coincidieron se los lleva a una segunda evaluación para discutir estos, esta validación la visualizamos en la figura 7.

Para la segunda evaluación se la realiza de manera grupal, el equipo de trabajo de la primera evaluación examino los 9 artículos que llegaron a discusión detalladamente y expuso cada uno su opinión llegando a un consenso, estableciendo como resultado 6 artículos marcados con la opción SI y 8 artículos con la opción NO, para lo cual se visualizará en la figura 8.

Como resultado de esta evaluación los 6 artículos con la opción SI se les denominara estudios primarios (PS) y se les indicara en la tabla 6.

N	Año	Article title	First evaluation (independent)		
			Invited	Expert	Novice
ES1	2001	QUIM A Framework for Quantifying Usability Metrics_unlocked	YES	YES	YES
ES2	2012	Mobile Learning New forms of education	DISCUSSION	NO	YES
ES3	2012	Designing Mobile Apps for Visually Impaired and Blind Users	NO	YES	YES
ES4	2016	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system	YES	YES	YES
ES5	2018	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices	DISCUSSION	YES	NO
ES6	2013	A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design (guidelines)	NO	YES	NO
ES7	2017	A Set of Metrics for the Effort Estimation of Mobile Apps	NO	NO	NO
ES8	2015	Model for measuring Usability of Survey Mobile Apps by analysis of Usability evaluation methods and attributes	NO	NO	NO
ES9	2009	The_evaluation_of_accessibility_usability_and_user_experience	NO	DISCUSSION	NO
ES10	2017	AEnlight_ A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions	NO	YES	YES
ES11	2017	Usability metrics and methods for public transportation applications: a systematic review	DISCUSSION	DISCUSSION	NO
ES12	2015	Apps Accessibility and usability by people with visual disabilities	NO	YES	NO
ES13	2016	An evaluation of the feasibility and usability of a proof of concept mobile app for adverse event reporting post influenza vaccination	NO	DISCUSSION	NO
ES14	2018	Usability analysis Is our software inclusive	YES	YES	YES

CONTINÚA

Second evaluation (group)		
Invited	Expert	Novice
YES	YES	YES
NO	NO	NO
YES	YES	YES
NO	NO	NO
NO	NO	NO
YES	YES	YES
NO	NO	NO
NO	NO	NO
NO	NO	NO

Figura 7 Evaluación

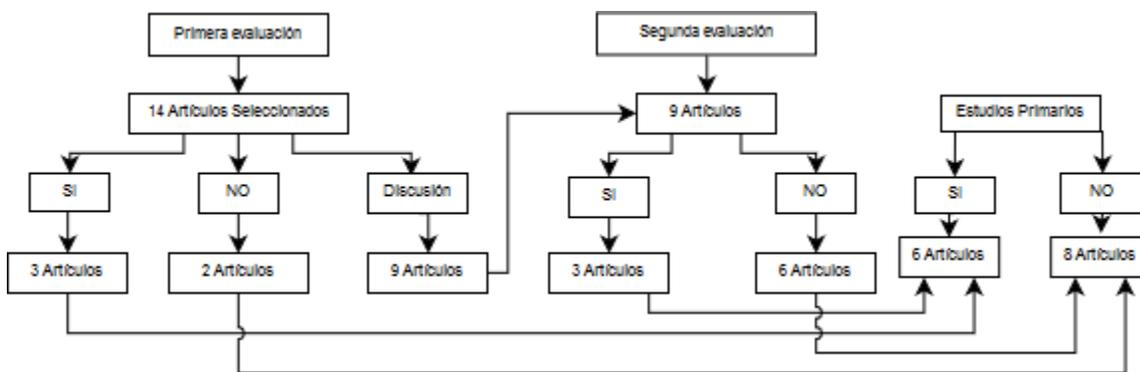


Figura 8 Evaluaciones

Tabla 7
Estudios Primarios

Nº-	Año	Título del artículo
PS1	2001	QUIM A Framework for Quantifying Usability Metrics
PS2	2012	Mobile Learning New forms of education
PS3	2016	An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system
PS4	2018	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices
PS5	2017	Enlight_ A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions
PS6	2018	Usability analysis Is our software inclusive

3.1.2.4 Data extraction and synthesis

En esta etapa se procede a realizar un resumen y síntesis de cada uno de los estudios primarios, revisando las diferentes métricas y evaluaciones que cada estudio utiliza en su investigación.

PS1 QUIM A Framework for Quantifying Usability Metrics (Seffah , Kececi, & Donyaee, 2001)

En este documento los autores examinan métricas de usabilidad para cuantificar la calidad de un software el cual indica que características debe tener un modelo para que sea de buena calidad, el modelo que se analiza es “the quality in use integrated map” llamado (QUIM), este modelo es conocido como un framework porque su estructura de calidad está basada en 4 niveles los cuales son factores, criterios, métricas y datos de la ingeniería de software.

Para el primer nivel de **factores** el modelo QUIM presenta las siguientes características:

- Eficacia: Grado de precisión e integridad con la cual el usuario logra una tarea específica en un contexto determinado.
- Eficiencia: Cantidad de recursos utilizados en relación con la precisión y la integridad con la que el usuario logra un objetivo.
- Satisfacción: Actitud positiva hacia el uso del producto de software.
- Producción: Relación entre el producto obtenido, y los recursos necesarios para obtenerlo
- Seguridad: Protección de la información.
- Internacionalidad: Grado en que el software puede utilizarse para el mercado global, teniendo en cuenta las culturas e idiomas.
- Accesibilidad: Grado en que el software puede ser utilizado por una amplia variedad de personas.

Para el nivel de **criterios** que son subfactores de este modelo se pueden medir a través de un conjunto de métricas. Algunos ejemplos de criterios según este modelo es que debe ser atractivo, consistente, esfuerzo mínimo, cantidad mínima de información en mente para lograr una tarea específica e integridad.

En el nivel de **métricas** el resultado de una función métrica es un valor numérico que resume el estado de los criterios específicos. En este estudio se presenta dos métricas las cuales han sido validadas y son aplicables a la mayoría de software las cuales son Task Concordance y Visual Coherence, estas las detallamos en la figura 9, además

estas métricas fueron utilizadas para responder a la pregunta de investigación planteada RQ1.

	Título del Artículo	Código	Descripción métrica	Definición de la Métrica	Código	Descripción evaluación	Definición de la Evaluación Evaluación
PS1	QUIM: A Framework for Quantifying Usability Metrics in Software Quality Models	CM1	Shows how well a user interface keeps related components together and unrelated components apart.	Visual Coherence (VC)	CE1	Where N is the number of tasks being ranked, and D, i.e. Discordance Score, is the number of pairs of tasks whose difficulties are in right order minus those pairs whose difficulties are not in right order.	$TC = 100 \times D / (N \times (N - 1) / 2)$
		CM2	This is an index of how well the expected frequencies of tasks match their difficulty, good design will generally make the more frequent tasks easier (less steps or less efforts). To calculate this first we have to list all tasks ranked in order of descending expected frequency, along with their number of user steps in use case.	Task Concordance (TC)	CE2	Where G is the number of related visual component pairs in the group, and N is the number of visual components in the group.	$VC = 100 \times G / (N \times (N - 1) / 2)$

Figura 9 Métricas PS1

Finalmente, en el nivel de **datos** el modelo QUIM menciona que estos pueden ser cualitativos o cuantitativos.

Un ejemplo de relación entre todos los niveles según el modelo QUIM es el siguiente:

Como nivel de datos es el número de pares de componentes visuales relacionados en el grupo y el número visual de componentes forman la métrica de coherencia visual, esta métrica mide el criterio de carga de memoria mínima, el cual afecta al factor de eficiencia.

En este estudio se utiliza el método de análisis de calidad dinámica gráfica (GDQA) para la construcción de requisitos de alta calidad analizando los componentes del framework QUIM usando GDQA. Además, propone un caso de estudio el cual consiste en unir el modelo QUIM y GDQA para comparar el modelo de usabilidad ISO / IEC 9216, el cual se visualiza en la siguiente figura 10.

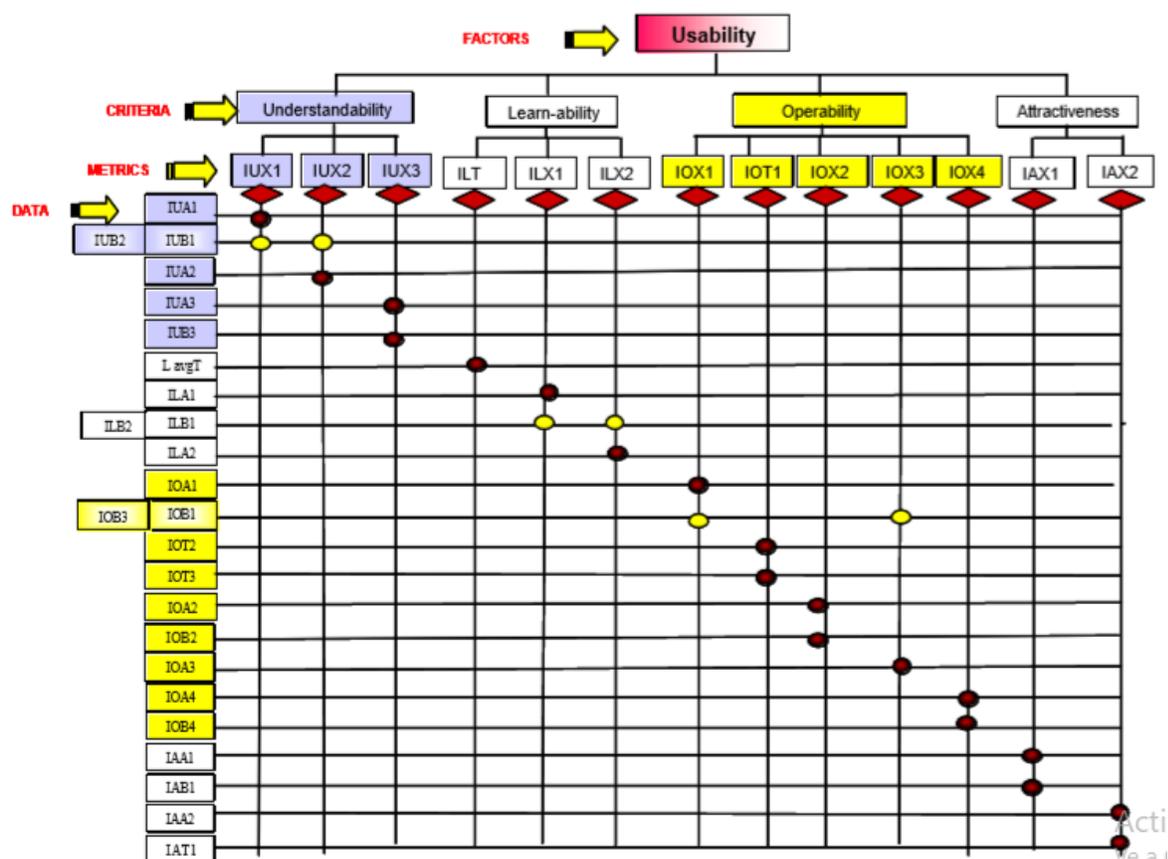


Figura 10 GDQA Model with ISO/IEC 9216

Fuente: (Campanella, 2012)

PS2 Mobile Learning New forms of education (Campanella, 2012)

Este documento indica formas alternativas al aprendizaje tradicional con la ayuda de los avances en tecnología de la información y comunicación. Una alternativa es a través de tecnologías móviles las cuales ofrecen flexibilidad, velocidad e innovación en cuanto al acceso de información, por este motivo el aprendizaje móvil es una de las formas preferidas de los usuarios. Para ayudar en el aprendizaje móvil los autores señalan 5 características las cuales son flexibilidad, colaboración, motivación, accesibilidad y portabilidad. Mientras que las dificultades que presenta el aprendizaje móvil son la

movilidad, informalidad y propiedad. Tomando en cuenta estas características, este trabajo analiza la calidad en aplicaciones de aprendizaje móvil, en este estudio también se realizó una encuesta que dio como resultado varios criterios de calidad: tiempo de carga, longitud de la ruta a los recursos buscados, grado de homogeneidad del proceso de datos de entrada, nivel de información requerido por el usuario, continuidad de la interacción humano – aplicación, complejidad, homogeneidad y simetría de los componentes usados.

Los autores mencionan métricas para aplicaciones de aprendizaje móvil, usan una estructura de tipo de aplicación basada en la web. Debido a esto, este trabajo analiza las métricas desde el punto de vista de una aplicación web, destacando estas métricas en las aplicaciones de aprendizaje móvil. Entre los primeros modelos utilizados para medir el nivel de calidad de las aplicaciones de aprendizaje móvil se encuentran los siguientes indicadores: dimensión del espacio ocupado, recuento de acceso de una página o tema, número de páginas leídas en una sesión de trabajo. Además en función de los atributos medidos, según (Dhyani, Wee Keong, & S Bhowmick, 2002) las métricas web se clasifican en: graph properties, page significance, usage characterization, page similarity, page search, information theoretic, estas métricas las detallamos en la figura 11 y fueron utilizadas para responder a la pregunta de investigación planteada RQ1.

Título del Artículo	Código	Descripción métrica	Definición de la Métrica	Código	Descripción evaluación	Definición de la Evaluación Evaluación
PS2 Mobile Learning New forms of education	CM3	Metrics that measure the properties of the associate graph	Graph Properties	CE3	The application analyzed through her components. Web pages, defines a virtual graph whose nodes are represented by pages and the connections between them define the roads of graphs nodes; the metrics based on graph's application analyze the structure both on high and detailed level.	Graph properties
	CM4	Metrics that analyze the signification of web page	Significance	CE4	These indicators measure the level of quality and relevance of web page from the perspective of informational needs of users; the results obtained by applying these metrics are used to make an hierarchy sort by the relevance of the returned pages of searching engines;	Page significance
	CM5	Metrics that characterize the way of using the accessed web pages	Usage characterization	CE5	The way that user interacts with web page offers important data used to define the content, the structure and presentation of the information; these metrics evaluates the user's behavior;	Usage characterization
	CM6	Metrics that measure the similarity level	Similarity	CE6	These indicators describe the connections between pages;	Page similarity
	CM7	Metrics for finding and searching	Search	CE7	Metrics for finding and searching that evaluates the web services performance of finding and searching information in web pages	Page search and retrieval
	CM8	Metrics of information theory	Information Theoretic	CE8	Describe those properties of web pages regarding need, generating and using information.	Information theoretic

Figura 11 Métricas PS2

Estas métricas son usadas para medir las principales características del software como por ejemplo la usabilidad que se encarga de medir el esfuerzo requerido para usar y entender la aplicación.

Al final el estudio indica que la calidad de la aplicación de aprendizaje móvil representa un aspecto importante para el proceso educativo porque afecta la forma en que los usuarios entienden y aprenden la información. Además, el proceso de optimización es un proceso continuo que quiere aumentar la eficiencia sobre las aplicaciones de aprendizaje móvil.

PS3 An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system (Zali & Ahmad Fadzlah , 2016)

Este estudio está enfocado en construir un framework de métricas de usabilidad para evaluar la usabilidad en aplicaciones móviles, este framework es desarrollado en base a un modelo de usabilidad que sigue la estructura G-A-M que significa Goal-Attribute-Metrics en español Objetivo, Atributo y Métricas.

El **objetivo** del desarrollo del modelo es lograr usabilidad para evaluar la usabilidad en aplicaciones móviles. Para el desarrollo de **atributos** estos autores se basan en una

revisión de literatura que ellos realizaron teniendo como resultado 15 atributos con sus respectivas definiciones, ver figuras 12 y 13.

Attributes	Definition
Accuratness	Measurement of the interaction between users and icons of the mobile applications.
Attractiveness	Measurement how users reach the relevant input needed with minimum time and effort.
Behaviorness	Measurement the behavior of the users used the mobile applications.
Cognitive load	Measurement the cognitive skills of users to handle the mobile applications.
Effectiveness	Measurement the ability of users to achieve their goal effectively.
Efficiency	Measurement the ability of users to complete their tasks with the minimum time taken.
Effortlessness	Measurement of effort used in handling mobiles applications.
Errors	Measurement of the frequency of errors detected.
Learnability	Measurement of the process of leaning used in order to achieve

Figura 12 Atributos

Fuente: (Zali & Ahmad Fadzliah , 2016)

	goal.
Memorability	Measurement of the memory needed to start and end up the mobile applications.
Operability	Measurement of the users interacts with the operation of the mobile applications.
Satisfaction	Measurement of how users satisfied when used the mobile applications in terms of target, communication and environment.
Steadiness	Measurement of how users solved any interruptions.
Timeliness	Measurement of the time users needs to achieve their goal.
Understandability	Measurement of the users understanding handling the mobile applications.

Figura 13 Atributos

Fuente: (Zali & Ahmad Fadzliah , 2016)

En cuanto al desarrollo de **métricas** estas fueron determinadas de modo que satisfacen y describen la característica de cantidad para los atributos del modelo de usabilidad.

Estas métricas las detallamos en la figura 14 y 15 en consecuencia visualizamos el framework del modelo de usabilidad G-A-M además utilizamos estas métricas para responder a la pregunta de investigación planteada RQ1.



Figura 14 Framework del modelo de usabilidad

Fuente: (Zali & Ahmad Fadzliah , 2016)

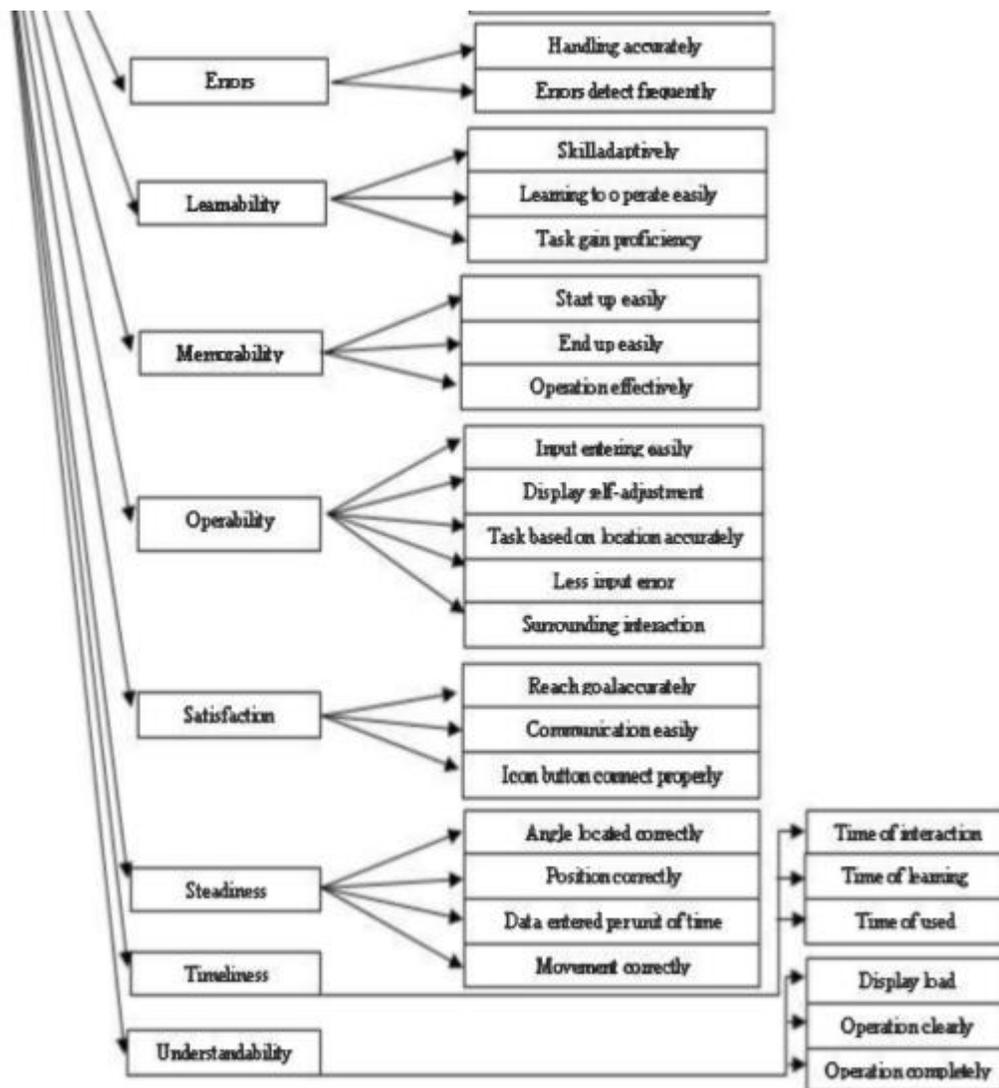


Figura 15 Métricas y Framework del modelo de usabilidad del estudio PS3

Fuente: (Zali & Ahmad Fadzliah , 2016)

PS4 Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices (Ba Matraf1 & Hussain, 2018)

En este estudio los autores se orientan hacia la evaluación de usabilidad para aplicaciones móviles de libros electrónicos, indicando que se deberían usar las distintas métricas para las mediciones de usabilidad. Por lo tanto, este estudio tiene como

objetivo identificar las características que afectan la satisfacción del usuario en la usabilidad de las aplicaciones móviles de libros electrónicos. Se mencionan cinco características: legibilidad, efectividad, accesibilidad, eficiencia y navegación.

El objetivo principal de este estudio es proponer un modelo para evaluar la usabilidad de las aplicaciones móviles de libros electrónicos, se realizaron cuatro pasos a seguir los cuales se mencionan a continuación.

El primer paso es identificar los requisitos para desarrollar el modelo que son las características principales y las métricas asociadas.

Como segundo paso está el desarrollo de un modelo de evaluación de usabilidad para la aplicación móvil de libros electrónicos basada en la satisfacción del usuario.

En el tercer paso, las características fueron formuladas en forma de proposición para probar las distintas hipótesis como se muestra en la figura 16.

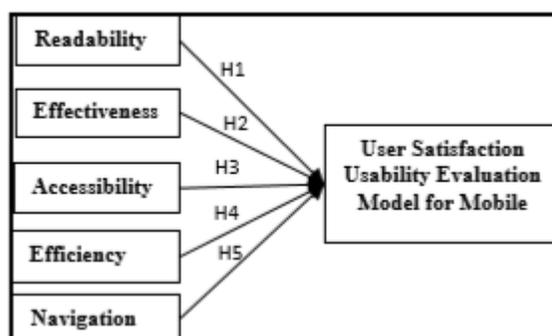


Figura 16 Modelo de evaluación de usabilidad

Fuente: (Ba Matraf1 & Hussain, 2018)

Finalmente, como último paso se estableció una la evaluación para validar el modelo propuesto implementando una prueba de usabilidad seguido de un cuestionario de satisfacción.

En cuanto a los resultados que presenta este estudio a través de un análisis descriptivo y varios métodos estadísticos es que todas las hipótesis fueron compatibles, es decir las 5 características influyen en la satisfacción del usuario de libros electrónicos. Además de indicarnos que las características más relacionadas a usuarios de libros electrónicos son la navegación, eficacia y accesibilidad las cuales fueron tomadas en cuenta para responder a la pregunta de investigación planteada RQ1 y se las visualiza en la figura 17.

	Título del Artículo	Código	Descripción métrica	Definición de la Métrica
PS4	Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices	CM61	Readability is "the ease with which visual content can be understood". Readability is significant as a first-rate sign of comprehension which is a main element in the reading environment of the user experience	Readability
		CM62	Effectiveness is the ability in which the users can accomplish tasks by using the system, and the quality that can come from the outputs after accomplishing those tasks	Effectiveness
		CM63	The ability to use the system by users with some sort of disability like visual, psychomotor, and hearing disability	Accessibility
		CM64	According to ISO 9241-11 Efficiency is about how much resources spent in relation to the completeness and accurateness with which users reach targets	Efficiency
		CM65	People need to know what is within their environment (physical world, electronic world, or Virtual). Good information and program design might provide such support and provide new means of navigating	Navigation

Figura 17 Métricas PS4

Fuente: (Ba Matraf1 & Hussain, 2018)

PS5 Enlight A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions (Baumel, Faber, Mathur, Kane, & Muench, 2017)

Los autores explican a Enlight como una herramienta de evaluación exhaustiva de la calidad y el potencial terapéutico para intervenciones de eSalud en aplicaciones móviles y web. En este estudio con el fin de evaluar la calidad de todos los aspectos de los programas de intervención de eSalud, se siguieron los siguientes objetivos: 1) identificar los criterios relevantes publicados a través de una revisión sistemática, 2) desarrollar un conjunto de medidas de calidad basadas en criterios relacionadas con los programas de eSalud, 3) establecer la fiabilidad y generalización de las medidas en la evaluación de objetivos clínicos.

Para el primer objetivo, que es acerca de identificar los criterios se exponen los siguientes criterios: Usabilidad, diseño visual, compromiso del usuario, contenido, persuasión terapéutica, alianza terapéutica, lista de verificación de credibilidad, programa basado en la evidencia y lista de verificación de explicación de privacidad. Nos centramos en el criterio de usabilidad por esta razón se menciona específicamente tres características que son consideradas como métricas y es la navegación, la capacidad de aprendizaje y la facilidad de uso, estas las detallamos en la figura 18 y nos sirven para responder la pregunta de investigación planteada RQ1.

PS5	Enlight. A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions	CM66	Is it easy/natural/frictionless to navigate through the eHealth intervention Program (EHP)	Navigation	CE3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Very poor. It is very difficult to move from one place to another. Many features are, therefore, not accessible when needed. 2. Poor. It is difficult to move from one place to another, making some features somewhat hard to reach when needed. 3. Fair. Navigation is okay, but not smooth. 4. Good. It is simple/natural to navigate through the EHP flow (but not ideal). 5. Very good. It is very clear how to navigate through the EHP and to access every desired / relevant location when needed 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Very poor. 2. Poor. 3. Fair. 4. Good. 5. Very good.
		CM67	How easy is it to learn how to use the eHealth intervention Program at first? Is it self-explanatory?	Learnability	CE4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Very poor. It takes too much time to learn how to use the program. 2. Poor. It takes a considerable amount of time to learn how to use the program. Only highly motivated users will take the time to learn it OR supplementary support is needed. 3. Fair. Users can learn how to use the program without additional support. Only a few of the important features require a considerable amount of time to learn. 4. Good. Learning to use the program is easy (but not ideal). Appropriate explanations appear if needed. None of the important features require a considerable amount of time to learn. 5. Very good. Learning to use the program is very easy, natural, and frictionless. 	
		CM68	How easy is it to use the EHP? Does the operator need to exert only the least possible effort to activate the desired features	Ease of Use	CE5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Very poor. The user has to exert a lot of effort that would have been unnecessary had the program been designed differently. 2. Poor. Utilizing key parts of the program demands effort from the end user. 3. Fair. Utilizing some parts of the program demands effort from the end user. 4. Good. Utilization could have been made more effortless by designing one (not major) feature differently. 5. Very good. The design best minimizes the effort required from the user. 	

Figura 18 Métrica PS5

Fuente: (Baumel, Faber, Mathur, Kane, & Muench, 2017)

Estas características fueron evaluadas en cuanto a la facilidad de aprender a usar el programa de intervención de eSalud y la facilidad de utilizarlo adecuadamente. Como resultado de esta evaluación indica que en aplicaciones móviles de eSalud no se encuentra una alta relación con las características antes mencionadas de usabilidad.

PS6 Usability analysis Is our software inclusive (Guerrero & Vega, 2018)

En este estudio los autores señalan que la usabilidad es considerada como uno de los atributos de calidad más importantes, siendo un aspecto fundamental en todos los productos de software, además se menciona la obtención de requisitos de usabilidad para productos de software inclusivo esto significa que debe ser accesible y utilizable por todas las personas con discapacidades o no, esto debe tenerse en cuenta desde la especificación de requisitos hasta la validación de los productos.

El presente estudio está dividido en cuatro secciones. La primera sección presenta diferentes factores de usabilidad predominantes en software inclusivo: eficiencia,

efectividad, productividad, satisfacción, capacidad de aprendizaje, seguridad, confianza, accesibilidad, universalidad, utilidad, aceptación. En la segunda sección presenta una tabla comparativa con las fortalezas y debilidades de diferentes trabajos orientados a satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad, se visualiza esta tabla en la figura 19.

Contribution	Advantages	Disadvantages
Keates and Clarkson framework [28]	Identifies users' desires and aspirations. Subsequently determines users' needs.	It does not provide metrics to validate if the product is really inclusive. It does not relate requirements with usability.
CEN / CENELEC Guide [29]	It allows considering the needs based on different clauses, addressing problems of usability and accessibility.	The guide does not provide mechanisms to relate factors of usability in quantitative form.
HAAT Model [30]	It relates users' needs to the activities of their daily living.	It does not formalize the process of capture of information from the early stages of the model. It does not include metrics.
CAT Model [31]	It categorizes user's requirements to analyze user's information.	It does not consider usability factors within the context of the model.
USERfit Model [32]	In the user analysis phase, it allows considering functional implications and necessary actions to counter impediments. It allows integrating the characteristics with existent standards in literature.	It does not include metrics in the user analysis. It does not address usability factors in depth.
Goodman's model [33]	It defines the problem and then details the user requirements. It integrates elicitation techniques in the process of analysis and data collection.	It does not consider metrics. It does not relate requirements with aspects of software quality.

Figura 19 Cuadro comparativo de investigación en sistemas inclusivos

Fuente: (Guerrero & Vega, 2018)

La tercera sección, la parte de mayor importancia en nuestro estudio, detallan métricas de requisito de usabilidad visualizados en la figura 20.

Factor	Metrics	Parameter A	Parameter B	Formula
Learnability	Requirements familiarity	Number of requirements previously known by the educator.	Total number of requirements.	A/B
	Requirements consistency	Number of requirements changed by the user	Total number of requirements.	1 - A/B
Understandability	Requirements integration	Number of requirements described.	Total number of requirements.	A/B
	Requirements demonstration	Number of requirements demonstrated by the user.	Total number of requirements.	A/B
	Function of understandable requirements	Number of interface requirements that refer to what the user understands.	Total number of requirements.	A/B
Effectiveness	Function of effectiveness of requirements	Number of requirements that could be successfully realized.	Total number of requirements.	A/B
	Requirements termination	Number of pending requirements (with missing information).	Total number of requirements.	A/B
Compliance	Level of compliance of the requirements	Number of requirements that could be correctly applied.	Total number of requirements.	A/B
	Function of compliance	Number of requirements valued for the design.	Total number of requirements.	A/B
Satisfaction	Level of satisfaction of the requirements	Degree of user satisfaction after applying the technique of requirements elicitation.	-	Weighting of parameter A.
	Level of satisfaction of the information provided	Degree of satisfaction of the educator with respect to the information provided by the user.	-	Total weighting of parameter A.

Figura 20 Métricas de usabilidad para la obtención de requisitos de software inclusivo

Fuente: (Guerrero & Vega, 2018)

Finalmente, el resultado que presenta este estudio para obtener los requisitos del software inclusivo es necesario, conocer las necesidades de usabilidad de los usuarios, identificar las tareas y encontrar problemas de interacción con un software similar.

Llevar a cabo una categorización y medición de los factores y criterios de usabilidad. Estos autores señalan que la guía de usabilidad, específicamente las métricas discutidas en este artículo son válidas para trabajos futuros.

En el anexo B podemos encontrar por cada estudio de acuerdo a como menciona el autor las métricas, su descripción y evaluación, los espacios que se encuentran en blanco es porque los autores no mencionan ninguna clase de información, una vez identificadas el número total de métricas de cada estudio se realizó la tabla 8 en donde ordenamos los estudios por año y podemos visualizar que el estudio que más métricas apporto fue el estudio SP3 sin embargo en lo que concierne a la evaluación de cada métrica el estudio no presenta como evaluar estas métricas. En cuanto a nuestro criterio el estudio PS5 fue el mejor detallando su evaluación porque nos indica una escala de evaluación además de un ejemplo de cómo utilizar esta escala en una serie de preguntas realizadas a la aplicación, aunque menciona muy pocas métricas.

Tabla 8
Métricas por estudio

Estudio	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
Año	2001	2012	2016	2018	2017	2018
Evaluación	SI	SI	NO	NO	SI	SI
Total de métricas por estudio	2	6	52	5	3	5

Se procedió a realizar un análisis descriptivo comparando todas las métricas encontradas, para lo cual las agrupamos por el siguiente factor:

- Descripción de la métrica similar a otra descripción

En base a la descripción de las siguientes métricas: visual coherence (CM1), graph Properties (CM3), icons located correctly (CM13), image appeared correctly (CM14), text highlighted correctly (CM15), readability (CM61) llegamos a considerar que estas métricas se enfocan en que el usuario entienda el contenido visual a través de componentes como son gráficos, iconos, etc. A la agrupación de estas métricas se le denominará **Contenido visual** con el código **CMA1** que significa (Código Métrica Agrupada) y además se añade su respectiva numeración.

Agruparemos a todas las métricas que señalen en su descripción características como la facilidad de acceder a las tareas más frecuentes de la aplicación móvil. Podemos decir que las métricas con una descripción similar son las métricas de Task Concordance (CM2), Usage characterization CM5, Task used completely (25), No errors detected (CM26) Goal achieve correctly (27), Effectiveness (CM62), Ease of Use (CM68), Effectiveness (CM71) y las denominaremos **Eficacia** con el código **CMA2**.

Las métricas que se enfoca en si es fácil o difícil navegar a través de la aplicación son Navigation(CM65), Navigation(CM66), Similarity(CM6), Input entering easily (CM43), Display self adjustment (CM44), Task based on location accurately (CM45), Less input error (CM46), Surrounding interaction (CM47) a estas métricas las denominaremos **Navegabilidad** con el código **CMA3**.

Agrupamos las métricas que se orientan a la eficiencia de los usuarios para completar las tareas con un mínimo de tiempo requerido, las cuales son Task complete quickly (CM28), Action done accurately (CM29), Efficiency (CM64) a estas métricas las denominaremos **Eficiencia** con el código **CMA4**.

Agrupamos las métricas que se refieren al proceso de aprendizaje para alcanzar un objetivo las cuales son Skilladaptively(CM37), Learning to operate easily(CM38), Task gain proficiency(CM39), Learnability(CM67) y Learnability(CM69) a estas métricas se les denomino **Aprendizaje** con el código **CMA5**.

Agrupamos las métricas que en su descripción estén enfocadas a la satisfacción de los usuarios y son las siguientes Reach goal accurately(CM48), Communication easily(CM49), Icon button connect properly (CM50) y Satisfaction(CM73) a estas métricas se les denominará **Satisfacción** con el código **CMA6**.

Agrupamos las métricas que en su descripción se orientan a como el usuario entiende o comprende la aplicación móvil las cuales son Display load (CM58), Operation clearly (CM59), Operation completely (CM60) y Understandability (CM70) a estas las denominaremos **Comprensión** con el código **CMA7**.

Agrupamos las métricas que se refiere a la accesibilidad utilizada en el manejo de aplicaciones móviles las cuales son Information Access easily(CM30) y Accessibility (CM63) y se les denominara **Accesibilidad** con el código **CMA8**.

Para un mejor entendimiento de la agrupación de estas métricas se realizó la siguiente tabla 9 y figura 21.

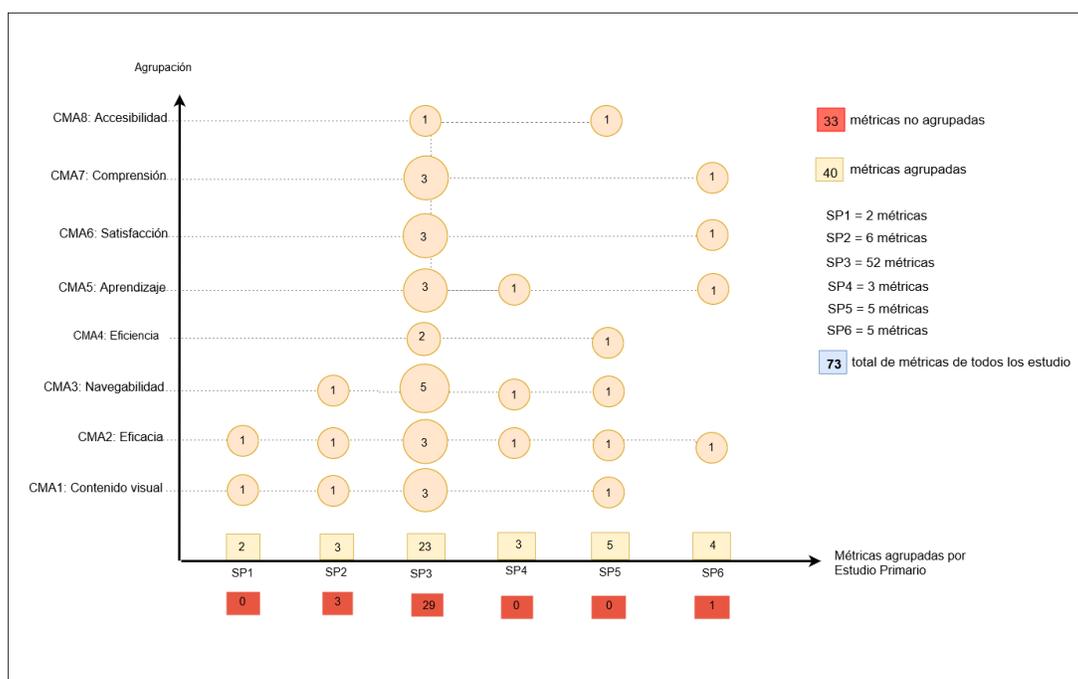


Figura 21 Métricas Agrupadas

Tabla 9

Código métrica agrupada

Agrupación de Métricas	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
Contenido visual	CM1: Visual coherence	CM3: graph Properties	CM13: icons located correctly , CM14: image appeared correctly , CM15: text highlighted correctly		CM61: readability	
Eficacia	CM2: Task Concordance	CM5: Usage characterization	CM25: Task used completely , CM26: No errors detected , CM27: Goal achieve correctly	CM68: Ease of Use	CM62: Effectiveness	CM71: Effectiveness

CONTINÚA

Navegabilidad	CM6: Similarity	CM43: Input entering easily , CM44: Display self adjustment, CM45: Task based on location accurately, CM46: Less input error , CM47: Surrounding interaction	CM66: Navigation	CM65: Navigation	
Eficiencia		CM28: Task complete quickly , CM29: Action done accurately		CM64: Efficiency	
Aprendizaje		CM37: Skilladaptively, CM38: Learning to operate easily, CM39: Task gain proficiency,	CM67: Learnability		CM69: Learnability
Satisfacción		CM48: Reach goal accurately, CM49: Communication easily, CM50: Icon button connect properly			CM73: Satisfaction
Comprensión		CM58: Display load , CM59: Operation clearly , CM60: Operation completely,			CM70: Understandability
Accesibilidad		CM30: Information Access easily		CM63: Accessibility	

A cada estudio le corresponde un año que representa la fecha de investigación de sus métricas, debemos mencionar que cada estudio se investigó en un respectivo año el cual fue: SP1 en el 2001, SP2 en el 2012, SP3 en el 2016, SP5 en el 2017 y los estudios SP4 y SP6 fueron publicados en el 2018, en la tabla 10 y figura 22 podemos observar que las métricas agrupadas en los años 2016 y 2018 son donde la mayoría de métricas agrupadas aparecen.

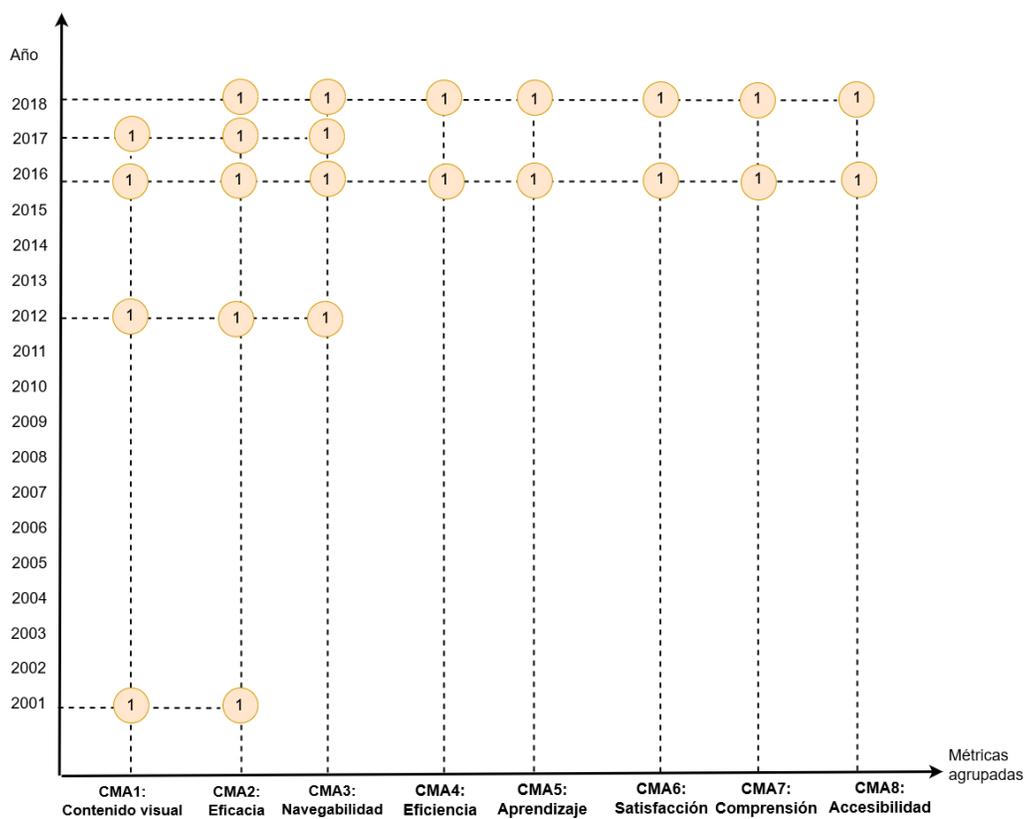


Figura 22 Métrica vs Año

Tabla 10
Métrica vs Año

CÓDIGO MÉTRICA VS AÑO	2001	2012	2016	2017	2018
CMA1	X	X	X	X	
CMA2	X	X	X	X	X
CMA3		X	X	X	X
CMA4			X		X
CMA5			X		X
CMA6			X		X
CMA7			X		X
CMA8			X		X

Las métricas no agrupadas en la tabla 5 es por motivos de que en algunas métricas su descripción no es similar a otra métrica encontrada porque el estudio no indica suficiente información para esto realizamos la tabla 11 de las métricas no agrupadas en la cual podemos observar que la mayoría son del estudio SP3 del año 2016.

Tabla 11
Métricas no agrupadas

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
1	CM4	Significance		X				
2	CM7	Search		X				
3	CM8	Information Theoretic		X				
4	CM9	Errors detected correctly			X			
5	CM10	Inputs detected correctly			X			

CONTINÚA

6	CM11	words written correctly			X			
7	CM12	button taped correctly			X			
8	CM16	Color used			X			
9	CM17	Layout presented			X			
10	CM18	Icon used			X			
11	CM19	Menu used			X			
12	CM20	Scrolled easily			X			
13	CM21	Skill practice needed			X			
14	CM22	Strategies employed			X			
15	CM23	Approached adopted			X			
16	CM24	Skill adapt correctly			X			
17	CM31	Communication process quickly			X			
18	CM32	Cognitive workload less needed			X			
19	CM33	Mental effort less needed			X			
20	CM34	Usage effort less needed			X			

CONTINÚA

21	CM35	Handling accurately			X			
22	CM36	Errors detect frequently			X			
23	CM40	Start up easily			X			
24	CM41	End up easily			X			
25	CM42	Operation effectively			X			
26	CM51	Angle located correctly			X			
27	CM52	Position correctly			X			
28	CM53	Data entered per unit of time			X			
29	CM54	Movement correctly			X			
30	CM55	Time of interaction			X			
31	CM56	Time of learning			X			
32	CM57	Time of used			X			
33	CM72	Compliance						X

Para este estudio se seleccionará las métricas que mejor estén detalladas en los estudios, además tomamos a la descripción de la métrica como una característica fundamental y cuales aparecen o son mencionadas con mayor frecuencia en la mayoría de artículos primarios, las cuales son:

- Visual coherence (CM1)
- graph Properties (CM3)
- icons located correctly (CM13)
- image appeared correctly (CM14)
- text highlighted correctly (CM15)
- Task Concordance (CM2)
- No errors detected (CM26)
- Goal achieve correctly (CM27)
- Ease of Use (CM68)
- Navigation(CM65)
- Input entering easily (CM43)
- Display self-adjustment (CM44)
- Less input error (CM46)
- Task complete quickly (CM28)
- Action done accurately (CM29)
- Learning to operate easily(CM38,)
- Icon button connect properly (CM50)
- Display load (CM58)
- Operation completely (CM60)
- Information Access easily(CM30)

CAPITULO IV

PRODUCTO SOFTWARE

En este capítulo se determina los requerimientos y se realiza la implementación de la aplicación móvil Hunter-Cicte. Se expondrá la metodología utilizada, así como los requerimientos funcionales y no funcionales, historias de usuario, arquitectura, diagramas de casos de uso, y modelo de la base de datos. Posteriormente, identificando al artefacto como una aplicación móvil Android, es necesario diseñar la aplicación con las métricas identificadas para que las personas con deficiencia visual moderada puedan utilizar la aplicación móvil Hunter-Cicte evitando la mayoría de problemas que presenta la usabilidad o accesibilidad.

4.1. Proceso ágil de desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación móvil Hunter-Cicte se utilizó la metodología de desarrollo ágil SCRUM la cual enfatiza las comunicaciones presenciales en vez de la documentación. Se selecciona este proceso ágil debido a que el proyecto a construir puede tener cambios durante la fase de desarrollo, y el equipo de trabajo tiene solamente 3 integrantes, el cliente exige poca documentación, y este framework es uno de los más utilizados a nivel mundial para el desarrollo de software. Scrum está formado por tres características esenciales, las cuales son la transparencia, adaptación e inspección, además que reduce costo y tiempo a la hora del desarrollo del software (Schwaber & Sutherland, 2017).

Transparencia: Esta característica se refiere a los aspectos importantes del proceso de desarrollo, los cuales deben encontrarse visibles para el equipo de desarrollo.

Adaptación: Si en el proceso de desarrollo se determina que un aspecto se desvía de los límites aceptables, se puede reajustar y manejar el sprint con el objetivo de llevar a cabo las tareas a realizar.

Inspección: Se detecta variaciones en el transcurso del desarrollo, para alcanzar metas propuestas por el equipo de desarrollo.

El equipo de SCRUM tiene los siguientes integrantes:

- Product Owner
- Equipo de desarrollo
- Scrum Master

A continuación, se detalla a cada uno con sus respectivas características.

Product Owner

Es el responsable de liderar al equipo de desarrollo, así como también de la administración del producto, entre algunas de sus actividades según (Schwaber & Sutherland, 2013) se encuentran:

- Expresar los ítems del Backlog.
- Ordenar las tareas a realizar en el Backlog para lograr mejores objetivos.
- Para las tareas expuestas en el Backlog se designa responsables y tiempos.
- Asegurarse que el equipo de desarrollo entienda las tareas que se expusieron en el Backlog.

Equipo de Desarrollo

Está conformado por profesionales para organizar y gestionar su propio trabajo, en el cual se optimiza su eficiencia y su eficacia.

Según (Schwaber & Sutherland, 2013) el equipo de desarrollo tiene las siguientes características:

- Son auto-organizados, quiere decir que planifican las tareas en un tiempo prudente.
- Son multifuncionales.
- Scrum no reconoce títulos para los miembros del equipo de desarrollo, es decir unen las características de cada uno y así fomentan el trabajo en equipo

Scrum Master

Es el responsable de que se entienda lo que significa Scrum, ayudando a los que se encuentran fuera del equipo de Scrum a comprender cuales de sus interacciones con el equipo son útiles y cuáles no.

Según (Schwaber & Sutherland, 2013) algunas de las tareas que realiza el Scrum Master son:

- Gestiona técnicas para las tareas expuestas en el Product Backlog.
- Comprende la planificación de productos en un entorno empírico.
- Facilita los eventos de Scrum según lo solicitado o necesario.

La principal característica de Scrum es realizar ciclos parciales que permiten generar entregables de calidad, cada intervalo de tiempo donde se desarrollan tareas para

entregar un avance funcional se denomina sprint. Inmediatamente después de finalizar el sprint anterior se inicia un nuevo sprint y así sucesivamente hasta que el producto esté finalizado. En la siguiente figura se puede visualizar el proceso scrum.

Iniciamos con la planificación y priorización de las tareas en donde se obtiene el product backlog en seguida se reúnen los miembros del equipo a este proceso se le denomina sprint planning donde se decide las tareas a realizarse y la fecha de entrega de cada tarea posterior a esto se desarrollan las tareas consiguiendo un producto al cual podemos probarlo y realizar la entrega final del producto, finalmente se realiza un sprint review el cual es una reunión para indicar mejoras que podrían realizarse. Ver figura 23.

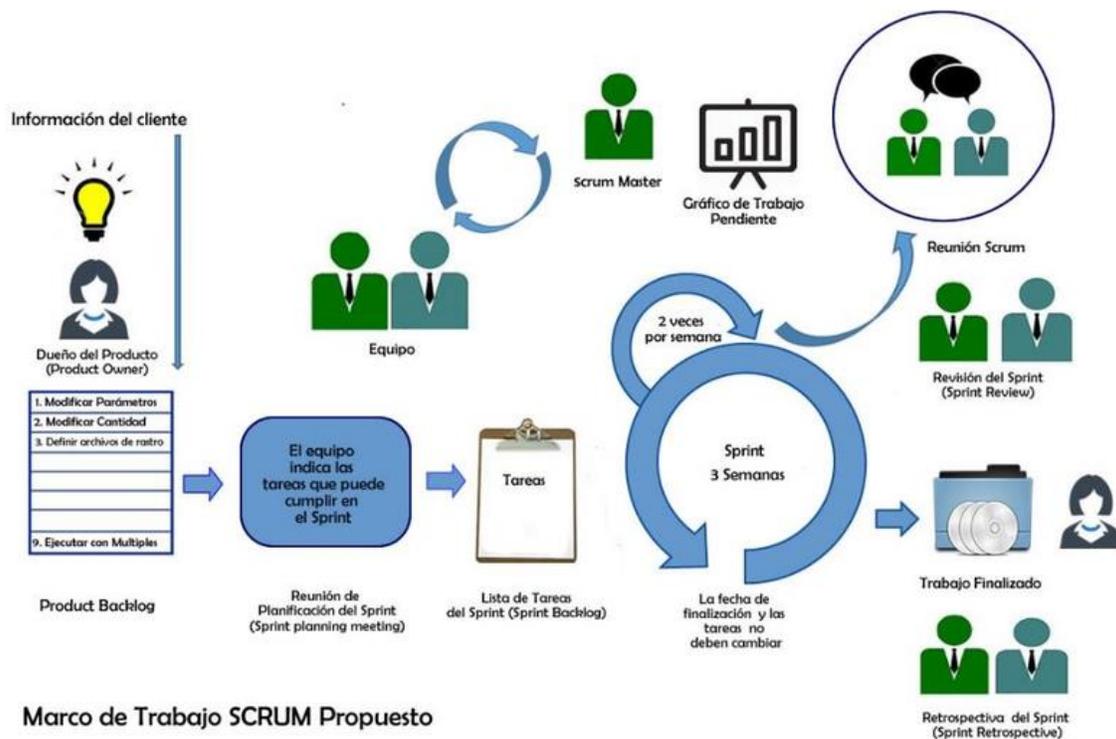


Figura 23 Proceso Ágil Scrum

Fuente (Armijos, 2015)

En este proyecto de investigación se establecieron a las siguientes personas como miembros del equipo SCRUM:

- Product Owner: Tnte. Reyes
- Scrum Master: Erick Zambrano
- Equipo de Desarrollo: Erick Zambrano

Una vez que se han establecido los integrantes del equipo SCRUM, y se han asignado las tareas, se realiza el sprint, con las tareas que se debe realizar para lo cual empezaremos con los requerimientos.

4.2. Requerimientos Funcionales y No Funcionales

En el presente apartado se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema Hunter-Cicte. Los requerimientos fueron recolectados por parte del equipo de desarrollo, con ayuda de un representante del departamento Cicte. Los requerimientos funcionales se mencionan en la tabla 12 y los no funcionales en la tabla 13.

4.2.1 Requerimientos Funcionales (RF)

Tabla 12

Requerimientos Funcionales

RF01	El sistema tendrá un Login para acceso a la información
RF02	El sistema no permitirá el acceso a usuarios que no estén registrados
RF03	El sistema permitirá visualizar las misiones de los militares
RF04	El sistema permitirá visualizar datos importantes del militar
RF05	El sistema podrá hacer una visualización de la trayectoria GPS de cada militar
RF06	El sistema permitirá visualizar la trayectoria de la temperatura de cada militar
RF07	El sistema permitirá visualizar la trayectoria de la presión de cada militar
RF08	El sistema permitirá visualizar la trayectoria del Ritmo Cardíaco de cada militar

4.2.2 Requerimientos no Funcionales (RNF)

Tabla 13

Requerimientos No Funcionales

RNF01	El sistema deberá contar con una interfaz móvil accesible para el usuario
RNF02	El dispositivo tendrá que disponer de acceso a internet para su funcionamiento.
RNF03	El sistema garantizará la seguridad de la información.
RNF04	El sistema estará disponible 24/7

Los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación Hunter-Cicte, descritos en la Tabla 12 y la Tabla 13 respectivamente, se especificarán a detalle en el Anexo A. La especificación de estos requerimientos fue elaborada en base al estándar IEEE 830 – 1998, el cual establece directrices para elaborar correctamente una ERS.

Historias de Usuario

Una vez analizado los requerimientos funcionales con el personal del área del Cicte, se procedió a realizar las historias de usuario detalladas y que se encuentren acorde a las necesidades planteadas por el representante del Cicte.

Nombre del Sistema: Hunter-Cicte

Descripción: Hunter-Cicte es una aplicación móvil que permitirá al representante del Cicte, realizar visualizaciones de cada militar acerca de su ubicación, temperatura, presión y ritmo cardiaco, los mismos que podrán ser respondidos de manera rápida y eficaz, y así reducir el tiempo de respuesta a cualquier problema que presente el militar. Esta aplicación contará con un sistema de identificación por medio de una ventana de login para garantizar la seguridad de la información.

Tabla 14
Historia de Usuario HXHC001

Historia de Usuario	
Código :	HXHC001
Módulo:	Login
Descripción:	Esta pantalla es sobre el control del acceso al sistema Hunter-Cicte
Prioridad :	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validar que se cumplan los formatos de cada campo tanto en longitud como en tipo y restringir el ingreso de más caracteres. 2. El uso de mayúsculas o minúsculas es indispensable para la contraseña. 3. Si el usuario ingresa un valor no válido el sistema emite un mensaje parametrizado en que se indica el por qué el valor no es válido. Por ejemplo: Tamaño máximo del campo es mayor que el permitido. 4. El usuario ingresa al sistema Hunter-Cicte siempre que el nombre de usuario y contraseña sean idénticos a los almacenados en la base de Firebase.

CONTINÚA

Restricciones:	Tener conexión a internet.
Pantallas:	<p>Pantalla Login</p> <p>Campos de Entrada</p> <p>Nombre de usuario</p> <p>Descripción: Nombre del usuario que quiere entrar al sistema</p> <p>Longitud: Carácter (100)</p> <p>Mandatorio: Si</p> <p>Contraseña</p> <p>Descripción: Credencial correspondiente al usuario</p> <p>Longitud: Carácter (100)</p> <p>Mandatorio: Si</p> <p>Acciones (Botones, cuadros etc.):</p> <p>Ingresar: Realiza la comprobación de las credenciales para entrar al sistema.</p>

Tabla 15
Historia de Usuario HXHC002

Historia de Usuario	
Código :	HXHC002
Módulo:	Visualización de misiones
Descripción:	Visualiza en una lista las misiones de los militares registrados en la base de datos
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<ol style="list-style-type: none"> Ingreso al sistema con el usuario y contraseña idénticos a los almacenados en la base de datos
Restricciones:	Tener conexión a internet.
Pantallas:	<p>Pantalla Visualizar Misión</p> <p>Contenido</p> <p>Lista de misiones</p> <p>Descripción: Datos de las misiones que se encuentran en la base de datos.</p>

Tabla 16
Historia de Usuario HXHC003

Historia de Usuario	
Código :	HXHC003
Módulo:	Visualización de militares
Descripción:	Visualiza en una lista los militares registrados en la base de datos
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<ol style="list-style-type: none"> Ingreso al sistema con el usuario y contraseña idénticos a los almacenados en la base de datos
Restricciones:	Tener conexión a internet.
Pantallas:	<p>Pantalla Visualizar Militar</p> <p>Contenido</p> <p>Lista de militares</p> <p>Descripción: Datos de los militares que se encuentran en la base de datos.</p>

Tabla 17
Historia de Usuario HXHC004

Historia de Usuario	
Código :	HXHC004
Módulo:	Localización
Descripción:	Control de ubicación de cada militar
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<p>1. Validar que se cumplan los formatos de cada campo tanto en longitud como en tipo y restringir el ingreso de más caracteres.</p> <p>2. Si el usuario ingresa un valor no válido el sistema emite un mensaje parametrizado en que se indica el por qué el valor no es válido. Por ejemplo:</p> <p>Valor ingresado no corresponde a un número.</p> <p>Valor ingresado contiene caracteres especiales que no son permitidos</p> <p>3. El usuario puede dibujar en el mapa de acuerdo a la hora y fecha ingresada.</p>
Restricciones:	Tener conexión a internet.

CONTINÚA

Pantallas:	<p>Pantalla Ubicación</p> <p>Campos de Entrada</p> <p>Hora de inicio</p> <p>Descripción: Hora de inicio la cual será tomada como referencia para extraer los datos de la base.</p> <p>Hora de fin</p> <p>Descripción: Límite de tiempo máximo que se dibujara en el mapa.</p> <p>Fecha</p> <p>Descripción: Fecha de las ubicaciones que se dibujaran en el mapa.</p> <p>Acciones (Botones, cuadros etc.):</p> <p>Hora inicio: Despliega la pantalla para ingresar la hora de inicio.</p> <p>Hora fin: Despliega la pantalla para ingresar la hora de fin.</p> <p>Fecha: Despliega la pantalla para ingresar la fecha.</p> <p>Esbozar: Dibuja en el mapa marcadores de cada ubicación registrada en la base de datos.</p>
-------------------	---

Tabla 18
Historia de Usuario HXHC005

Historia de Usuario	
Código :	HXHC005
Módulo:	Temperatura
Descripción:	Control de la temperatura de cada militar
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<p>1. Validar que se cumplan los formatos de cada campo tanto en longitud como en tipo y restringir el ingreso de más caracteres.</p> <p>2. Si el usuario ingresa un valor no válido el sistema emite un mensaje parametrizado en que se indica el por qué el valor no es válido. Por ejemplo:</p> <p>Valor ingresado no corresponde a un número.</p> <p>Valor ingresado contiene caracteres especiales que no son permitidos</p> <p>3. El usuario puede dibujar en el mapa de acuerdo a la hora y fecha ingresada.</p>
Restricciones:	Tener conexión a internet.

CONTINÚA

Pantallas:	<p>Pantalla Temperatura</p> <p>Campos de Entrada</p> <p>Hora de inicio</p> <p>Descripción: Hora de inicio la cual será tomada como referencia para extraer los datos de la base y dibujar en el diagrama.</p> <p>Hora de fin</p> <p>Descripción: Límite de tiempo máximo que se dibujara en el diagrama.</p> <p>Fecha</p> <p>Descripción: Fecha de las ubicaciones que se dibujaran en el diagrama.</p> <p>Acciones (Botones, cuadros etc.):</p> <p>Hora inicio: Despliega la pantalla para ingresar la hora de inicio.</p> <p>Hora fin: Despliega la pantalla para ingresar la hora de fin.</p> <p>Fecha: Despliega la pantalla para ingresar la fecha.</p> <p>Esbozar: Dibuja en el diagrama puntos de cada temperatura registrada en la base de datos.</p>
-------------------	---

Tabla 19
Historia de Usuario HXHC006

Historia de Usuario	
Código :	HXHC006
Módulo:	Presión
Descripción:	Control de la presión de cada militar
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<p>1. Validar que se cumplan los formatos de cada campo tanto en longitud como en tipo y restringir el ingreso de más caracteres.</p> <p>2. Si el usuario ingresa un valor no válido el sistema emite un mensaje parametrizado en que se indica el por qué el valor no es válido. Por ejemplo:</p> <p>Valor ingresado no corresponde a un número.</p> <p>Valor ingresado contiene caracteres especiales que no son permitidos</p> <p>3. El usuario puede dibujar en el mapa de acuerdo a la hora y fecha ingresada.</p>
Restricciones:	Tener conexión a internet.

CONTINÚA

Pantallas:	Pantalla presión Campos de Entrada Hora de inicio Descripción: Hora de inicio la cual será tomada como referencia para extraer los datos de la base y dibujar en el diagrama. Hora de fin Descripción: Límite de tiempo máximo que se dibujara en el diagrama. Fecha Descripción: Fecha de las ubicaciones que se dibujaran en el diagrama. Acciones (Botones, cuadros etc.): Hora inicio: Despliega la pantalla para ingresar la hora de inicio. Hora fin: Despliega la pantalla para ingresar la hora de fin. Fecha: Despliega la pantalla para ingresar la fecha. Esbozar: Dibuja en el diagrama puntos de cada presión registrada en la base de datos.
-------------------	---

Tabla 20
Historia de Usuario HXHC007

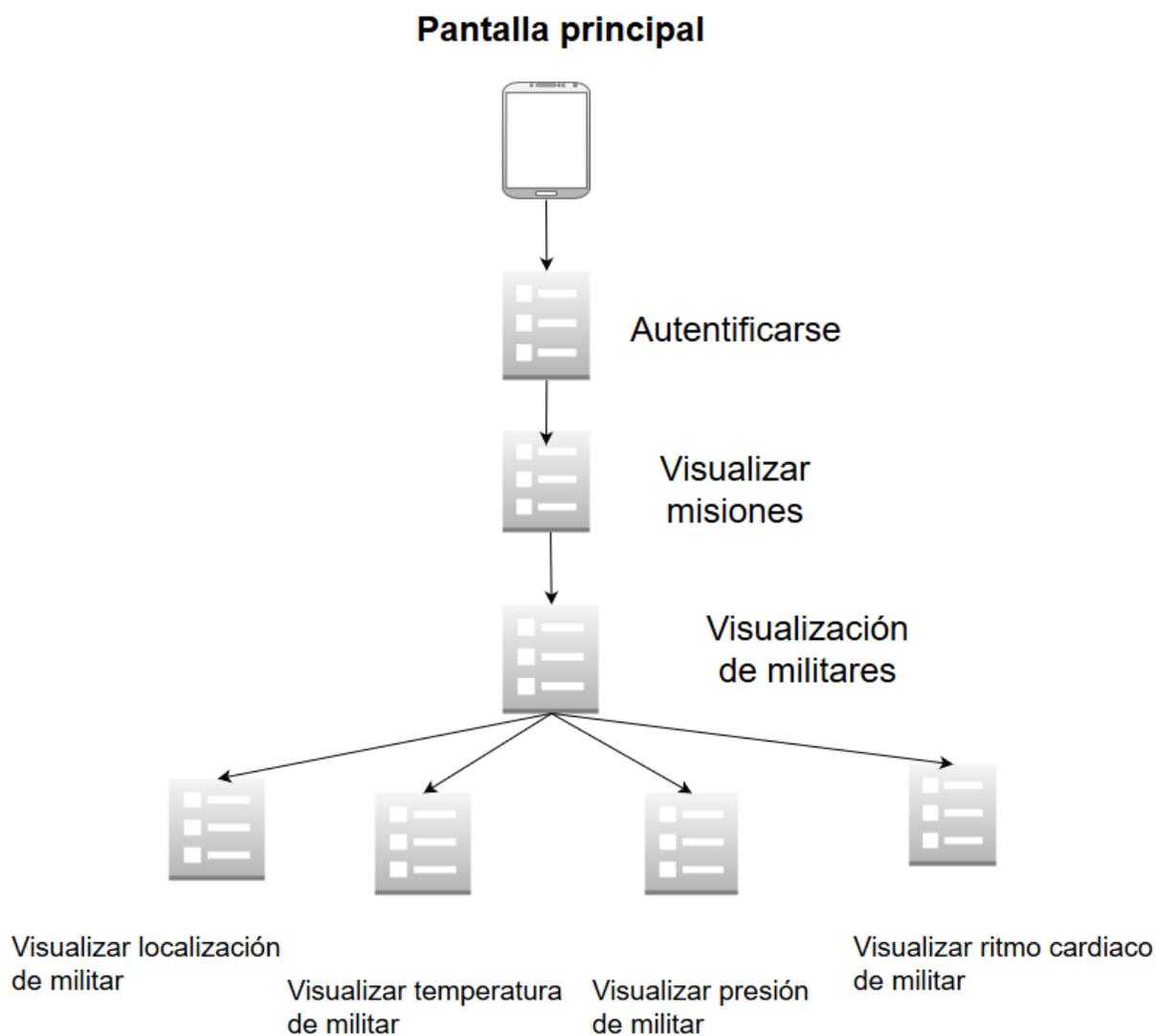
Historia de Usuario	
Código :	HXHC007
Módulo:	Ritmo Cardíaco
Descripción:	Control del ritmo cardíaco de cada militar
Prioridad:	Alta
Responsable:	Equipo de desarrollo
Validaciones:	<p>1. Validar que se cumplan los formatos de cada campo tanto en longitud como en tipo y restringir el ingreso de más caracteres.</p> <p>2. Si el usuario ingresa un valor no válido el sistema emite un mensaje parametrizado en que se indica el por qué el valor no es válido. Por ejemplo:</p> <p>Valor ingresado no corresponde a un número.</p> <p>Valor ingresado contiene caracteres especiales que no son permitidos</p> <p>3. El usuario puede dibujar en el mapa de acuerdo a la hora y fecha ingresada.</p>
Restricciones:	Tener conexión a internet.

CONTINÚA

Pantallas:	<p>Pantalla presión</p> <p>Campos de Entrada</p> <p>Hora de inicio</p> <p>Descripción: Hora de inicio la cual será tomada como referencia para extraer los datos de la base y dibujar en el diagrama.</p> <p>Hora de fin</p> <p>Descripción: Límite de tiempo máximo que se dibujara en el diagrama.</p> <p>Fecha</p> <p>Descripción: Fecha de las ubicaciones que se dibujaran en el diagrama.</p> <p>Acciones (Botones, cuadros etc.):</p> <p>Hora inicio: Despliega la pantalla para ingresar la hora de inicio.</p> <p>Hora fin: Despliega la pantalla para ingresar la hora de fin.</p> <p>Fecha: Despliega la pantalla para ingresar la fecha.</p> <p>Esbozar: Dibuja en el diagrama puntos de cada ritmo cardiaco registrado en la base de datos.</p>
-------------------	---

4.3. Diagramas de Navegación

A continuación, se dará a conocer el diagrama de navegación de un usuario perteneciente al sistema Hunter-Cicte.



4.4 Arquitectura del sistema Hunter-Cicte



Figura 25 Arquitectura del sistema Hunter-Cicte

Fuente: (Abundis, 2016)

En primer lugar, la capa de usuario consiste en una interfaz móvil, esto quiere decir que se requiere de un dispositivo móvil. Al ser un sistema móvil, cualquier dispositivo con la aplicación instalada, que tenga acceso a internet puede desplegar esta aplicación y ver la información que almacena. El usuario podrá realizar la función de visualizar la información de cada militar.

En la capa de aplicación se encuentra el api de la aplicación que es un Backend provisto por Google el cual es utilizado para guardar y sincronizar datos en la nube en tiempo real. Para este sistema se utilizó una de sus características principales, el desarrollo que contiene a la autenticación y el almacenamiento, siendo esta una ventaja para poder acceder a un servicio web para poder tener nuestra aplicación trabajando con datos en la nube. El servidor de aplicaciones se comunica con la base de datos para realizar la consulta de información. La última capa se refiere Firebase Realtime Database que es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan en formato JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado. Cuando

compilamos app con nuestros SDK de Android, todos los clientes comparten una instancia de Realtime Database y reciben actualizaciones automáticamente con los datos más recientes.

4.5 Priorización de requisitos

Se realiza la tabla 14 para la priorización de requisitos de acuerdo a las conversaciones con el product owner.

Tabla 21
Priorización de requisitos

Requisitos preliminares	Criterios			
	<i>Beneficio relativo del interesado</i>	<i>Penalidad si no se realiza</i>	<i>Suma Prioridad</i>	<i>Prioridad Sugerida</i>
<i>El sistema tendrá un Login para acceso a la información</i>	1	1	2	7
<i>El sistema no permitirá el acceso a usuarios que no estén registrados</i>	1	1	2	8
<i>El sistema permitirá visualizar las misiones de los militares</i>	2	1	3	6
<i>El sistema permitirá visualizar datos importantes del militar</i>	2	2	4	5
<i>El sistema podrá hacer una visualización de la trayectoria GPS de cada militar</i>	3	3	6	1
<i>El sistema permitirá visualizar la trayectoria de la temperatura de cada militar</i>	3	2	5	2
<i>El sistema permitirá visualizar la trayectoria de la presión de cada militar</i>	3	2	5	3
<i>El sistema permitirá visualizar la trayectoria del Ritmo Cardíaco de cada militar</i>	3	2	5	4

1= Bajo; 2= Medio; 3 = Alto

4.6 Panel de Sprint

Se utilizó la herramienta trello que es un software de administración de proyectos con interfaz web, para realizar el panel de sprint se encuentran en el anexo C.

A continuación, se visualiza el cronograma de los Sprint.

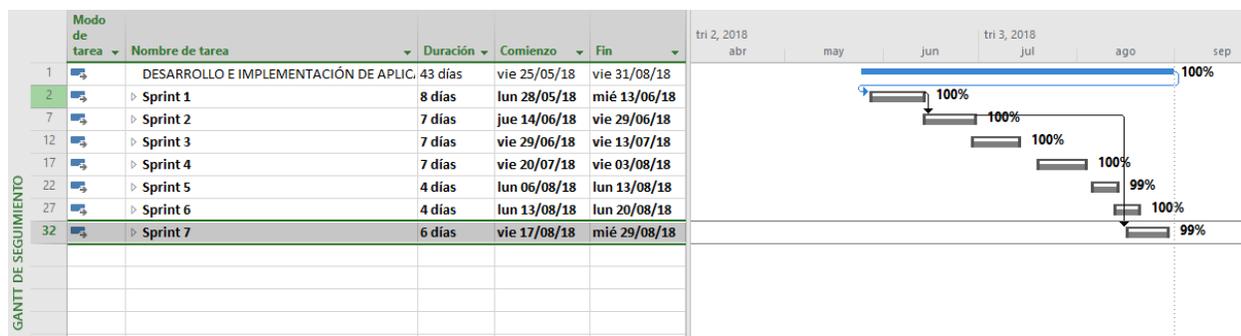


Figura 26 Cronograma Sprint

Redacción de los Sprint

Sprint 1

En este sprint se han entrevistado a todos los actores involucrados en el sistema lo cual nos permitió conocer de manera general la empresa y las necesidades que solventara el sistema dando como resultado una lista de requisitos preliminares, además se realiza una tabla de la información obtenida de la empresa Cicte.

Empresa: Centro de investigaciones del ejercito CICTE

Product Owner: Teniente Rolando Reyes

Scrum Master: Erick Zambrano

Tabla 22
Información del Sprint 1

Información Cicte		
Sistema: Aplicación Hunter-Cicte		
Fecha: 19-04-2018		
Elaborado por: Erick Zambrano		
Informantes	Roles del sistema	
	Product Owner	
Teniente Rolando Reyes		X
Mayor Manolo Paredes		X
Documentación relacionada	Ubicación	Argumentos para considerarla
Tareas a visualizar del militar	Página web cicte	Descripción detallada de lo que se debe elaborar como las misiones y tareas del militar a considerar
Otras fuentes	Ubicación	Argumentos para considerarla
Sistema XCA3	/installadork XCA3.exe	Revisión de un sistema de monitoreo similar

Definición de Actores del Sistema

Previo al desarrollo de la aplicación Hunter-Cicte, se procedió a definir el actor que se encuentra involucrado en el sistema: a) usuario representante quien se encarga de todas las acciones que requiera el sistema, además de que tiene acceso a todos los procesos del sistema.

Definición de tareas del Actor

Las tareas que realiza el actor en el sistema se podrá observar de forma más detallada en la siguiente tabla.

Tabla 23
Actor Representante

Actor representante					
Visualizar misiones	Visualizar militares	Visualizar la trayectoria de la localización	Visualizar temperatura	Visualizar presión	Visualizar ritmo cardiaco
X	X	X	X	X	X

Definición de casos de uso general

Uno de los objetivos de los casos de uso es entender como el usuario interactúa con el sistema

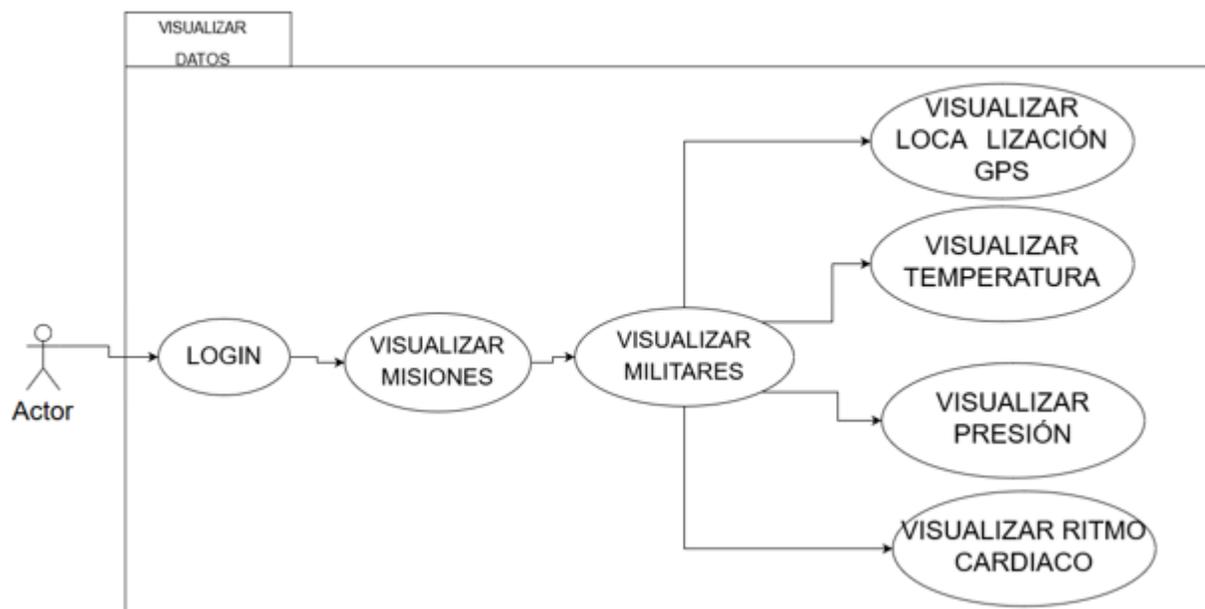
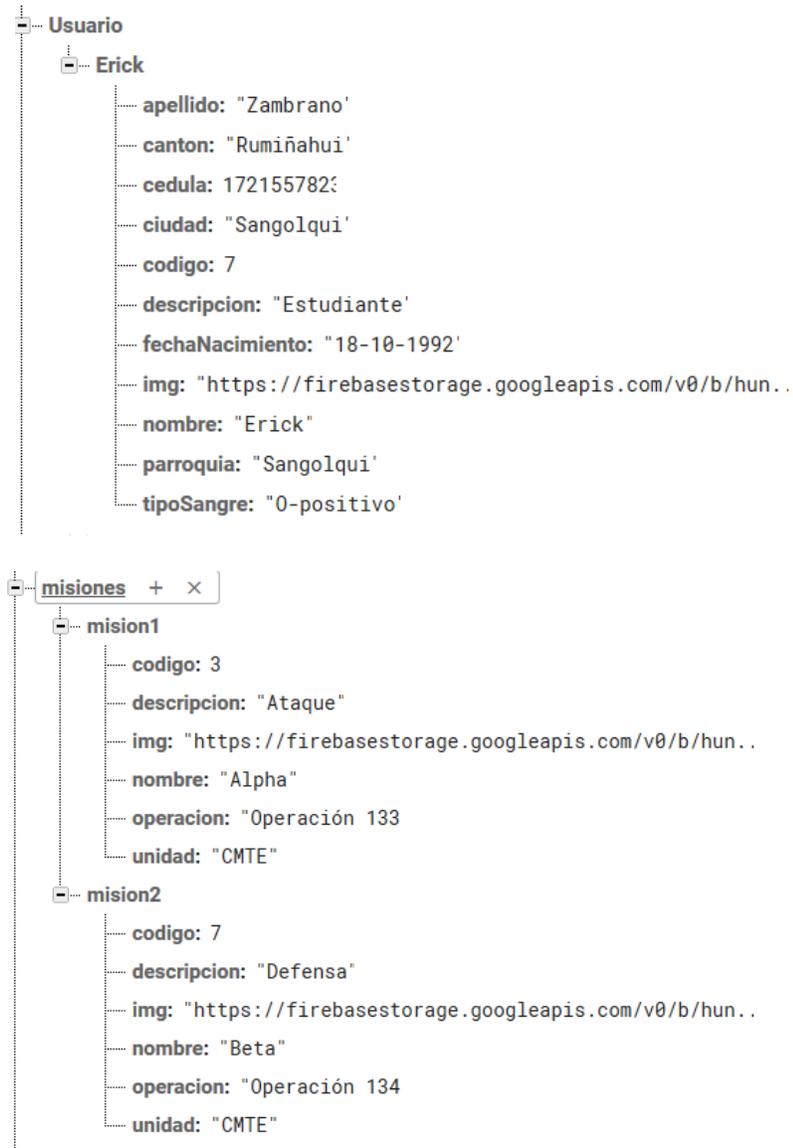


Figura 27 Caso de uso general

Sprint 2

En este sprint el product owner nos indicó todo lo relacionado a la base de datos, como es la utilización de firebase, los datos de Firebase Realtime Database se almacenan como objetos JSON, conexión de firebase con Android y se realizó el diseño de la base de datos en firebase.

Modelo de la base de datos de tipo Clave-valor



CONTINÚA

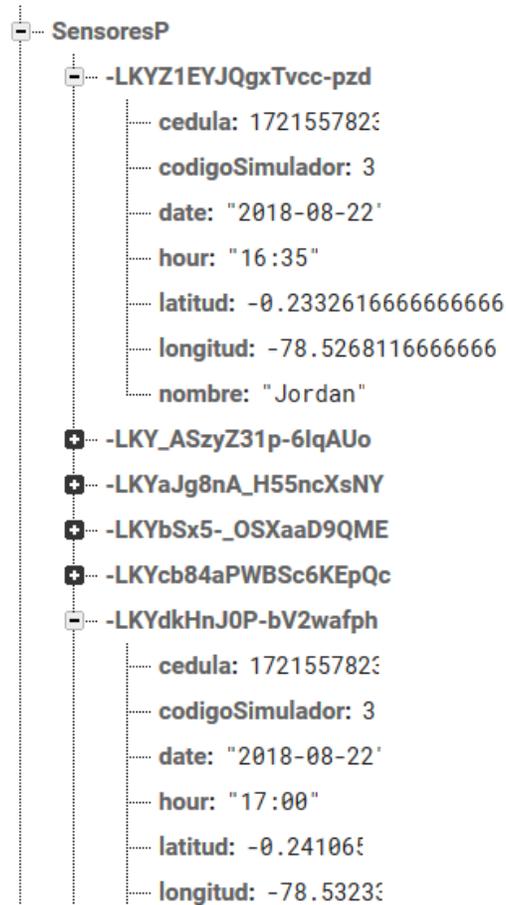


Figura 28 Modelo de base de datos

Sprint 3

En este sprint se procede al desarrollo del requerimiento RF05: El sistema podrá hacer una visualización de la trayectoria GPS de cada militar para lo cual se realiza la historia de usuario técnica, el caso de uso “localización de militares” y el diagrama de secuencia “localización de militares”. Se diseña la interfaz del requerimiento en la plataforma Android tomando en cuenta las distintas métricas identificadas.

Caso de Uso CU_004 “Localización de militares”

Tabla 24

Caso de uso Localización de militares

Caso de uso:	Localización de militares (CU_004)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una pantalla(mapa) los datos en función de los campos registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	El usuario debe estar registrado en el sistema El usuario debe haber seleccionado la opción Gps-Hunter El usuario debe haber seleccionado cualquier militar.
Actividades:	
Escenario principal:	6. Al usuario se le aparece un menú en donde selecciona la imagen de localización donde da click. 7. El sistema le mostrará una pantalla con los campos de hora inicial, hora fin y la fecha para llenarlos correctamente 8.Dar click en localizar
Escenario alternativo:	6. Si el usuario selecciona una opción diferente a la imagen de localización se visualizarán otras pantallas.

Diagrama de Secuencia “Localización de militares”

En la Figura 29 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar la localización del militar seleccionado

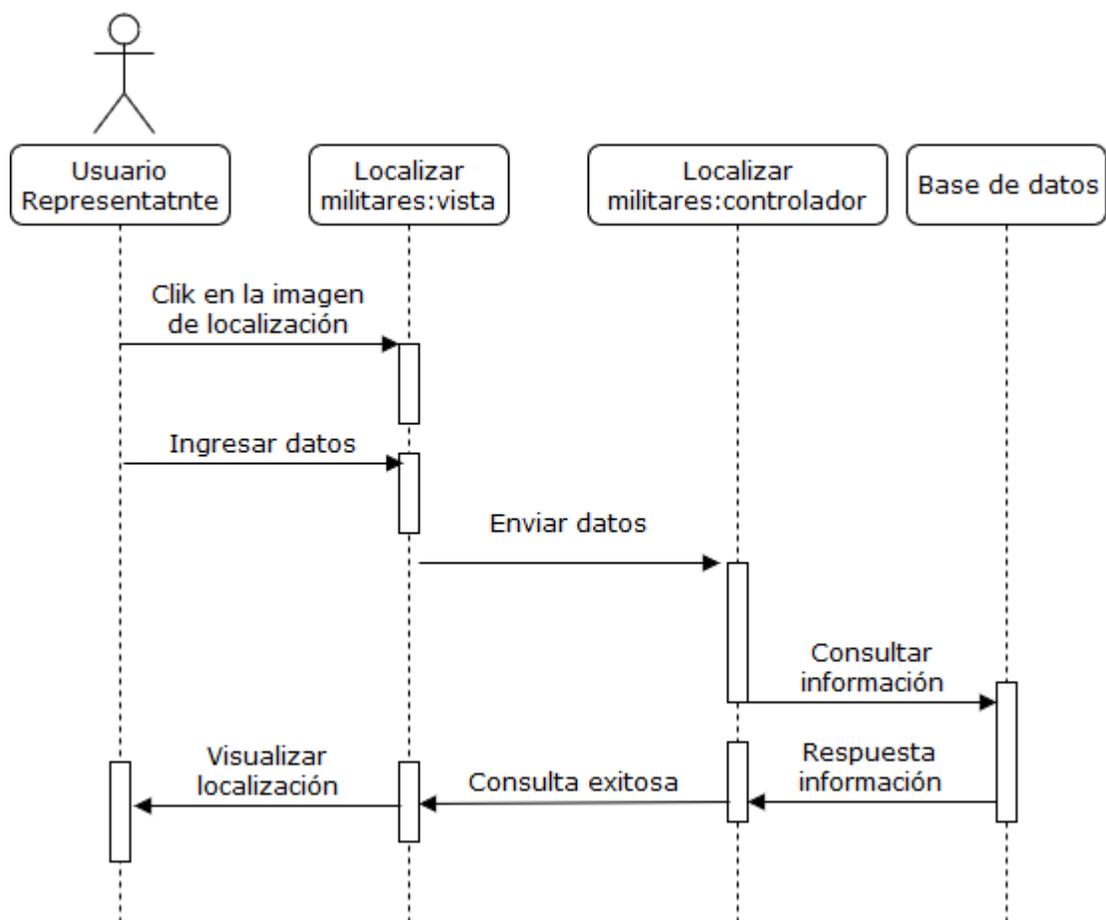


Figura 29 Diagrama de secuencia Visualizar localización

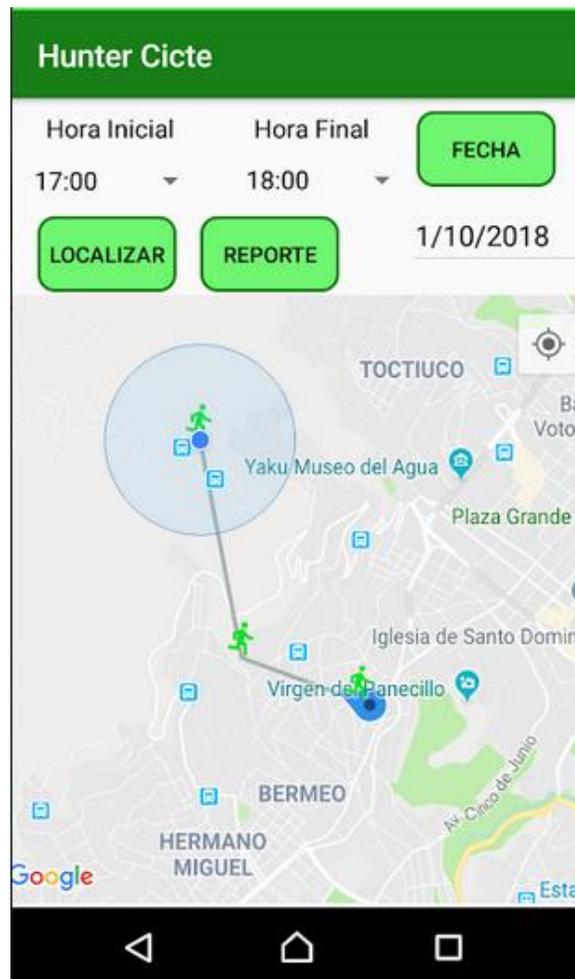
Resultado del Sprint

Figura 30 Localización GPS

Sprint 4

Se ha determinado que el requerimiento RF06, RF07, RF08 son muy similares debido a la calificación de prioridad sugerida, por este motivo se elaboran simultáneamente las historias de usuario, casos de uso, diagramas de secuencia, diseño y codificación de interfaces.

Caso de Uso CU_005 “Temperatura de militares”

Tabla 25
Caso de uso Temperatura militares

Caso de uso:	Temperatura de militares (CU_005)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una pantalla(diagrama) los datos en función de los campos registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	<p>El usuario debe estar registrado en el sistema</p> <p>El usuario debe haber seleccionado la opción GPS-Hunter</p> <p>El usuario debe haber seleccionado cualquier misión</p> <p>El usuario debe haber seleccionado cualquier militar.</p>
Actividades:	
Escenario principal:	<p>6. Al usuario se le aparece un menú en donde selecciona la imagen de temperatura donde da click.</p> <p>7. Por defecto el sistema trazara una línea de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido de 6:00 a 6:30 hora inicial y hora final respectivamente, además de la fecha actual de ese día.</p> <p>8. El sistema le mostrará una pantalla con un combo box para seleccionar un intervalo de hora, y se debe seleccionar una fecha para que se modifique la línea.</p>
Escenario alternativo:	6. Si el usuario selecciona una opción diferente a la imagen de temperatura se visualizarán otras pantallas.

Caso de Uso CU_006 “Presión de militares”

Tabla 26

Caso de uso Presión militares

Caso de uso:	Presión de militares (CU_006)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una pantalla(diagrama) los datos en función de los campos registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	<p>El usuario debe estar registrado en el sistema</p> <p>El usuario debe haber seleccionado la opción Gps-Hunter</p> <p>El usuario debe haber seleccionado cualquier misión</p> <p>El usuario debe haber seleccionado cualquier militar.</p>
Actividades:	
Escenario principal:	<p>6. Al usuario se le aparece un menú en donde selecciona la imagen de presión donde da click.</p> <p>7. Por defecto el sistema trazara una línea de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido de 6:00 a 6:30 hora inicial y hora final respectivamente, además de la fecha actual de ese día.</p> <p>8. El sistema le mostrará una pantalla con un combo box para seleccionar un intervalo de hora, y se debe seleccionar una fecha para que se modifique la línea.</p>
Escenario alternativo:	6. Si el usuario selecciona una opción diferente a la imagen de

	presión se visualizarán otras pantallas.
--	--

Caso de Uso CU_007 “Ritmo Cardíaco de militares”

Tabla 27

Caso de uso Ritmo Cardíaco militares

Caso de uso:	Ritmo Cardíaco de militares (CU_007)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una pantalla(diagrama) los datos en función de los campos registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	El usuario debe estar registrado en el sistema El usuario debe haber seleccionado la opción Gps-Hunter El usuario debe haber seleccionado cualquier militar.
Actividades:	
Escenario principal:	6. Al usuario se le aparece un menú en donde selecciona la imagen de ritmo cardíaco donde da click. 7. Por defecto el sistema trazara una línea de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido de 6:00 a 6:30 hora inicial y hora final respectivamente, además de la fecha actual de ese día. 8. El sistema le mostrará una pantalla con un combo box para seleccionar un intervalo de hora, y se debe seleccionar una fecha para que se modifique la línea.
Escenario alternativo:	6. Si el usuario selecciona una opción diferente a la imagen de

ritmo cardiaco se visualizarán otras pantallas.

Diagrama de Secuencia “Temperatura de militares”

En la Figura 31 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar la temperatura del militar seleccionado

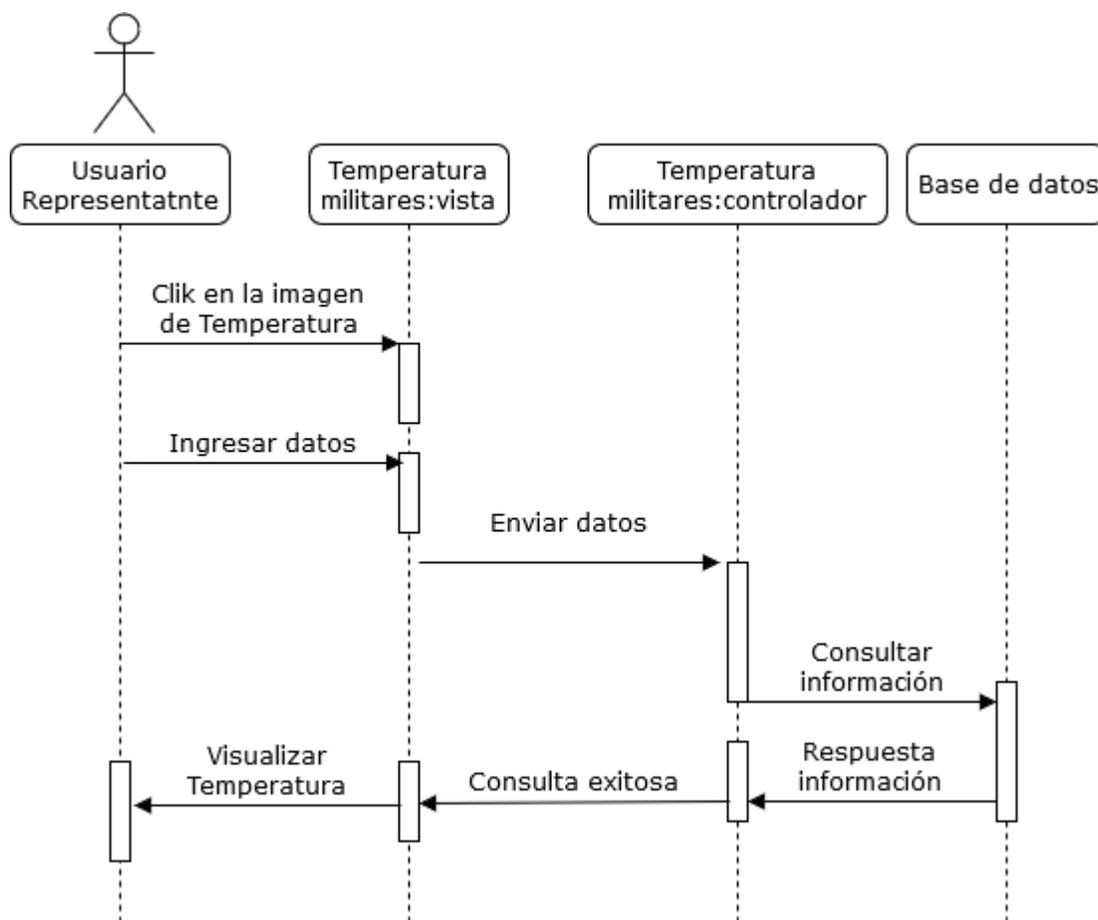


Figura 31 Diagrama de secuencia Visualizar temperatura

Resultado del Sprint

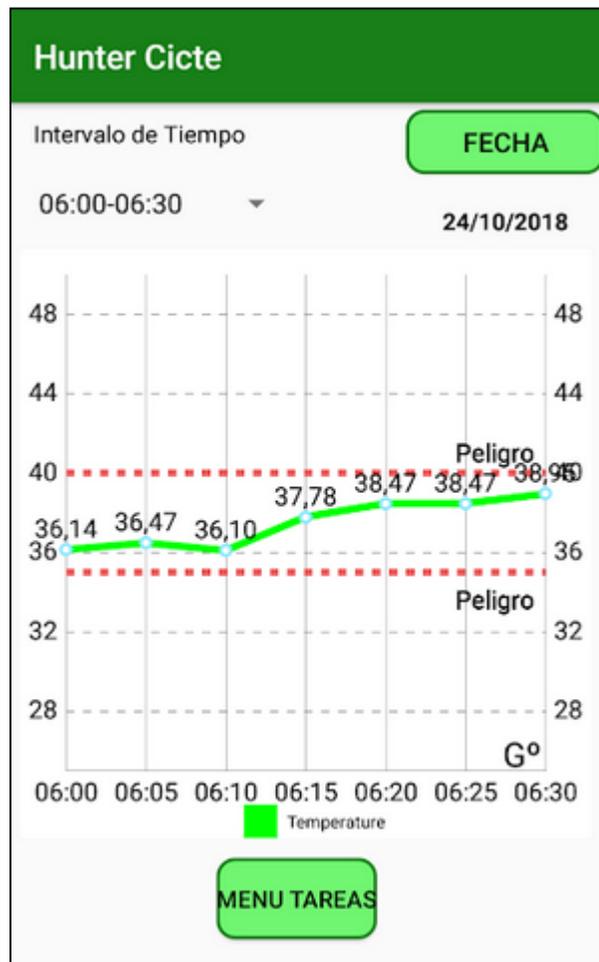


Figura 32 Visualizar Temperatura

Diagrama de Secuencia "Presión de militares"

En la Figura 33 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar la presión del militar seleccionado

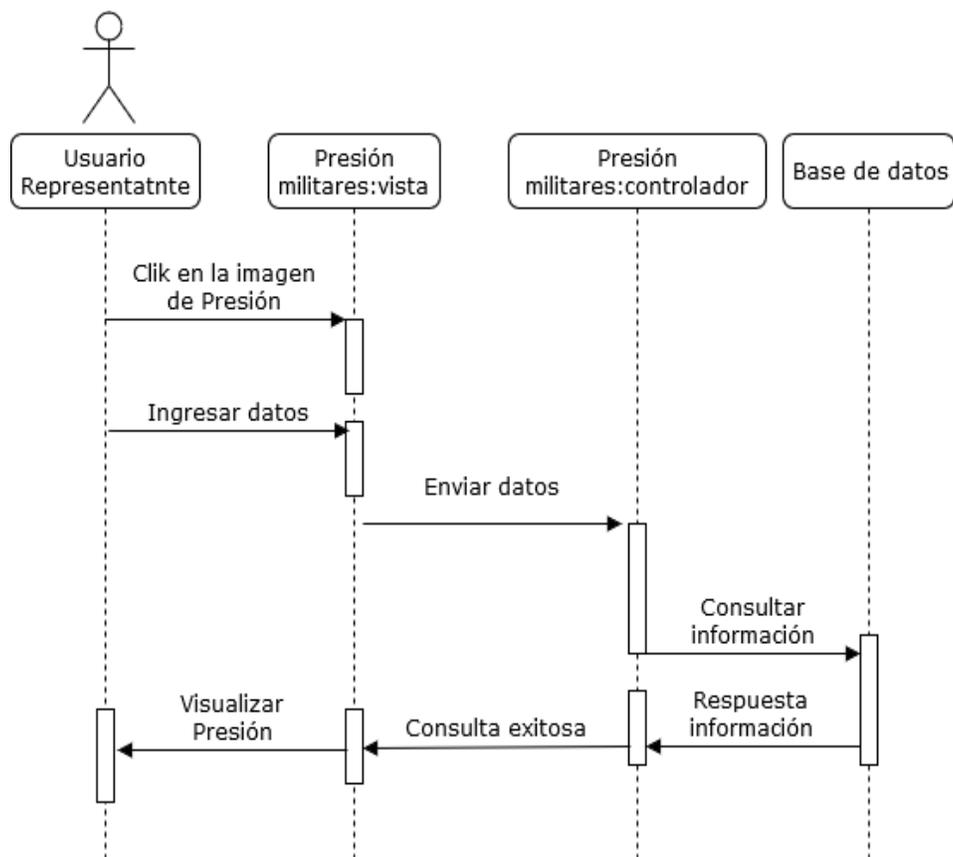


Figura 33 Diagrama de secuencia Visualizar Presión

Resultado del Sprint

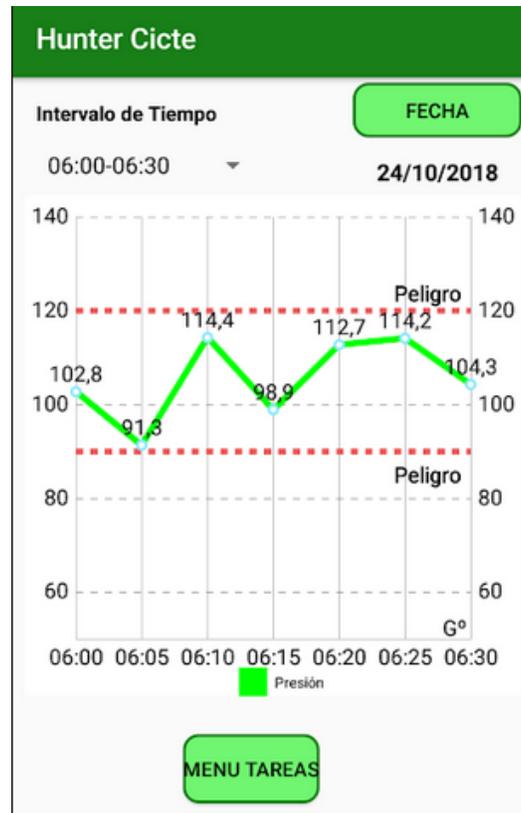


Figura 34 Visualizar Presión

Diagrama de Secuencia “Ritmo cardiaco de militares”

En la Figura 35 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar el ritmo cardiaco del militar seleccionado.

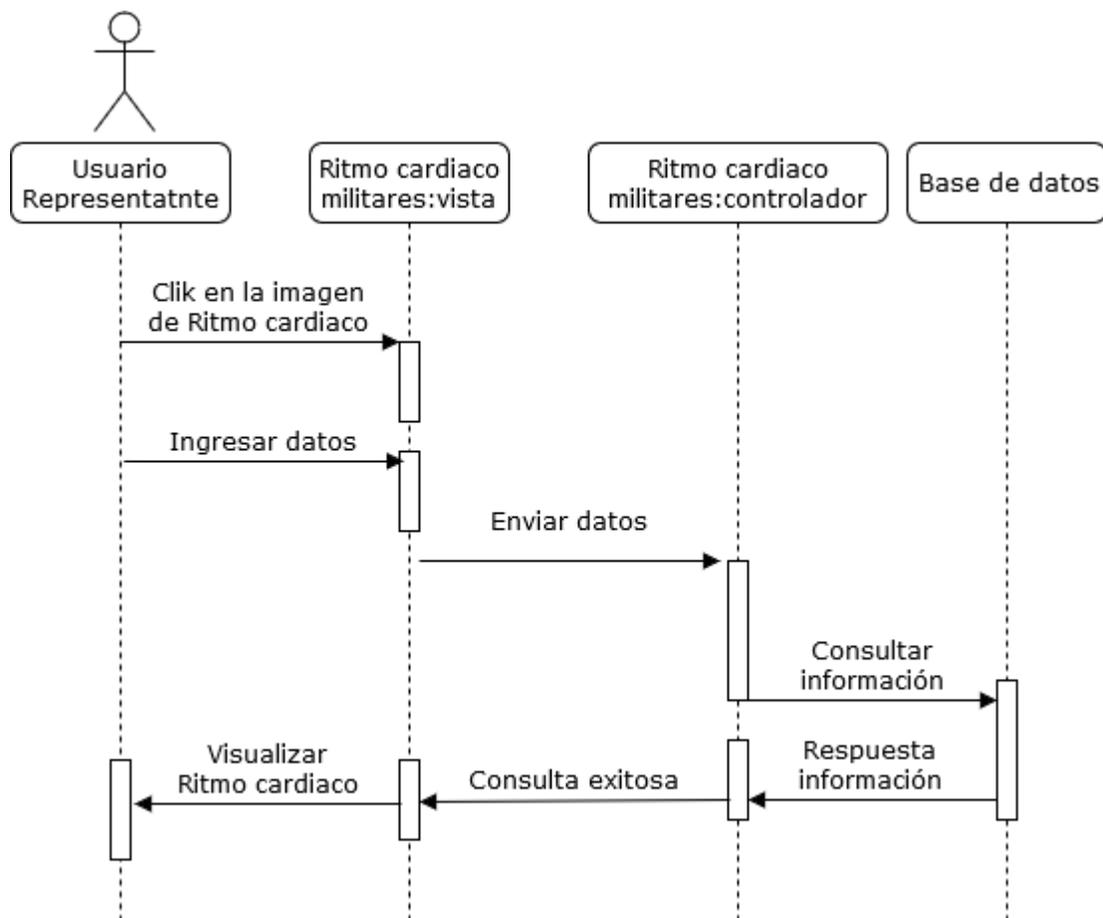


Figura 35 Diagrama de secuencia Visualizar Ritmo Cardiaco

Resultado del Sprint

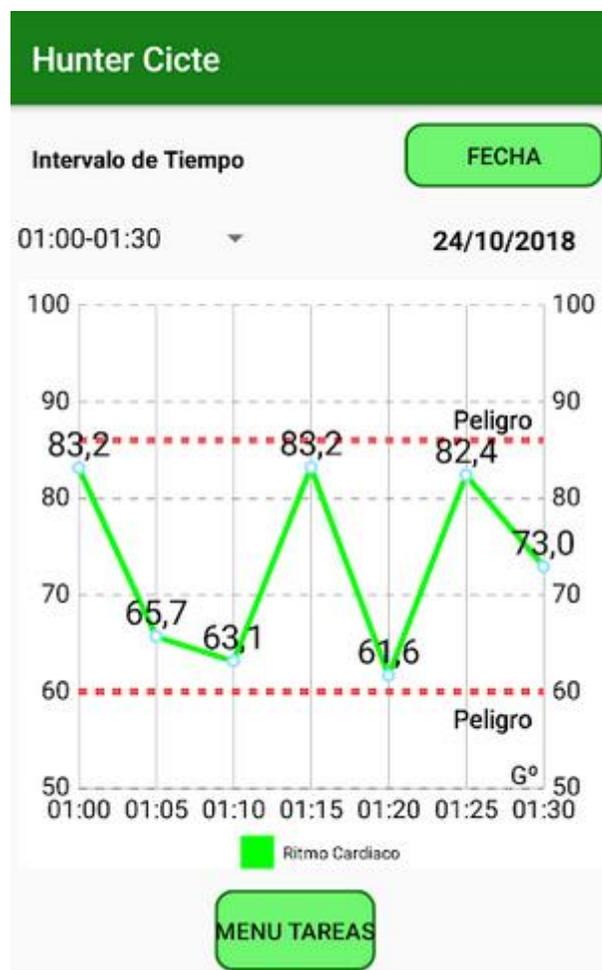


Figura 36 Visualizar Ritmo Cardiaco

Este sprint se enfoca en el requerimiento RF04 sobre visualizar datos importantes del militar, para lo cual el product owner nos indicó que información sobresale por su importancia y es necesaria en la aplicación móvil. Se nos indicó que debe aparecer la información del militar con su respectiva imagen, esta imagen debe estar previamente almacenada en la base firebase database.

Caso de Uso CU_003 “Visualización de militares”

Tabla 28

Caso de uso Visualización de militares

Caso de uso:	Visualización de militares (CU_003)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una lista todos los militares registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	El usuario debe estar registrado en el sistema
Actividades:	
Escenario principal:	<p>5. El usuario se dirige a la opción del menú desplegable y selecciona GPS-Hunter donde da click.</p> <p>6. Visualiza en una lista todos los militares registrados con sus respectivos datos como por ejemplo foto o nombre del militar.</p>
Escenario alternativo:	5. Si el usuario no se dirige a la opción del menú desplegable o si selecciona una opción diferente a GPS-Hunter, se visualizarán otras pantallas..

Diagrama de Secuencia “Visualización de militares”

En la Figura 37 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar en una lista todos los militares de la base de datos

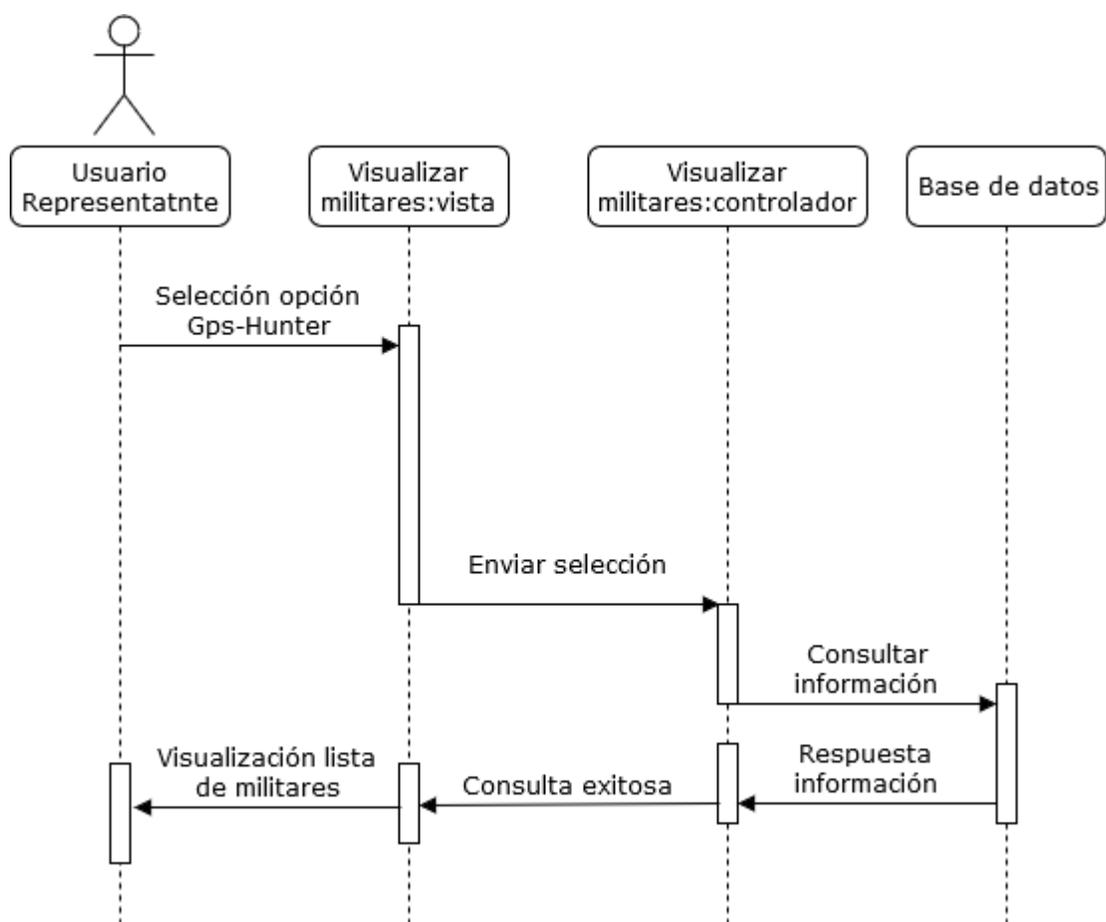


Figura 37 Diagrama de secuencia Visualizar militares

Resultado del sprint

Figura 38 Visualizar militares

Sprint 6

Este sprint se enfoca en el requerimiento RF03 sobre visualizar las misiones de los militares, para lo cual el product owner nos indicó que información es relevante, y las misiones sugeridas a utilizar en la aplicación, las misiones deben tener una imagen que

represente la misión y esta imagen debe estar almacenada en la base firebase del ciste.

Caso de Uso CU_002 “Visualización de misiones”

Tabla 29

Caso de uso Visualizar misiones

Caso de uso:	Visualización de misiones militares (CU_002)
Descripción:	Permite al usuario registrado visualizar en una lista todas las misiones de los militares registrados.
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	El usuario debe estar registrado en el sistema
Actividades:	
Escenario principal:	<p>5. El usuario se dirige a la opción del menú desplegable y selecciona GPS-Hunter donde da click.</p> <p>6. Visualiza en una lista todas las misiones sobre militares registrados con sus respectivos datos como por ejemplo foto o nombre de la misión.</p>
Escenario alternativo:	5. Si el usuario no se dirige a la opción del menú desplegable o si selecciona una opción diferente a GPS-Hunter, se visualizarán otras pantallas..

Diagrama de Secuencia “Visualización de misiones”

En la Figura 39 se muestra el diagrama de secuencia para poder visualizar en una lista todos los militares de la base de datos

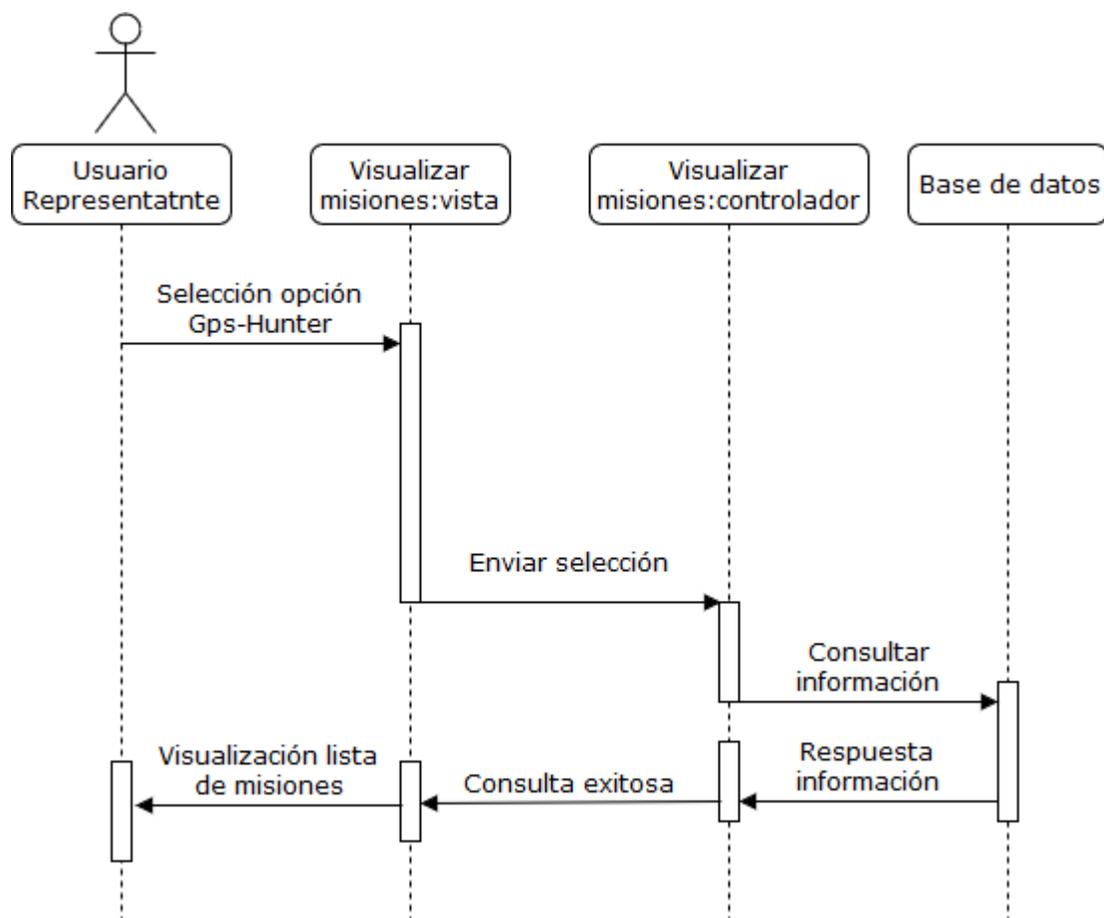


Figura 39 Diagrama de secuencia Visualizar misiones

Resultado del sprint

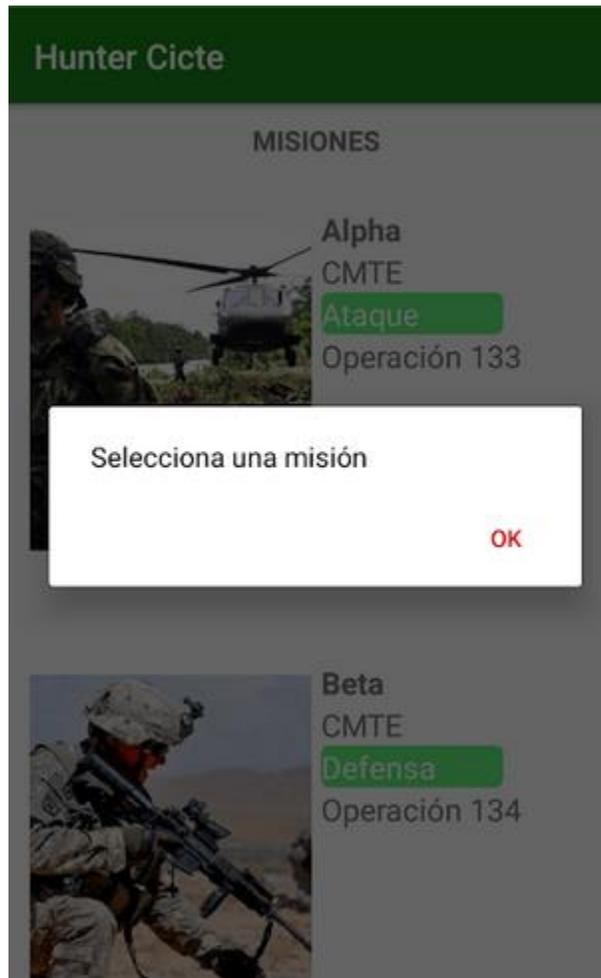


Figura 40 Visualizar Misiones

Sprint 7

En este último sprint se implementan los dos requerimientos RF01 y RF02, para esto se utiliza Firebase Authentication que busca facilitar la creación de sistemas de autenticación seguros, a la vez que mejora la experiencia de incorporación y acceso para los usuarios finales.

Caso de Uso CU_001 “Autenticarse”

Tabla 30
Caso de uso Autenticarse

Caso de uso:	Autenticarse (CU_001)
Descripción:	Permite a los usuarios registrados acceder a la aplicación
Actores:	Usuario Representante
Pre-condiciones:	El usuario debe estar registrado en el sistema
Actividades:	
Escenario principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña 2. El usuario da clic en el botón “Ingresar”. 3. El sistema verifica que la información ha sido ingresada correctamente, y que el usuario este previamente registrado en el sistema. 4. El sistema muestra la pantalla principal de la aplicación, donde se muestran las acciones que el usuario puede realizar .
Escenario alternativo:	<p>a. Los datos de ingreso no son correctos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra mensaje de error de datos incorrectos. 2. El usuario corrige los datos de ingreso. 3. Continúa con el punto 2 del escenario principal.

Diagrama de Secuencia “Autenticación de Usuario”

En este caso de autenticación de usuario que es por medio de login (usuario y contraseña) que se muestra en la Figura 41.

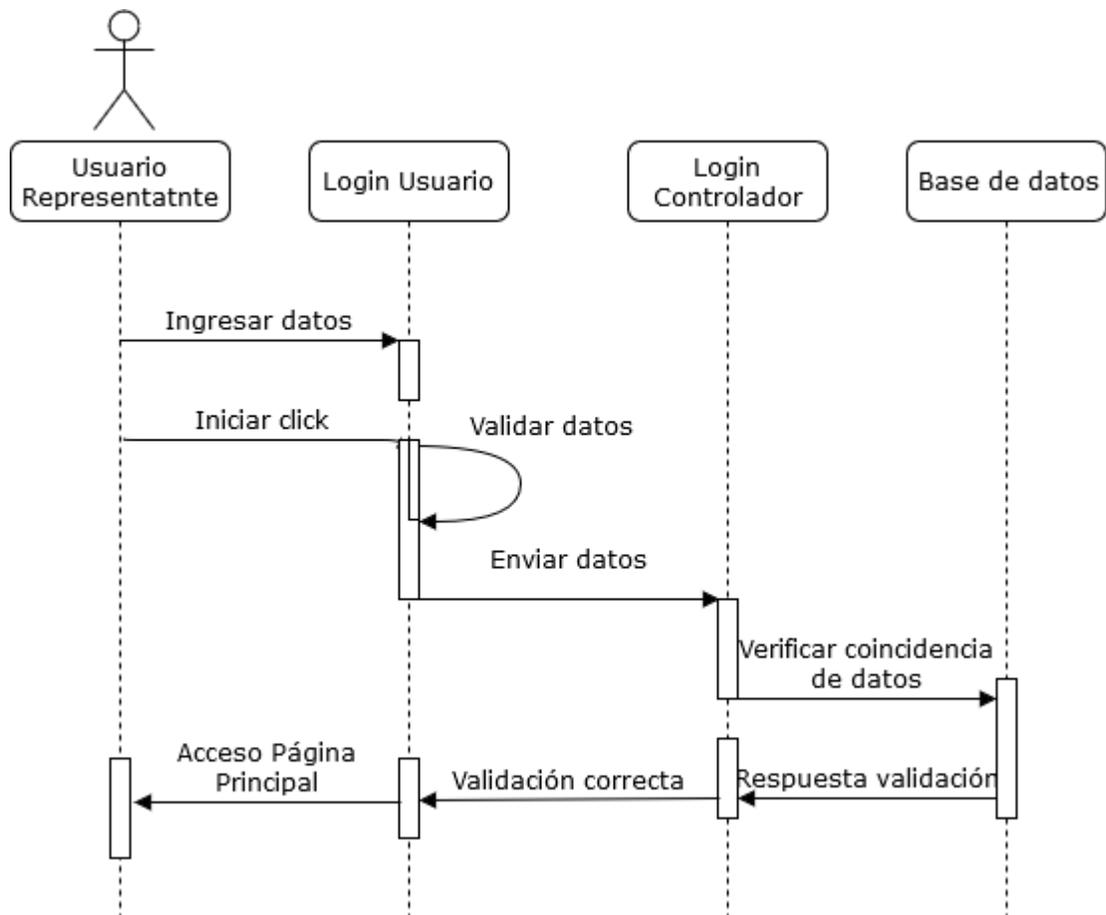


Figura 41 Diagrama de secuencia Autenticación de usuario

Resultado del sprint

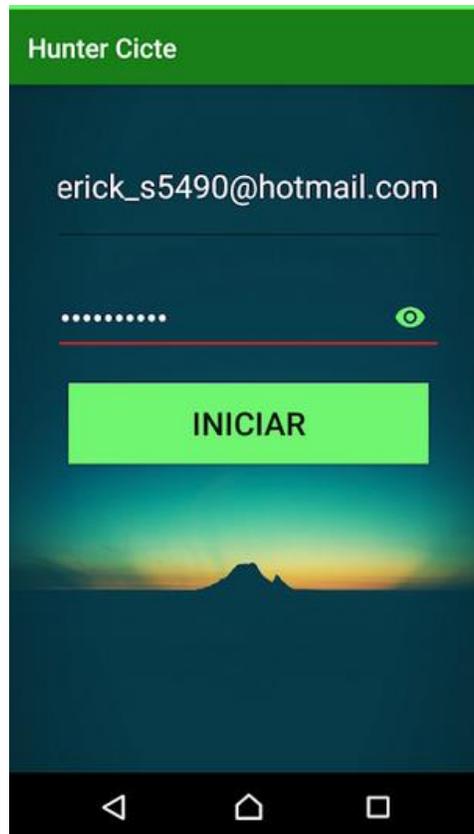


Figura 42 Inicio de Sesión

Entregable

Al finalizar cada sprint se realizaba una reunión en el Cigte con el product owner para indicarle la aplicación Hunter-Cigte, el product owner solicitaba modificaciones en algunos sprint. Conseguida la finalización y aprobación de cada sprint se iniciaba el siguiente sprint. Una vez finalizada la aplicación hunter-cigte el departamento del Cigte dio su carta de conformidad de la aplicación Hunter-Cigte.

4.7 Métricas de usabilidad y/o accesibilidad en el desarrollo móvil

Para la implementación del producto software nos basamos en la identificación de métricas del capítulo anterior, estas las usaremos para que el usuario con deficiencia visual moderada tenga la capacidad de usar el sistema sin ningún problema o esfuerzo adicional. A continuación, se detallan las métricas obtenidas.

Contenido visual

Graph Properties (CM3), icons located correctly (CM13), image appeared correctly (CM14), text highlighted correctly (CM15)

Estas métricas se refieren al contenido visual de la interfaz, la cual debe ser fácil, intuitiva y emocionante. Los componentes como imágenes, iconos tienen un tamaño indicado en todas las pantallas además de una adecuada combinación de colores, en cuanto a los iconos se debe emplear iconos familiares o de fácil comprensión, utilizar gráficos siempre y cuando sean necesarios. Debido a la necesidad de que la aplicación se adapte al usuario, se debe desarrollar con una interfaz amigable lo que se denomina centrado en la información.

Eficacia

Task Concordance (CM2), No errors detected (CM26) Goal achieve correctly (CM27), Ease of Use (CM68)

Estas métricas se orientan a la capacidad en la cual el usuario complete una tarea específica. Además, se refiere a la precisión de los objetivos fijados por el usuario. La interfaz debe ser capaz de acelerar el flujo de trabajo y muestra la salida deseada como

esperaba el usuario. La interfaz debe estar diseñada para realizar una tarea a la vez, además de permitir que cualquier acción sea repetida o replicada fácilmente.

Navegabilidad

Navigation (CM65), Input entering easily (CM43), Display self-adjustment (CM44), less input error (CM46)

Estas métricas son importantes pues contemplan la navegación que manejará el usuario dentro de la aplicación. La interfaz está diseñada para proporcionar flexibilidad y libertad para el usuario de moverse entre cualquier pantalla en que se encuentre. La aplicación utiliza segmentos, vista de tabla, navegación entre tareas, además maneja una arquitectura modelo vista controlada.

Eficiencia

Task complete quickly (CM28), Action done accurately (CM29)

Estas métricas se refieren a los recursos utilizados en relación con la exactitud e integridad de los objetivos del usuario. La interfaz debe ser capaz de mejorar la velocidad y exactitud de los datos además se refiere a la inmediatez de la respuesta ante las acciones realizadas por usuarios. Por ejemplo, la interfaz debe considerar una mínima cantidad de datos ingresados por el usuario por medio de la inclusión de los elementos como combo box o filtros.

Aprendizaje

Learning to operate easily (CM38)

Esta métrica se refiere a la capacidad de la aplicación para ser fácilmente aprendida por todos los niveles de usuarios. La interfaz debe diseñarse para ser capaz de simplificar y acelerar el proceso de aprendizaje, para esto la aplicación debe tener la capacidad de

facilitar y acelerar el aprendizaje, es decir mejorar el proceso de cómo utilizar la aplicación. El flujo de la aplicación no debe ser compleja. Por ejemplo, la interfaz debe ser intuitiva, rápida y consistente en todas las pantallas.

Comprensión

Display load (CM58), Operation completely (CM60)

Estas métricas se refieren a como el usuario entiende o comprende la aplicación móvil. Por ejemplo, la aplicación utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario.

Accesibilidad

Information Access easily (CM30)

Esta métrica se refiere al esfuerzo utilizado en el manejo de la aplicación, para esto el diseño de la interfaz debe facilitar y simplificar la interacción del usuario con la aplicación. Por ejemplo, la aplicación utiliza los diversos gestos humanos tales como acercar y alejar el mapa utilizando gestos del dedo, además los iconos son grandes y el texto es mínimo.

CAPITULO V

EVALUACIÓN

En este capítulo se ejecuta una evaluación, como último paso de la metodología de investigación. A continuación, se indican las técnicas para obtener información y realizar la respectiva encuesta sobre la aplicación móvil Hunter-Cicte.

- Observación Directa
- Cuestionario Post-Test
- Encuesta Escala de Usabilidad del Sistema (SUS)

5.1 Técnica Observación Directa

Para recolectar la información necesaria para la evaluación de la aplicación, (Nielsen Norman Group, 2012) recomienda observar y hablar con los usuarios, porque son ellos la principal fuente de información.

El objetivo principal de esta técnica es comprender cómo los usuarios realizan las tareas de la aplicación Hunter-Cicte es decir conocer todas las acciones que realizan durante la ejecución de determinadas tareas.

5.2 Técnica Información Post-Test

Esta técnica consiste en una entrevista que se realiza a cada usuario después de finalizar la prueba de usabilidad. La entrevista tiene por objetivo solicitar al usuario retroalimentación y sugerencias tanto de la prueba realizada como de la aplicación que está siendo evaluada (Nielsen , 2000).

5.3 Encuesta SUS

La encuesta (SUS) proporciona una herramienta rápida y confiable para medir la usabilidad. Se encuentra disponible gratuitamente para su uso en investigación e industria, con la única condición de citar la fuente utilizada. Consta de un conjunto de 10 preguntas en la escala Likert y de un conjunto de reglas para asignar una puntuación $0 \leq p \leq 100$ a cada combinación de respuestas (Broke, 1986).

Existe un amplio uso de la encuesta SUS por el fácil acceso a la misma, en el contexto de evaluación a las aplicaciones, se sigue la interpretación de la puntuación final p :

$$Usabilidad(p) = \begin{cases} \text{no aceptable,} & p < 50 \\ \text{marginal,} & 50 \leq p \leq 70 \\ \text{aceptable,} & p > 70 \end{cases}$$

Figura 43 Usabilidad sus

Fuente: (Broke, 1986)

Usuarios Encuestados

Según (Hernández Sampieri, 2006) para realizar una encuesta debemos tener claras las características de las personas a quien va dirigida nuestra aplicación.

Características:

- Tipo de discapacidad: visual
- Grado de discapacidad: 6/18 (0.3) y 6/60 (0.1) que corresponde a deficiencia visual moderada según (Dr. Adhanom Ghebreyesus, 2018).

- Género: Masculino y Femenino
- Edad: 30 - 65 años
- Provincia: Pichincha

Comenzaremos describiendo las funciones que tiene la aplicación, la cual será indicada a los usuarios de prueba.

Funciones

Las funciones que tiene la aplicación son las siguientes:

- Inicio de sesión
- Visualizar misiones
- Visualizar militares
- Visualizar tareas
- Visualizar localización
- Visualizar temperatura
- Visualizar presión
- Visualizar ritmo cardiaco

Mapa de equivalencias

En la figura 44 se muestra el mapa de equivalencias de las tareas conseguidas en Android, cada una de las tareas corresponde a una pantalla la cual sirve de ayuda al realizar pruebas de usabilidad.

En donde:

1. Pantalla de carga de la aplicación (Splash Screen).

En esta interfaz se carga la imagen de la Espe por 3 segundos.



Figura 44 Splash Screen

2. Pantalla de Inicio de Sesión.

En la figura 45 de inicio de sesión se escribe el correo y contraseña para poder iniciar sesión, además existe un icono para visualizar la contraseña, y un botón de iniciar para acceder a la aplicación.

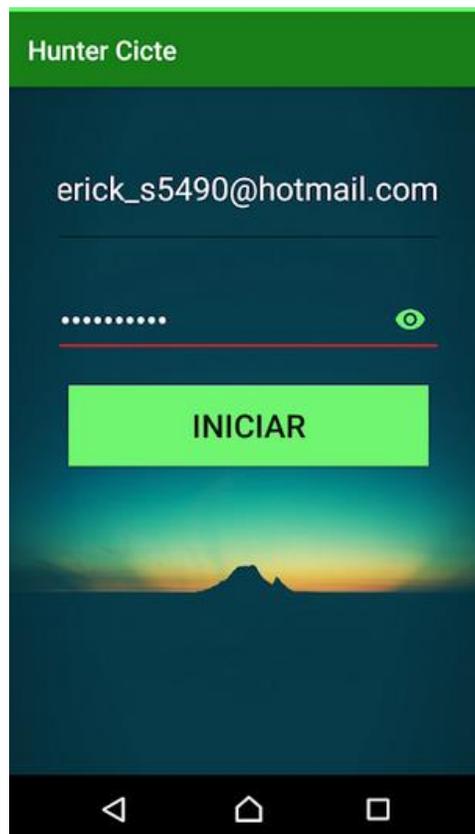


Figura 45 Inicio de Sesión

3. Pantalla de Visualizar Misiones.

En la figura 46 está la interfaz de visualizar misiones, se visualiza una notificación en donde dice “seleccione una misión” y debe presionar OK, una vez presionado este botón aparece una lista de misiones donde la imagen de la misión está en la parte derecha de la pantalla y a la izquierda su descripción, de color verde esta la descripción que indica la estrategia de la misión que puede ser de ataque o defensa.

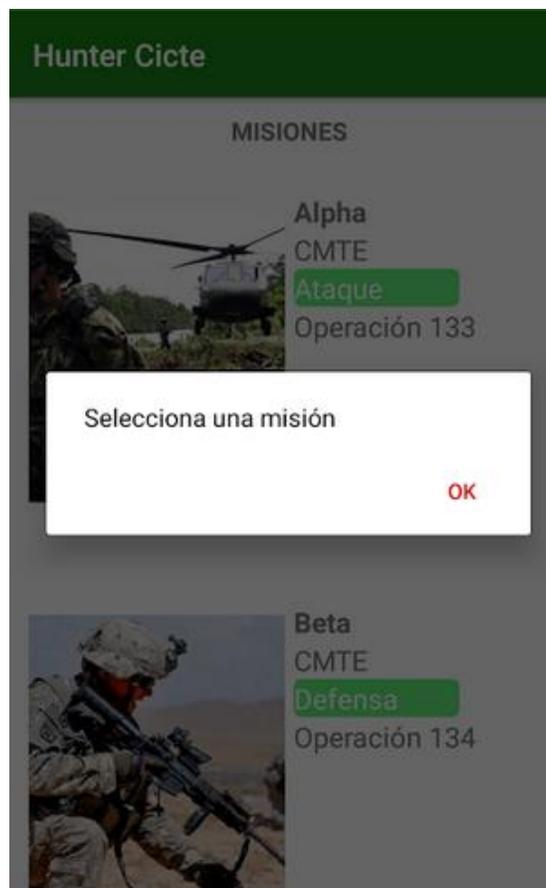


Figura 46 Visualizar Misiones

4. Pantalla de visualizar militares dependiendo de la misión.

En la figura 47 está la interfaz de visualizar militares, se visualiza una lista de militares donde la imagen del militar está en la parte derecha de la pantalla y a la izquierda sus datos personales, igualmente que en la pantalla anterior se encuentra de color verde la actividad que realiza cada militar.



Figura 47 Visualizar militares

5. Pantalla de selección de tarea.

En la figura 48 está la interfaz de visualizar tareas, se selecciona un icono el cual lleva a una interfaz que tiene su respectiva tarea.



Figura 48 Visualizar tareas

6. Pantalla de visualizar localización GPS.

En la figura 49 está la interfaz de Localización GPS donde se visualiza dos comboboxes en los cuales el usuario debe elegir la hora inicial y hora final, además debe escoger una fecha para ver la ruta que siguió el militar, una vez ingresado estos tres datos puede dar click en el botón de localizar donde en el mapa de google maps se trazara la ruta de acuerdo a los datos ingresados, aquí el usuario puede acercar o alejar para una mejor visualización. Una vez que la ruta se desplego el botón de reporte se habilita para ver en una tabla las coordenadas y direcciones de la ruta trazada, ver figura 50.

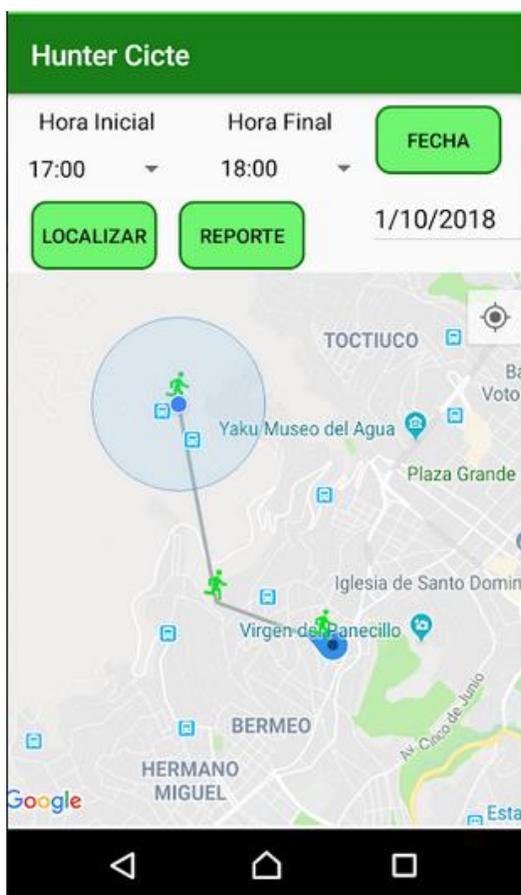


Figura 49 Localización GPS

Hunter Cicte				
REPORTE LOCALIZACIÓN				
Ced:1721557823		Nombre: Jordan Quilacham		
ID	TIEMPO	LATITUD	LONGITUD	DIRECCI
1	21:16	-0.2393	-78.516	Avenida Pedro Vicente
2	21:21	-0.2412	-78.532	
3	21:26	-0.2411	-78.532	Huaynapalcón
4	21:31	-0.2413	-78.532	S10

MENU TAREAS

Figura 50 Reporte Localización

7. Pantalla de Visualizar Temperatura.

En la figura 51 está la interfaz de visualizar temperatura donde se visualiza un combo box que el usuario debe elegir el intervalo de tiempo y debe escoger una fecha para visualizar los puntos en el gráfico, además se traza dos líneas en donde se indica el límite máximo y mínimo de temperatura normal.

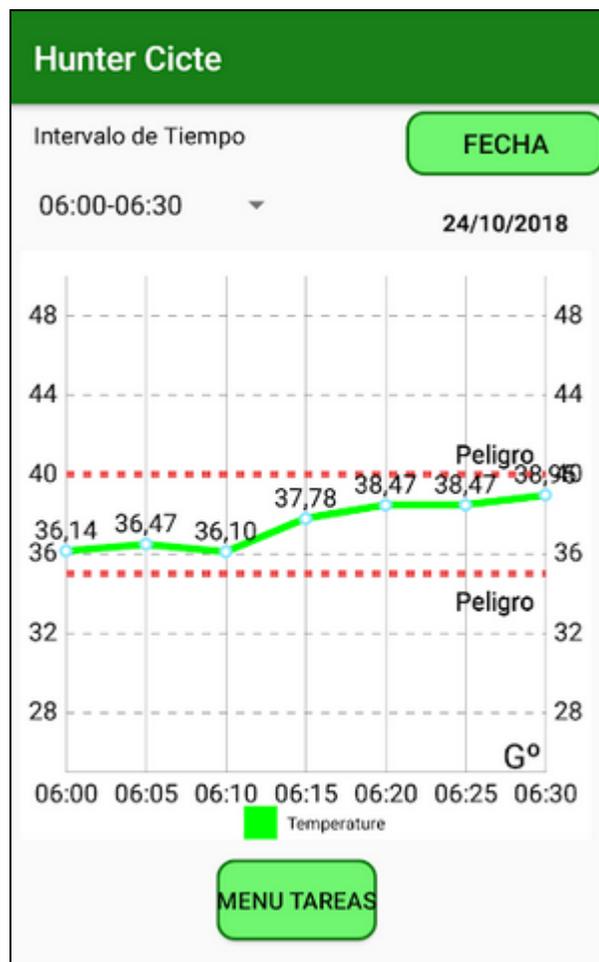


Figura 51 Visualizar Temperatura

8. Pantalla de Visualizar Presión

En la figura 52 está la interfaz de visualizar presión se visualiza un combo box en los cuales el usuario debe elegir el intervalo de tiempo y debe escoger una fecha para visualizar los puntos en el gráfico, además se traza dos líneas en donde se indica el límite máximo y mínimo de presión normal.

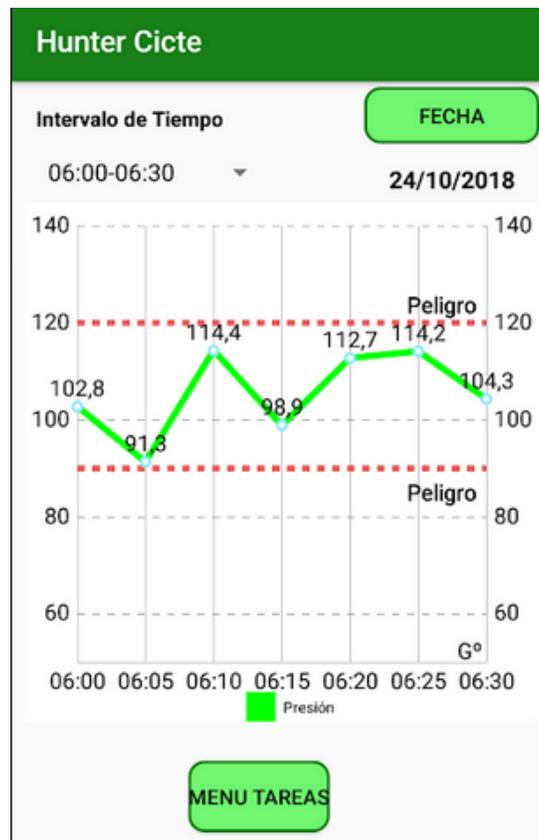


Figura 52 Visualizar Presión

9. Pantalla de Visualizar Ritmo Cardíaco.

En la figura 53 está la interfaz de visualizar ritmo cardíaco se visualiza un combo box en los cuales el usuario debe elegir el intervalo de tiempo y debe escoger una fecha para visualizar los puntos en el gráfico, además se traza dos líneas en donde se indica el límite máximo y mínimo de ritmo cardíaco normal.



Figura 53 Visualizar Ritmo Cardíaco

Métricas seleccionadas

A continuación, se detallan las métricas consideradas para evaluar en la encuesta.

En el contexto de Contenido visual se seleccionó la siguiente métrica

- **Icons located correctly (CM13)**

Esta métrica se refiere al contenido visual de la interfaz, la cual debe ser fácil, intuitiva y emocionante.

En el contexto de Eficacia se seleccionó la siguiente métrica

- **Goal achieve correctly (CM27)**

Esta métrica se orienta a la capacidad en la cual el usuario complete una tarea específica.

En el contexto de Navegabilidad se seleccionó la siguiente métrica

- **Navigation(CM65)**

Estas métricas son importantes pues contemplan la navegación que manejará el usuario dentro de la aplicación.

En el contexto de Aprendizaje se seleccionó la siguiente métrica

- **Learning to operate easily (CM38)**

Esta métrica se refiere a la capacidad de la aplicación para ser fácilmente aprendida por todos los usuarios.

En el contexto de Comprensión se seleccionó la siguiente métrica

- **Display load (CM58)**

Esta métrica se refiere a como el usuario entiende o comprende la aplicación móvil.

Escenario de prueba

Las pruebas se realizaron en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE". Se escogieron a 12 PDVM para que realicen las distintas técnicas de usabilidad con la aplicación Hunter-Cicte. El propósito principal de estas pruebas es encontrar si al usuario con deficiencia visual moderada le resulta fácil la usabilidad de la aplicación o tiene problemas con alguna pantalla, para realizar mejoras al sistema.

Para dar comienzo a la técnica de observación directa se le explicaba a las PDVM una serie de tareas a realizar con la aplicación móvil mientras el observador (tesista) tomaba notas. Se le comentó al usuario que en ningún caso se le estaba evaluando a él, sino a la aplicación.

Para poder realizar esta prueba se hizo una introducción de cuál era el objetivo de la misma, además como el tiempo para realizar este tipo de técnicas es muy limitado por este motivo distribuimos las tareas de la siguiente forma:

- 4 Usuarios la tarea de **Localización, temperatura y presión**
- 4 Usuarios la tarea de **Localización, temperatura y ritmo cardiaco**
- 4 Usuarios la tarea de **Localización, presión y ritmo cardiaco**

Tomamos en cuenta que la tarea de localización es la más compleja porque son necesarios más pasos, esta tarea fue realizada por todos los usuarios que observamos es decir 12 veces, mientras que las tareas de presión, temperatura y ritmo cardiaco fueron elaboradas 8 veces.

La información registrada comprendía los problemas y dificultades encontrados en el transcurso de realizar los pasos de las distintas tareas, así como aquellos gestos que denotaran sentimientos hacia la aplicación. A continuación, se encuentra el documento de observación directa y las tareas que se debe realizar.

Documento para Recolección de Información al Aplicar la Técnica HCI “Observación Directa

Fecha de observación: _____

Nombre de evaluador: _____

Seleccione el grupo de tareas realizadas por el usuario:

Marca solo un óvalo.

- Visualizar Localización, temperatura y presión
- Visualizar Localización, temperatura y ritmo cardiaco
- Visualizar Localización, presión y ritmo cardiaco

Hora Inicio Tarea: _____

Ejemplo: 8:30 a.m.

Hora Fin Tarea: _____

Ejemplo: 9:30 a.m.

¿Alguna vez ha usado herramientas de este tipo?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- Otro: _____

Aspectos a Observar:

¿Cuál de los pasos tomó más tiempo realizar?

¿Cuál (es) de los pasos de las tareas fue especialmente difícil?

¿Terminó toda la tarea con éxito?

Comentarios espontáneos: Puede marcar varios óvalos.

- Estoy totalmente perdido
En cuáles pasos: _____
- Ha sido fácil
En cuáles pasos: _____
- No comprendo el mensaje
En cuáles pasos: _____

Otros comentarios que ha realizado mientras realizaba la tarea:

Observaciones

- De frustración SI: ___ No: ___

En cuales pasos de la tarea: _____

- De confusión SI: ___ No: ___

En cuales pasos de la tarea: _____

- De satisfacción SI: ___ No: ___

En cuales pasos de la tarea: _____

Descripción de los gestos realizados:

Descripción de los sentimientos expresados:

Notas del Evaluador:

Ejemplo del documento de “Observación Directa”

Fecha de observación: 21/11/2018

Nombre de evaluador: Erick Zambrano

Seleccione el grupo de tareas realizadas por el usuario:

Marca solo un óvalo.

- Visualizar Localización, temperatura y presión
- Visualizar Localización, temperatura y ritmo cardiaco
- Visualizar Localización, presión y ritmo cardiaco

Hora Inicio Tarea: 11:32 am

Ejemplo: 8:30 a.m.

Hora Fin Tarea: 11:50 am

Ejemplo: 9:30 a.m.

¿Alguna vez ha usado herramientas de este tipo?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- Otro: _____

Aspectos a Observar:

¿Cuál de los pasos tomó más tiempo realizar?

El paso de iniciar sesión.

¿Cuál (es) de los pasos de las tareas fue especialmente difícil?

El paso 13 que trata de visualizar el reporte.

¿Terminó toda la tarea con éxito?

Si

Comentarios espontáneos: Puede marcar varios óvalos.

- Estoy totalmente perdido
En cuáles pasos: _____
- Ha sido fácil
En cuáles pasos: 15-22
- No comprendo el mensaje
En cuáles pasos: _____

Otros comentarios que ha realizado mientras realizaba la tarea:

Emitir alertas en un reporte al visualizar la temperatura si la línea llega a peligro.

Observaciones

- De frustración SI: No:

En cuales pasos de la tarea: Paso 4
- De confusión SI: No:

En cuales pasos de la tarea: Paso 12
- De satisfacción SI: No:

En cuales pasos de la tarea: Paso 17

Descripción de los gestos realizados:

El usuario observado describía curiosidad e impaciencia por realizar los, además expresaba confusión con los marcadores que aparecían en el paso 12 porque debía seleccionar el marcador para conocer la dirección sin embargo al presionar el botón de reporte facilito la comprensión de la ruta.

Descripción de los sentimientos expresados:

El usuario observado mostro gran motivación para realizar los distintos pasos además indico interés al sugerir mejoras a la tabla de reporte del paso 13.

Notas del Evaluador:

Al inicio el usuario observado mostraba algunas dudas las cuales se fueron disipando con la realización de pasos, al terminar el paso 17 se reflejó satisfacción por finalizar la tarea con éxito.

Tareas entregadas a los usuarios

Tareas a realizar en la aplicación "Hunter-Cicte: Caso Milnova"

Tabla 31*Tarea Localización-Temperatura-Presión*

	Pasos
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte
2	Digitar correo
3	Digitar contraseña
4	Iniciar sesión
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter
6	Seleccionar Misión
7	Seleccionar Militar
8	Seleccionar icono de localización
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados
13	Presionar el botón de reporte para ir a la interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas, direcciones y la respectiva hora del militar
14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea
15	Seleccionar icono de temperatura
16	En la tarea de Temperatura Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
18	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea
19	Seleccionar icono de Presión
20	En la tarea de Presión presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar icono

Tarea Localización – Temperatura – Ritmo Cardíaco

Tabla 32

Tarea Localización-Temperatura-Ritmo Cardíaco

	Pasos
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte
2	Digitar correo
3	Digitar contraseña
4	Iniciar sesión
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter
6	Seleccionar Misión
7	Seleccionar Militar
8	Seleccionar icono de localización
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados
13	Presionar el botón de reporte para ir a la interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas, direcciones y la respectiva hora del militar
14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea
15	Seleccionar icono de temperatura
16	En la tarea de Temperatura Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
18	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea
19	Seleccionar icono de ritmo cardiaco
20	Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea

Tarea Localización – Presión – Ritmo Cardíaco

Tabla 33

Tarea Localización-Presión-Ritmo Cardíaco

	Pasos
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte
2	Digitar correo
3	Digitar contraseña
4	Iniciar sesión
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter
6	Seleccionar Misión
7	Seleccionar Militar
8	Seleccionar icono de localización
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados
13	Presionar el botón de reporte para ir a la interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas, direcciones y la respectiva hora del militar
14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea
15	Seleccionar icono de Presión
16	En la tarea de Presión presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
18	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar icono
19	Seleccionar icono de ritmo cardíaco
20	Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea

Tareas

Tareas a realizar en la aplicación "Hunter-Cicte: Caso Milnova"

Anotaciones del Observador sobre el Usuario

Tabla 34
Tarea Localización-Temperatura-Presión

	Pasos	¿El usuario sabe cómo hacerlo? (Sí / No)	¿Se encontrado el usuario con algún problema? ¿Cuál?	Otros comentarios
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte	SI	NO	
2	Digitar correo	SI	NO	
3	Digitar contraseña	SI	NO	
4	Iniciar sesión	SI	SI	DEMORA MUCHO
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter	SI	NO	
6	Seleccionar Misión	SI	NO	
7	Seleccionar Militar	SI	NO	
8	Seleccionar icono de localización	SI	NO	
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora	SI	NO	
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora	SI	NO	
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	

CONTINÚA

12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados	SI	SI PRESIONO 2 VECES EL BOTÓN	DEMORA MUCHO
13	Presionar el botón de reporte para ir a la interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas, direcciones y la respectiva hora del militar	SI	NO	
14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	
15	Seleccionar icono de temperatura	SI	NO	
16	En la tarea de Temperatura Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	NO	
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
18	Presionar el botón regresar menú para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	
19	Seleccionar icono de Presión	SI	NO	
20	En la tarea de Presión presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	SI, NO SABÍA QUE INTERVALO ESCOGER	PODIA ESCOGER CUALQUIERA
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar icono	SI	NO	

Tabla 35
Tarea Localización-Temperatura-Ritmo Cardíaco

	Pasos	¿El usuario sabe cómo hacerlo? (Sí / No)	¿Se encontrado el usuario con algún problema? ¿Cuál?	Otros comentarios
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte	SI	NO	
2	Digitar correo	SI	NO	
3	Digitar contraseña	SI	NO	
4	Iniciar sesión	SI	NO	
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter	SI	NO	
6	Seleccionar Misión	SI	NO	
7	Seleccionar Militar	SI	SI	PREGUNTA CUAL ESCOGER
8	Seleccionar icono de localización	SI	NO	
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora	SI	NO	
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora	SI	NO	
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados	SI	NO	

CONTINÚA

13	Presionar el botón de reporte para ir a la interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas, direcciones y la respectiva hora del militar	SI	NO	
14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	SI	QUERÍA VOLVER A MIRAR EL REPORTE
15	Seleccionar icono de temperatura	SI	NO	
16	En la tarea de Temperatura Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	NO	
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
18	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	
19	Seleccionar icono de ritmo cardiaco	SI	NO	
20	Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	NO	
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	

Tabla 36
Tarea Localización – Presión – Ritmo Cardíaco

	Pasos	¿El usuario sabe cómo hacerlo? (Sí / No)	¿Se encontrado el usuario con algún problema? ¿Cuál?	Otros comentarios
1	Abrir la aplicación Hunter-Cicte	SI	NO	
2	Digitar correo	SI	NO	
3	Digitar contraseña	SI	NO	
4	Iniciar sesión	SI	NO	
5	Seleccionar la opción Gps-Hunter	SI	NO	
6	Seleccionar Misión	SI	NO	
7	Seleccionar Militar	SI	NO	
8	Seleccionar icono de localización	SI	NO	
9	Presionar en el combo box de hora inicial para escoger una hora	SI	NO	
10	Presionar en el combo box de hora final para escoger una hora	SI	SI	SELECCIONO LA MISMA HORA INICIAL
11	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
12	Presionar el botón de localizar para que se visualice en el mapa la ruta del militar de acuerdo a los datos seleccionados	SI	SI	SE DEMORO UN POCO AL APARECER LOS MARCADORES
13	Presionar el botón de reporte interfaz que visualiza una tabla con las coordenadas y la hora del militar	SI	NO	

CONTINÚA

14	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	
15	Seleccionar icono de Presión	SI	NO	
16	En la tarea de Presión presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	NO	
17	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
18	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar icono	SI	NO	
19	Seleccionar icono de ritmo cardíaco	SI	NO	
20	Presionar en el combo box de intervalo de tiempo y escoger un intervalo	SI	NO	
21	Presionar el botón de fecha y seleccionar una, después presionar el botón de aceptar	SI	NO	
22	Presionar el botón menú tareas para ir a la interfaz de seleccionar tarea	SI	NO	

Finalmente, tras completar las tareas, se invitó a las PDVM a realizar una entrevista para obtener información en el cuestionario post-test. Cabe mencionar que el entrevistador no es un experto en usabilidad y se necesitó paciencia por parte de las PDVM al contestar las preguntas del entrevistador, siendo este el encargado de anotar las respuestas. Supervisando la entrevista se hallaba siempre un mentor (el tutor de esta tesis) que, con sus comentarios, pretendía incidir en los puntos más importantes y

ayudar al entrevistado a aportar la máxima información posible. A continuación, se muestra el documento empleado para conducir la entrevista.

Documento del cuestionario Post-Test para recolectar información

Cuestionario Post-Test para recolectar información

Fecha de la entrevista: _____

Evaluador: _____

1. ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario? (Componentes como imágenes e iconos son de fácil comprensión).
2. ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?
3. ¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?

4. ¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada paso deseado cuando sea necesario? Por lo tanto, todas las tareas son accesibles cuando es necesario.
5. ¿Cuándo uso por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resultó fácil aprender a realizar las tareas
6. ¿Tiene alguna crítica o queja sobre la interfaz de usuario?
7. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar la interacción con la aplicación?
8. ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar este cuestionario?

Ejemplo del documento "Cuestionario Post-Test"

Cuestionario Post-Test para recolectar información

Fecha de la entrevista: 20/11/2018

Evaluador: Erick Zambrano

1. ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario? (Componentes como imágenes e iconos son de fácil comprensión).

Si, gustaron las imágenes y eran de fácil comprensión

2. ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?

Sí, porque te va guiando paso por paso hasta finalizar la tarea.

3. ¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?

Si, al ingresar te da una guía específicamente en el mensaje pones ok

4. ¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada paso deseado cuando sea necesario? Por lo tanto, todas las tareas son accesibles cuando es necesario.

Si, por el menú tareas podía acceder a cualquier tarea.

5. ¿Cuándo uso por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resulto fácil aprender a realizar las tareas?

Si es intuitiva puedes cambiar el intervalo en cualquier momento

6. ¿Tiene alguna crítica o queja sobre la interfaz de usuario?

Alerta al pasar el rango establecido en la tarea de temperatura.

7. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar la interacción con la aplicación?

Alertas o reportes de las demás tareas.

8. ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar este cuestionario?

No

Después de realizar el cuestionario post test, se pedía al usuario que complete un documento que es el cuestionario específicamente de preguntas cerradas sobre las métricas utilizadas para este cuestionario se utilizó la escala de Likert.

Cuestionario

Por favor, marque la casilla que refleje su respuesta inmediatamente a cada afirmación.

No piense demasiado sobre cada afirmación. Si no sabe que responder marque la casilla de "Neutral".

1.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario? (Componentes como imágenes e iconos son de fácil comprensión).

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

2.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

3.- ¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

4.- ¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada ubicación deseada cuando es necesario? Por lo tanto, todas las funciones son accesibles cuando es necesario.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5.- ¿Cuándo uso por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resulto fácil aprender a realizar las tareas? Por ejemplo, explicaciones apropiadas aparecen si es necesario

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Ejemplo del cuestionario sobre las métricas

Cuestionario

Por favor, marque la casilla que refleje su respuesta inmediatamente a cada afirmación. No piense demasiado sobre cada afirmación. Si no sabe que responder marque la casilla de "Neutral".

1.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario? (Componentes como imágenes e iconos son de fácil comprensión).

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

2.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

3.- ¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

4.- ¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada ubicación deseada cuando es necesario? Por lo tanto, todas las funciones son accesibles cuando es necesario.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5.- ¿Cuándo uso por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resulto fácil aprender a realizar las tareas? Por ejemplo, explicaciones apropiadas aparecen si es necesario

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo

- Totalmente en desacuerdo

Después de realizar el cuestionario de métricas, se pedía al usuario que completase la encuesta SUS, a cuyo término se le agradecía su participación.

Encuesta SUS

Por favor, marque la casilla que refleje su respuesta inmediatamente a cada afirmación.

No piense demasiado sobre cada afirmación. Si no sabe que responder marque la casilla de "Neutral".

Tabla 37
Encuesta SUS

Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1.- Pienso que me gustaría utilizar esta aplicación con frecuencia.					
2- Encontré la aplicación innecesariamente compleja.					
3.- Me parece que el producto era fácil de usar.					
4.- Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona técnica para poder utilizar este producto.					
5.- Me pareció que las diversas funciones de este producto están bien integradas.					
6.- Me pareció que había demasiada inconsistencia en este producto.					
7.- Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar esta aplicación muy rápidamente.					
8.- Me pareció que la aplicación es muy complicada de usar.					
9.- Me sentí con mucha confianza al usar la aplicación.					
10.- Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera comenzar a utilizar esta aplicación.					

Ejemplo de una encuesta sus realizada a un usuario

Tabla 38
Ejemplo Encuesta SUS

Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1.- Pienso que me gustaría utilizar esta aplicación con frecuencia.	X				
2- Encontré la aplicación innecesariamente compleja.				X	
3.- Me parece que el producto era fácil de usar.	X				
4.- Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona técnica para poder utilizar este producto.			X		
5.- Me pareció que las diversas funciones de este producto están bien integradas.			X		
6.- Me pareció que había demasiada inconsistencia en este producto.		X			
7.- Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar esta aplicación muy rápidamente.			X		
8.- Me pareció que la aplicación es muy complicada de usar.				X	
9.- Me sentí con mucha confianza al usar la aplicación.			X		
10.- Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera comenzar a utilizar esta aplicación.					X

Para el proceso de análisis de datos creamos tablas que sintetizan la información obtenida mediante observación directa, cuestionario post-test, cuestionario sobre métricas y la encuesta SUS. Creamos propuestas que mejoren a los problemas de usabilidad encontrados con dichas técnicas.

Para todas las técnicas descritas anteriormente, el principal problema ha sido la disponibilidad de las PDVM, ya que gran parte de ellas se regían por un horario difícilmente compatible con la realización de las pruebas. Cabe mencionar que durante la aplicación de la técnica no surgió ningún error referente al funcionamiento de la aplicación móvil que dificulte la prueba. A la mayoría de usuarios se le otorgo el dispositivo móvil con la aplicación instalada para optimizar el tiempo, y porque el usuario no disponía del dispositivo adecuado, para la realización de la evaluación.

Se establece el nivel de relevancia para cada problema de usabilidad y es el siguiente:

- **Alto:** Problemas de usabilidad que afectan en gran medida a la funcionalidad básica de la aplicación
- **Medio:** Problemas de usabilidad que afectan levemente a la funcionalidad básica de la aplicación.
- **Bajo:** Problemas de usabilidad que no afectan a la funcionalidad básica de la aplicación

Finalmente, a manera de resumen la Tabla 39 presenta todos los diferentes problemas de usabilidad detectados por las PDVM durante la aplicación de las técnicas observación directa e información post-test.

Tabla 39
Problemas de usabilidad

Problema	Nro. de Personas	Nivel de Relevancia	Mejoras
No se produce ningún efecto al interactuar con el botón ingresar	1	Bajo	Programar el botón ingresar para que responda visualmente, tal vez con un movimiento, ante la pulsación del usuario.
El cuadro de texto sobre la notificación después de ingresar es un poco pequeño	3	Bajo	Mejorar la visibilidad del cuadro de texto
Después de presionar el botón iniciar sesión demora mucho pasar a la siguiente interfaz	4	Medio	Disminuir el tiempo al cargar las distintas interfaces
Hora final no puede ser posterior a la hora inicial	2	Bajo	Validar que no puede ser la hora final posterior a la hora inicial
Icono de la tarea de ritmo cardiaco no es de agrado	2	Bajo	Mejorar el icono de la tarea ritmo cardiaco
Al dar click sobre correo debe borrarse la palabra correo	1	Bajo	Borrar la palabra correo al dar click sobre esta
No permitir una fecha futura a la actual	1	Bajo	Validar que no se permita seleccionar una fecha futura a la actual

CONTINÚA

Después de presionar el botón de localizar demora mucho dibujar la ruta del militar	1	Bajo	Disminuir el tiempo al cargar la ruta en el mapa
Tabla del reporte de localización no es de atracción	2	Bajo	Mejorar la interfaz de la tabla
Falta interacción en la tarea de temperatura si un punto llega a la línea de peligro	1	Bajo	Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea temperatura
Falta interacción en la tarea de presión si un punto llega a la línea de peligro	1	Bajo	Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea temperatura
Falta interacción en la tarea de ritmo cardiaco si un punto llega a la línea de peligro	1	Bajo	Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea temperatura

En conclusión, a manera de resumen tenemos la Tabla 40 que presenta recomendaciones para los problemas de usabilidad encontrados en las técnicas de observación directa y cuestionario post test.

Tabla 40
Recomendaciones

Mejora	Clasificación	Prioridad
Redimensionamiento de la imagen	Mejora de la interacción	Media
Apariencia más agradable, con colores y formas diferentes	Mejora de la interacción	Media
Retoque en la interfaz para facilitar el manejo del sistema	Diseño de la interfaz y mejora de la interacción	Media
Utilizar un lenguaje sencillo, claro, directo y específico en las notificaciones	Mejora de la interfaz	Baja
Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea temperatura con su respectivo intervalo de hora y fecha	Mejora de la interfaz	Baja
Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea presión con su respectivo intervalo de hora y fecha	Mejora de la interfaz	Baja
Emitir un reporte con todas las alertas de la tarea ritmo cardiaco con su respectivo intervalo de hora y fecha	Mejora de la interfaz	Baja
Al digitar el correo por primera vez se debe borrar las palabras correo	Mejora de la interacción	Baja
Mayor visibilidad de los marcadores al indicar la ruta	Mejora de la interfaz	Media
Adición de un botón salir para dejar la aplicación	Diseño de la interfaz	Media

Preguntas sobre las métricas utilizando la escala de Likert, además se analiza la información obtenida en el cuestionario post test relacionadas a estas preguntas.

Tabulación de los resultados obtenidos

Pregunta 1.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario? (Componentes como imágenes e iconos son de fácil comprensión).

De acuerdo a la Figura 54 de las PDVM encuestadas el 58.3% estaba totalmente de acuerdo en que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario, según las respuestas solo un 33.3% estaba de acuerdo con los iconos de las distintas tareas porque llamaron su atención y fueron de agrado, por otra parte, tan solo el 8.3% estaba ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral).

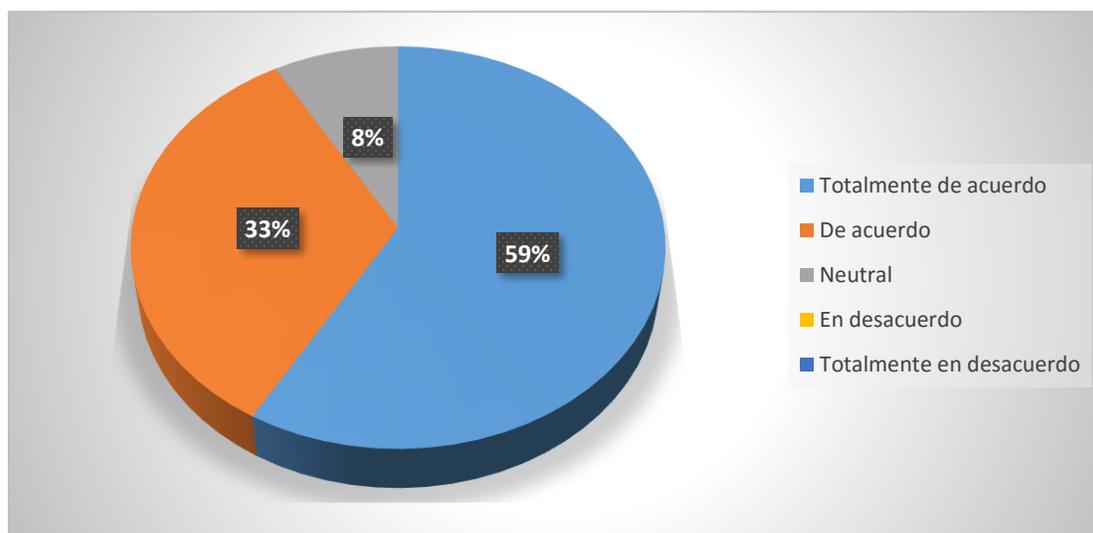


Figura 54 Pregunta 1

Pregunta 2.- ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?

De acuerdo a la Figura 55, las PDVM encuestadas respondieron positivamente o estaban de acuerdo con un 83.3%, mientras que un 16.7% estaba totalmente de acuerdo con la pregunta planteada, esto señala que las tareas se las realizaba en un tiempo moderado porque fueron fáciles de realizar.

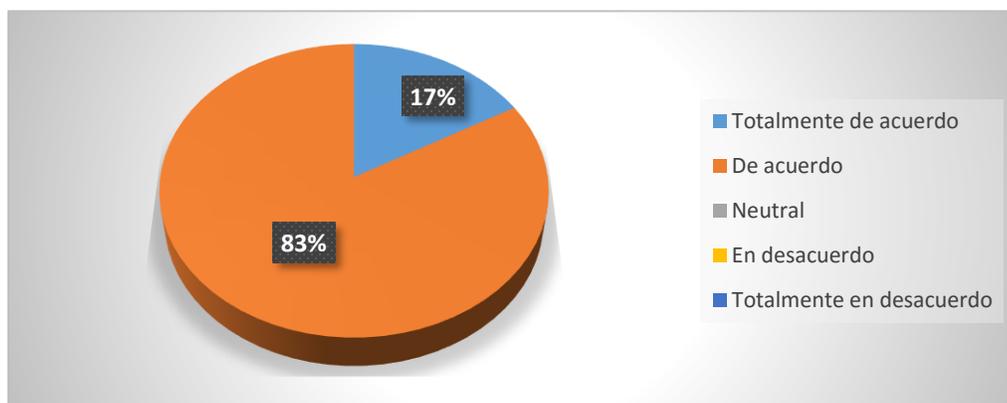


Figura 55 Pregunta 2

Pregunta 3: ¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?

De acuerdo a la Figura 56 de las personas encuestadas el 83.3% estuvieron de acuerdo, mientras que el 8.3% estaba totalmente de acuerdo y tan solo un 8.3% estaba neutral con la pregunta planteada.

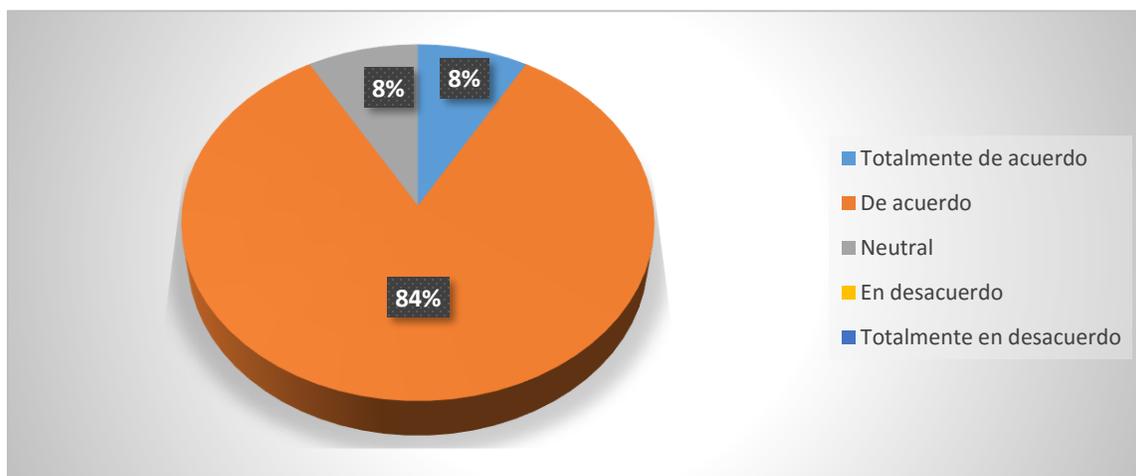


Figura 56 Pregunta 3

Pregunta 4: ¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada ubicación deseada cuando es necesario? Por lo tanto, todas las funciones son accesibles cuando es necesario.

De acuerdo a la Figura 57 de las PDVM encuestadas el 33.3% se encontraban neutral, también un 41.7% estaba totalmente de acuerdo, cabe recalcar que tan solo el 25% estaba de acuerdo con la navegación a través de la aplicación.

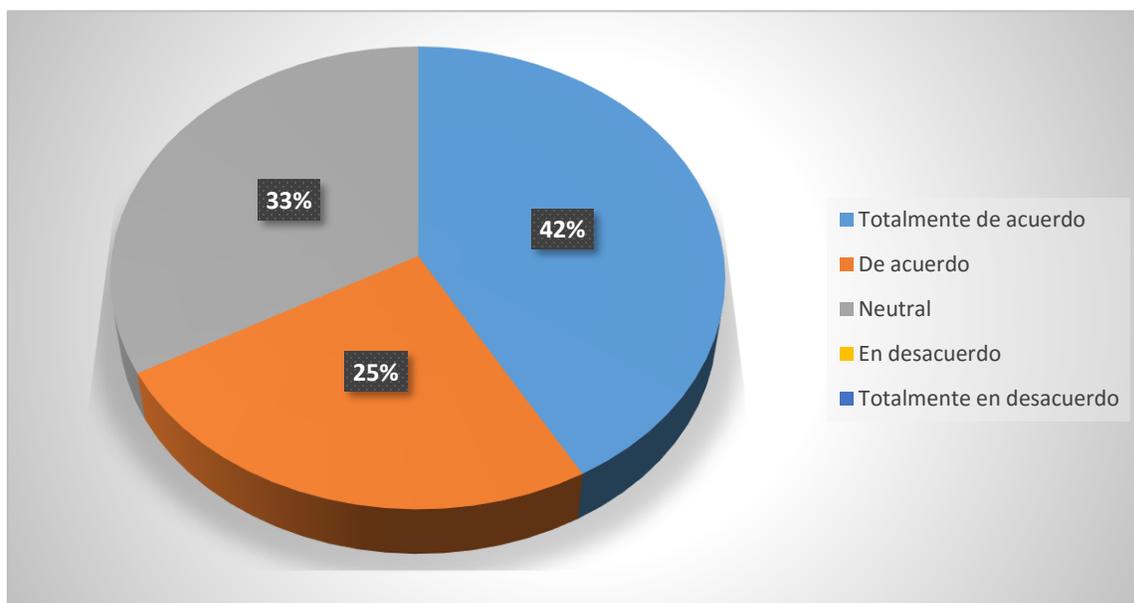


Figura 57 Pregunta 4

Pregunta 5: ¿Cuándo uso por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resulto fácil aprender a realizar las tareas? Por ejemplo, explicaciones apropiadas aparecen si es necesario.

Dentro de los resultados que arroja la encuesta a las PDVM sobre lo fácil que resulta aprender a realizar las tareas de acuerdo a la Figura 58, el 50% se encontraban de acuerdo en que les resulto fácil aprender las tareas de la aplicación móvil Hunter-Cicte, mientras que un 33.3% estaba totalmente de acuerdo y un 8.3% estaba neutral y tan solo el 8.3% estaba totalmente en desacuerdo.

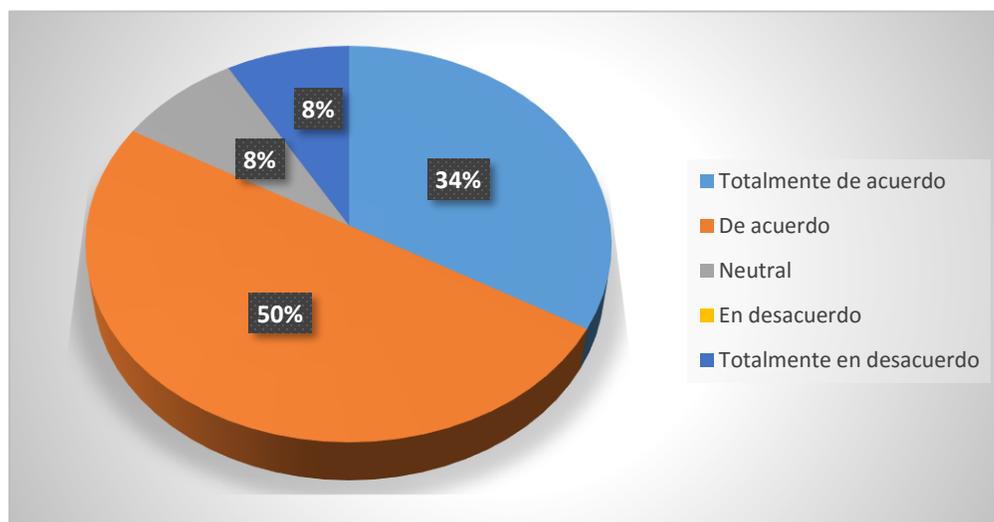


Figura 58 Pregunta 5

Tabla de resultados a las métricas

Tabla 41

Tabla de resultados a la preguntas sobre métricas

Escala de Likert / Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	(Suma Totalmente de acuerdo y de acuerdo)	Satisfacción
P1	59%	33%	8%			92%	Aprobado
P2	17%	83%				100%	Aprobado
P3	8%	84%	8%			92%	Aprobado
P4	42%	25%	33%			67%	Moderado
P5	34%	50%	8%		8%	84%	Aprobado

Análisis de los resultados

Los resultados a continuación están en base a las 5 preguntas sobre las métricas utilizadas y a la encuesta SUS, como se observan los datos en la tabla 41 y la tabla 42.

La encuesta SUS considera que la usabilidad es no aceptable si el resultado promedio es menor al 50%, la usabilidad es marginal si el resultado promedio se encuentra en el

rango del 50% al 70%, en consecuencia, la usabilidad es aceptable si el resultado promedio es mayor al 70%.

Pregunta 1: “¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil es intuitiva y atractiva para el usuario?”, se estableció en relación a la métrica icons located correctly (CM13). Los resultados de esta pregunta indican que existe un nivel alto de satisfacción del 91.6%, según la escala Likert, este valor se contrastó con los resultados de la encuesta SUS, en donde se muestra que 9 PDVM obtuvieron una usabilidad aceptable. En consecuencia, la mayoría de las PDVM comprendieron todas las imágenes e íconos de las distintas interfaces de usuario. En base a las recomendaciones de los usuarios encuestados se realizó modificaciones como el redimensionamiento de las imágenes de la aplicación móvil.

Pregunta 2:” ¿Considera usted que la interfaz de la aplicación móvil está diseñada para realizar una tarea específica a la vez?” hace referencia a la métrica Goal achieve correctly (CM27). En base a los resultados de esta pregunta, se tiene que todas las PDVM estuvieron de acuerdo con cada una de las tareas realizadas en Hunter-Cicte, lo que representa el 100% de aprobación. Cabe mencionar que este resultado es producto de la ausencia de errores y debido a que la aplicación móvil no dejó de funcionar en ningún momento.

Pregunta 3: “¿Considera usted que la aplicación móvil utiliza notificaciones o mensajes de texto breves para ayudar o advertir al usuario?”, hace referencia a la métrica Display load (CM58). Los resultados a esta pregunta revelan un alto nivel de satisfacción,

91.6%, según la escala Likert, este valor se verifica con los resultados de la encuesta SUS, este expone que la mayoría de PDVM obtuvieron una usabilidad aceptable.

Pregunta 4: “¿Considera usted que está claro cómo navegar a través de la aplicación y acceder a cada ubicación deseada cuando es necesario?”, se refiere a la métrica Navigation (CM65). Los datos resultantes a esta pregunta exponen un nivel moderado de aprobación con un 67%. Este dato se puede observar en la encuesta SUS debido a que 4 participantes obtuvieron un resultado de usabilidad marginal. Por este motivo se elaboró una solución que trata sobre la realización de filtros tales como el modo de etiquetas para facilitar la navegación del usuario.

Pregunta 5: “¿Cuándo usó por primera vez la aplicación móvil Hunter-Cicte le resultó fácil aprender a realizar las tareas?”, hace referencia a la métrica Learning to operate easily (CM38). Los resultados a esta pregunta manifiestan satisfacción con un 83.3%. Se debe considerar que en la encuesta SUS a un usuario le resultó complejo aprender a realizar la tarea de localización, por este motivo se visualizará la fecha actual de forma predeterminada.

Respuestas de la encuesta SUS

A continuación, se indica las respuestas de los participantes a cada pregunta.

El número total de participantes es 12 y se le nombro con la variable p a cada participante.

El número de preguntas son 10 y se le nombro con la variable q a cada pregunta.

Tabla 42
Resultados Encuesta Sus

SUS Calculación											
Participantes/ Preguntas	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	SUS Score
p1	4	1	4	2	1	2	5	2	4	1	75,0
p2	5	2	5	3	3	4	3	2	3	1	67,5
p3	5	1	4	2	5	2	5	1	4	2	87,5
p4	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	75,0
p5	2	3	1	2	4	2	1	1	3	2	52,5
p6	3	2	4	2	3	3	2	3	3	2	57,5
p7	4	4	2	4	5	1	4	1	5	2	70,0
p8	3	3	3	2	4	2	4	2	3	3	62,5
p9	4	2	5	1	3	5	5	3	5	2	72,5
p10	4	1	5	1	3	1	5	1	5	2	90,0
p11	4	1	5	1	3	1	5	1	5	2	90,0
p12	4	2	5	2	2	1	4	1	4	2	77,5
	Promedio Total										72,3

El promedio total es de 72.3 esto quiere decir que la usabilidad promedio de la aplicación es aceptable sin embargo se deben mejorar algunos detalles antes mencionadas en la tabla 40 para que el resultado de usabilidad aumente.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El presente estudio se originó en busca del desarrollo de un prototipo considerando a las PDVM. Para cumplir con este objetivo identificamos un total de 73 métricas de usabilidad reportadas en la literatura, de las cuales pudimos agrupar 40 en 8 contextos de usabilidad diferentes: contenido visual, eficacia, navegabilidad, eficiencia, aprendizaje, satisfacción, comprensión y accesibilidad. Los 3 primeros contextos agrupan la mayor cantidad de métricas de usabilidad.

Las métricas identificadas, seleccionadas e implementadas en el prototipo de la aplicación móvil Hunter- Cicté superó el promedio aceptable de acuerdo a la encuesta-SUS aplicada a varias PDVM, este trabajo demuestra la necesidad de implementar las métricas encontradas para conseguir una usabilidad aceptable.

La aplicación Hunter-Cicté está diseñada para ofrecer un nivel de usabilidad aceptable para las personas con deficiencia visual moderada, pudiendo estos usuarios realizar todas las tareas sin ningún problema.

Las métricas identificadas a partir de estudios de literatura permitirán a los ingenieros de software implementar estas métricas para obtener mejores resultados en el uso de aplicativos móviles, además que la productividad de los desarrolladores

mejoraría al igual que la calidad del producto, y se pueden detectar defectos en un menor tiempo o evaluar el grado de accesibilidad en las diferentes aplicaciones.

La aplicación de las técnicas de evaluación, ha descubierto que el número de usuarios con interés en participar es mayor cuando su participación no requiere una gran inversión de tiempo. No obstante, es importante destacar que siempre se encontraron usuarios comprometidos para los que el tiempo no supuso impedimento alguno.

A pesar de que los datos no son suficientes (12 usuarios) para concluir estadísticamente sobre los resultados, se considera que es número aceptable de datos para este tipo de proyectos.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a las empresas desarrolladoras de software invertir mayor cantidad de recursos en lo que respecta a calidad del producto software.

Se recomienda utilizar las distintas técnicas utilizadas en este estudio para realizar encuestas de cuestionarios con el fin de construir un modelo para medir y cuantificar la usabilidad de las aplicaciones móviles.

Planificar a tiempo un producto software en función de los recursos disponibles, las tareas a realizar, métricas identificadas, tenderán a garantizar un producto de calidad.

Al desarrollar aplicaciones móviles para la plataforma Android que se basa en lenguaje Java necesariamente se utilizan versiones específicas, es por ello que se

debe investigar la disponibilidad de los diferentes componentes y funciones que se estén utilizando para dicha versión y de igual manera confirmar su compatibilidad con los diferentes dispositivos, de esta manera se asegura el correcto funcionamiento de la aplicación móvil bajo cualquier dispositivo que se haya seleccionado.

Al momento de utilizar herramientas Open Source (Android) y se las integra para desarrollar una aplicación móvil como la que se describió en este estudio, es mejor buscar proyectos que previamente hayan hecho la misma integración, para conocer los problemas y soluciones al desarrollar el proyecto.

6.3 Trabajos Futuros

El trabajo realizado en este estudio abre paso a nuevas líneas de investigación relacionadas con mejoras en el prototipo y la consideración de métricas de usabilidad para el proceso del desarrollo de software.

Respecto a la selección de métricas de usabilidad o accesibilidad en el proceso del análisis de contenido, se consideró la relación entre la descripción y evaluación que presenta cada estudio primario. Puede ser interesante aumentar la cantidad de métricas para observar si el porcentaje de usabilidad arrojado por la encuesta SUS disminuye o incrementa.

Implementar una aplicación móvil similar o con tareas semejantes a la construida en este estudio, siguiendo el proceso tradicional de desarrollo de software, elaborando un buen diseño de interfaz, pero sin utilizar las métricas identificadas. Finalmente,

utilizando las distintas técnicas de evaluación de usabilidad, comparar estas aplicaciones con personas que se beneficien de una visión normal y otras que tengan deficiencia visual.

REFERENCIAS

- Ba Matraf1, M. S., & Hussain, A. (2018). Modeling Measurement Metrics for E-Book App on Mobile Devices. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering* .
- Baumel, A., Faber, K., Mathur, N., Kane, J. M., & Muench, F. (2017). Enlight: A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions. *Journal of medical internet research*.
- Bolderston, A. (2008). Writing an Effective Literature Review. *Journal Medical Imaging and Radiation Scien*, 86'92.
- Borba Campos, M., Sánchez, J., & Juliana , D. (2015). Usability Evaluation of a Mobile Navigation Application for Blind User. *Department of Computer Science, Center for Advanced Research in Education (CARE)*.
- Brereton, P., A. Kitchenham, B., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process. *Elsevier*, 571–583.
- Campanella, P. (2012). Mobile Learning: New forms of education . *10th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Buenos Aires: Tercera Edición.
- CICTE. (2017). Obtenido de CICTE: <http://cicte.espe.edu.ec/>
- Cobo, J. G. (2013). TFC Desarrollo de aplicaciones móviles. En I. L. Puchadas, *Android*.
- Costa Kulpa , C., & Gonçalves Amaral , F. (2014). Evaluation of Tablet PC Application Interfaces with Low Vision Users: Focusing on Usability. *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, 273-284.
- Cronin, P., Frances, R., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1).
- Dhyani, D., Wee Keong, N., & S Bhowmick, S. (2002). A Survey of Web Metrics. *Nanyang Technological University*.

- Dr. Adhanom Ghebreyesus, T. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. (Director General) Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- Dra. Casas, S. I., & Lic. Gabri, E. J. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. *ICT-UNPA*.
- Fonseca Carrera, E. (2014). Conceptualización e Infraestructura para la nvestigación Experimental en Ingeniería del Software.
- Garatu, G. (2018). *Grupo Garatu*. Obtenido de <https://development.grupogaratu.com/metodologia-scrum-desarrollo-software/>
- Google. (2017). *Soluciones para aplicaciones móviles*. Obtenido de Google Cloud Platform: <https://cloud.google.com/solutions/mobile/?hl=es>
- Gorsk, D., & Dumortout , J. F. (2011). A-CitizenMobile: A Case Study for Blind Users. *Research gate*.
- Gorsk, D., & Mendonça Júnior, F. D. (2011). A-CitizenMobile: A Case Study for Blind Users. *Research gate*.
- Guerrero, H., & Vega, V. (2018). Usability analysis: Is our software inclusive. *Springer International Publishing AG*.
- INEC, Instituto Nacional de estadística y censos. (2016). *Instituto Nacional de estadística y censos*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf
- ISO/IEC 25000. (2018). *ISO 25000*. Obtenido de ISO 25000: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/23-usabilidad>
- ITU. (Mayo de 2015). *ICT Facts and Figures* . Obtenido de <http://www.itu.int/en/ITUUD/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>
- Jurgenson, J. L.-G. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa*. México: Primera edición.
- Kitchenham , B., & Charters , S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *EBSE Technical Report* .
- Library, U. o. (2018). *Library Research Guides*. Obtenido de Library Research Guides: <https://guides.lib.umich.edu/sysreviews>
- OMS, O. (11 de 10 de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- ONCE, F. (27 de Agosto de 2013). *discapnet*. Obtenido de disc@pnet:

tematicas/tecnologia/informe_sintetico_observatorio_aplicaciones_moviles_27-08-2013.pdf

- Ramos Tuitise , M. I. (2017). *Estudio empírico de la usabilidad de aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Sanchez, S. (2009). Mobile Audio Navigation Interfaces for the blind. *Universal Access in HCI*, 402-411.
- Schwaber , K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide*. Obtenido de The Scrum Guide: <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>
- Seffah , A., Kececi, N., & Donyaee, M. (2001). QUIM: A Framework for Quantifying Usability Metrics in Software Quality Models.
- Siebra, C., Silva , F., & Santos, A. (2015). *Usability Requirements for Mobile Accessibility: A Study on the Vision Impairment*. The 14th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia.
- Sloan, D., Kelly, B., Heath, A., Patrie, H., & Hamilt, F. (2006). Contextual Web Accessibility - Maximizing the benefit of Accessibility Guidelines. *International World Wide Web Conference*, 121-131.
- Sonal, R. P., & Chhangani, P. (2014). Smartphone Accessibility Application for Visually Impaired. *International Journal of Research in Advent Technology*.
- SurveyMonkey . (2018). *SurveyMonkey*. Obtenido de https://www.surveymonkey.com/mp/likert-scale-2/?utm_expid=.i0iggfDmTnW1fu17LcS81w.1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- Tewksbury, A. S. (2013). How to Write a Literature Review . *Journal of Criminal Justice Education*, 218-234.
- Velásquez, J. (2015). Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Research Gate*.
- Zali , Z., & Ahmad Fadzlah , A. F. (2016). An initial theoretical usability evaluation model for assessing defence mobile e-based application system . *International Conference on Information and Communication Technology (ICICTM)*.
- Zhanga, H., Ali Babar, M., & Tellb, P. (2010). Identifying Relevant Studies in Software Engineering. *National ICT Australia, University of New South Wales, Australia*.

