



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**CoMET: Propuesta para el Control de
seguimiento de personas Mayores en Espacios
abierTos**

Ana Cristina Peinado Gonzalo

Julio, 2015

COMET: PROPUESTA PARA EL CONTROL DE SEGUIMIENTO DE
PERSONAS MAYORES EN ESPACIOS ABIERTOS



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

Tecnologías y Sistemas de Información

**TECNOLOGÍA ESPECÍFICA DE
COMPUTACIÓN**

TRABAJO FIN DE GRADO

**CoMET: Propuesta para el Control de
seguimiento de personas Mayores en Espacios
abiertos**

Autor: Ana Cristina Peinado Gonzalo

Director: Dr. José Bravo Rodríguez

Julio, 2015

Ana Cristina Peinado Gonzalo

Ciudad Real – Spain

E-mail: anacristina.peinadogonzalo@gmail.com

Teléfono: 636 36 56 93

Web site: <https://es.linkedin.com/pub/ana-cristina-peinado-gonzalo/7b/a5a>

© 2015 Ana Cristina Peinado Gonzalo

Este documento fue editado y tipografiado con L^AT_EX

empleando la clase **esi-tfg** que se puede encontrar en:

<https://bitbucket.org/arco-group/esi-tfg>

TRIBUNAL:

Presidente:

Vocal:

Secretario:

FECHA DE DEFENSA:

CALIFICACIÓN:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

Resumen

Hoy en día, nuestra sociedad asiste a un fenómeno demográfico importante, como es el envejecimiento de la población. Este envejecimiento es equivalente a un aumento de la esperanza de vida pero, además, a un incremento de las enfermedades crónicas, como la demencia.

Estas enfermedades, cada vez más usuales, hacen que en la actualidad crezca el número de proyectos desarrollados con la intención de mejorar la calidad de vida de estas personas. Por estas cuestiones aparecen términos como Ambient Assisted Living (AAL), término acuñado dentro de la Inteligencia Ambiental, que trata de promover y prolongar la vida independiente de los mayores, de las personas con diversidad funcional y de sus familiares.

El presente TFG surge con la idea de poder servir de ayuda a familiares de personas mayores con demencia. Se trata de realizar un control de seguimiento de personas mayores en espacios abiertos.

CoMET se encargará de notificar a los familiares cuando el mayor incumpla alguna de las restricciones de tiempo o distancia especificadas en cada una de las salidas del mayor. De esta forma, el enfermo podrá salir de casa sin miedo a su desorientación, sabiendo que cuando éste incumpla alguna restricción podrá conocerse su localización. Así, el mayor podrá ganar autonomía y los familiares, a su vez, tranquilidad.

Abstract

Nowadays, our society is suffering an important demographic phenomenon, that is "population ageing". This ageing means not only a life expectancy growth but also a rise of the chronic diseases such as dementia.

These diseases, which are more and more usual, have increased the amount of projects developed in order to improve those people's quality of life. That is why some new terms as "Ambient Assisted Living"(AAL) have been created. It was coined in the Environmental Intelligence, which tries to improve and extend the independence of elderly, people with functional diversity and their relatives.

The idea of this TFG is to help families of elderly patients with dementia. It is performing a tracking control of older people in open spaces.

COMET responsible for notifying the family when the old man violates these restrictions. These restrictions may be time or distance. In this way, the patient can leave home without fear of disorientation and if he violates any restrictions your family know your location. The elder will gain autonomy and the family will gain peace of mind.

Agradecimientos

Hace cuatro años lo que creí como una derrota se convirtió en lo mejor que me podía pasar en la vida, comenzar esta carrera. Cada día me siento más orgullosa de poder decir que soy informática y sentirme como una de ellas. Me he dado cuenta que las cosas ocurren por algo y siempre hay que ver las cosas positivas que esos cambios traen.

Han sido cuatro años de duro trabajo y sacrificio pero que volvería a repetir con los ojos cerrados. Pero, todo esto no podría haber sido sin el apoyo de mi familia y amigos. Todo se lo debo a ellos.

En primer lugar quiero agradecer a mis padres el apoyo incondicional que me han aportado durante toda mi vida. Siempre han estado ahí, y aunque a veces no se podía siempre han conseguido que no me falte nada para poder ser feliz. Soy quien soy gracias a ellos y aunque han sido momentos duros sé que todo volverá a ser como era y yo voy a luchar siempre para ello.

A mi familia porque en todo momento han confiado en mí, ayudándome para que consiguiera ese sueño que era estudiar. Gracias a ellos ha podido ser posible.

A Jose, por convertirse en esa persona tan especial, que hace que esos momentos malos se pasen de la mejor manera posible, dándome siempre fuerzas cuando algo salía mal. Gracias a los valores que me ha proporcionado día a día para ver la vida desde otro punto de vista, saber sacar siempre el lado positivo a la vida y poder disfrutar de ella.

A mis compañeras de piso, Mary y Diana, que se han convertido en esas hermanas que nunca tuve. Gracias por esos tres maravillosos años a vuestro lado que han sido perfectos.

A mis compañeros de clase, Ana Belén, Rocío, Javi, Julio A., César, y el resto que me ha acompañado en esta etapa. Por su apoyo y ayuda, sus ánimos, compañerismo. Habéis sido el motivo principal para ir alegre a clase. Lo mejor de estos años ha sido poder conocerlos y llevarme tan buenos amigos.

A José Bravo, por confiar en mí y darme una oportunidad para abordar este proyecto. Gracias por guiarme en esta última fase.

A mis amigas que han hecho en todo momento que no decaiga y siga luchando.

En definitiva, gracias a todos por lo que me habéis ayudado. Este proyecto no hubiera sido posible sin vosotros. Gracias por haberme hecho llegar hasta aquí.

Ana Cristina.

*A mis padres,
por su apoyo incondicional.*

Índice general

Resumen	V
Abstract	VII
Agradecimientos	IX
Índice general	XIII
Índice de cuadros	XVII
Índice de figuras	XIX
Índice de códigos	XXI
Listado de acrónimos	XXIII
1. Introducción	1
1.1. Preámbulo	1
1.2. Motivación	2
1.3. Propuesta	3
1.4. Problemas asociados	3
1.5. Aportaciones del TFG	4
1.6. Estructura TFG	4
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
2.2.1. Seguimiento y monitorización de la persona mayor	9
2.2.2. Detección de la pérdida o desorientación del mayor	10
2.2.3. Envío de mensaje frente al incumplimiento de los requisitos	10
2.2.4. Envío de dirección postal	11

2.2.5.	Integración de los tres objetivos anteriores	11
2.3.	Herramientas y medios de trabajo	11
2.3.1.	Lenguajes de programación	11
2.3.2.	Medios Software	12
2.3.2.1.	Desarrollo e implementación	12
2.3.2.2.	Gestión del proyecto	13
2.3.2.3.	Almacenamiento en la nube	14
2.3.2.4.	Documentación y memoria	14
2.3.3.	Medios Hardware	16
3.	Estado del arte	19
3.1.	Demencia	19
3.1.1.	Síntomas	19
3.1.2.	Causas de demencia	20
3.1.2.1.	Causas tratables	20
3.1.2.2.	Causas no tratables e irreversibles	21
3.1.3.	Diagnóstico de la demencia	21
3.1.3.1.	Demencia hereditaria	22
3.1.4.	Tratamiento de la demencia	22
3.1.5.	Tipos de Demencia	22
3.1.5.1.	Alzhéimer	23
3.1.5.2.	Demencia fronto-temporal (Enfermedad de Pick)	24
3.1.5.3.	Demencia vascular	25
3.1.5.4.	Demencia multiinfarto	25
3.1.5.5.	Enfermedad de Binswanger	26
3.1.5.6.	Demencia por cuerpos de Lewy	26
3.2.	Ambient Assisted Living	27
3.2.1.	¿Qué es Inteligencia Ambiental?	27
3.2.1.1.	Objetivos de la AmI	28
3.2.1.2.	Componentes tecnológicos	28
3.2.2.	Vida Asistida por el Entorno (AAL)	29
3.2.2.1.	Importancia estratégica	30
3.2.2.2.	Aplicaciones y retos actuales	32
3.3.	Apps, evolución e impacto en nuestras vidas	34
3.3.1.	Smartphone	34
3.3.2.	Las apps en nuestros días	36

3.3.3.	Plataformas y sistemas operativos	37
3.3.3.1.	iOS	38
3.3.3.2.	Android	39
3.3.3.3.	Windows Phone	40
3.3.3.4.	Firefox OS	41
3.3.3.5.	Blackberry	42
3.3.3.6.	Ubuntu Touch	43
3.3.3.7.	Tizen	43
3.3.4.	GPS	43
3.3.4.1.	Funcionamiento GPS	43
3.3.5.	Aplicaciones similares	44
3.3.5.1.	Seguimiento GPS	44
3.3.5.2.	inViu routes	44
3.3.5.3.	Localizador familiar - Life360	45
3.3.5.4.	Botón de Pánico AsT	46
4.	Método de trabajo	49
4.1.	Metodología de desarrollo	49
4.1.1.	¿Qué es Extreme Programming?	49
4.1.2.	Objetivos XP	51
4.1.3.	Variables de la programación Extrema	51
4.1.4.	Bases de XP	53
4.1.5.	Reglas y prácticas de XP	54
4.1.5.1.	Planificación	55
4.1.5.2.	Diseño	56
4.1.5.3.	Desarrollo	56
4.1.5.4.	Pruebas	57
4.2.	Aplicación de la metodología de desarrollo	58
4.3.	Evolución TFG	58
5.	Propuesta	63
5.1.	Evolución del proyecto	63
5.1.1.	Definición general	63
5.1.2.	Estudio previo y anteproyecto	64
5.1.3.	Implementación	65
5.1.3.1.	Versión I	65

5.1.3.2.	Versión II	71
5.1.3.3.	Versión final	73
5.1.4.	Documentación	78
6.	Resultados y costes	81
6.1.	Resultados	81
6.1.1.	Estadísticas del proyecto	81
6.1.2.	Pruebas	82
6.1.3.	Casos de estudio	82
6.2.	Costes	83
6.2.1.	Análisis, diseño y desarrollo	83
6.2.2.	Monetización	84
6.2.2.1.	Tipos de Apps Android	84
6.2.2.2.	Play Store	85
7.	Conclusiones	87
7.1.	Limitaciones encontradas	87
7.2.	Objetivos alcanzados	87
7.3.	Propuesta trabajo futuro	89
7.4.	Conclusión personal	91
A.	Evolución proyecto	95
B.	Segundo plano: ServiceMain	103
C.	Interfaz gráfica de CoMET	111
D.	Estadísticas horas desarrollo TFG	115
	Referencias	119

Índice de cuadros

Índice de figuras

1.1. Estructura proyecto	4
2.1. Toggl	13
2.2. Texpad	16
2.3. Macbook	17
2.4. Samsung	18
3.1. Evolución teléfonos móviles	35
3.2. Interfaz de Windows Phone	37
3.3. Comparativa Smartphone	38
3.4. Comparativa smartphone 2	39
3.5. Interfaz de iOS	40
3.6. Interfaz de android	41
3.7. Interfaz de Windows Phone	42
3.8. App Android: GPS Tracker	45
3.9. App Android: life 360	46
3.10. App Android: Botón de Pánico AsT	47
4.1. Ciclo de vida	52
4.2. Reglas metodología XP	55
4.3. Planificación Octubre 2014	59
4.4. Planificación Junio 2015	60
5.1. Pantalla inicio versión I	67
5.2. Pantalla configuracion versión I	68
5.3. Pantalla localización versión I	69
5.4. Rango distancia máxima	69
5.5. Logo CoMET	74
5.6. Pantalla inicio Versión Final	75
6.1. Tabla horas TFG	81

6.2. Tabla costes proyecto	84
A.1. Planificación Noviembre 2014	96
A.2. Planificación Diciembre 2014	97
A.3. Planificación Enero 2015	98
A.4. Planificación Febrero 2015	99
A.5. Planificación Marzo 2015	100
A.6. Planificación Abril 2015	101
A.7. Planificación Mayo 2015	102
C.1. Pantalla inicio Versión Final	111
C.2. Pantalla inicio versión Final	112
C.3. Pantalla inicio versión Final	112
C.4. Pantalla localización Versión Final	113
C.5. Pantalla stop Versión Final	113
D.2. Total horas por mes	116
D.3. Total horas TFG	116

Índice de códigos

5.1. Método cálculo distancia	67
5.2. Método envío mensaje de texto	70
5.3. Método control de tiempo	73
5.4. Método control de desorientación	75
5.5. Traducción a dirección postal	77
B.1. TransformPIB sin cabecera	103

Listado de acrónimos

SQL	Structured Query Language
ADT	Android Development Tools
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado
SDK	Software Development Kit
AAL	Ambient Assisted Living
RDBMS	Sistema Gestor de Base de Datos Relacional
Aml	Inteligencia Ambiental
TFG	Trabajo Fin de Grado
UCLM	Universidad de Castilla La Mancha
ESI	Escuela Superior de Informática
CoMET	Control de seguimiento de personas Mayores en Espacios abierTos
WYSIWYG	What You See Is Was You Get
SEN	Sociedad Española de Neurología
SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida
IoT	Internet of things
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TICC	Tecnologías de la Información, de la Comunicación y el Conocimiento
GPS	Global Positioning System
SO	Sistema Operativo
SSOO	Sistemas Operativos
XP	eXtreme Programming
BD	Base de Datos

Capítulo 1

Introducción

EN este capítulo introductorio se da una idea del contexto en el que se desarrolla el proyecto, así como del problema a tratar y una descripción general de la solución propuesta para dicho problema. Todo ello será especificado con más detalle en los siguientes capítulos que forman este documento.

1.1 Preámbulo

Hoy en día, nuestra sociedad asiste a un fenómeno demográfico del que no son ajenos otros países, el *envejecimiento de la población*. Esto se traduce a un aumento de la esperanza de vida que es debido, principalmente, a los avances médicos y tecnológicos, junto a una mayor calidad de vida. Este envejecimiento es un factor que en un futuro cercano se verá a un incremento del porcentaje de personas dependientes[VV12]. Además, el envejecimiento de la población lleva consigo un aumento de enfermedades crónicas [BG12] (cardiológicas, degenerativas, cáncer, cerebrovasculares, entre otras) que están aumentando la preocupación en nuestra sociedad.

Son muchas las patologías y enfermedades que se presentan en mayor medida en los mayores, siendo la *demencia* una de las principales causas de incapacidad en la tercera edad a largo plazo, lo que supone un importante problema de salud pública. La demencia es un síndrome -generalmente de naturaleza crónica o progresiva- caracterizado por el deterioro de la función cognitiva que es lo suficientemente grave como para reducir la capacidad de una persona para realizar las actividades cotidianas. Además, normalmente suele ir acompañado por el deterioro del control emocional, el comportamiento social o la motivación.

En nuestros días, es elevada la importancia que estas patologías reciben, de ahí, que sean cada vez más numerosos los proyectos pertenecientes al ámbito de Ambient Assisted Living (AAL)[Rev08]. AAL hace referencia a la aplicación del paradigma de la Inteligencia Ambiental (AMI) ¹ para promover y prolongar la vida independiente de los mayores, de las personas con diversidad funcional y de sus familiares.

¹La AMI [IV05] es un modelo de interacción en el que las personas estamos rodeados de un entorno digital consciente de nuestra presencia, sensible al contexto, que responde de manera adaptativa a nuestras necesidades y hábitos, para facilitarnos la vida diaria en el hogar, lugares de ocio y trabajo.

De ahí la importancia de que en nuestros días nos centremos en mejorar la vida de nuestros *mayores*, ayudándoles a que la pérdida de facultades no resulte tan abrumadora. De esta forma, en el mercado se pueden encontrar gran cantidad de aplicaciones que usan distintas tecnologías para ayudar y mejorar estos aspectos de la vida cotidiana.

La mayoría de estas aplicaciones se centran en aumentar la dependencia de pacientes con enfermedades, muchas de ellas, crónicas. *R. Hervás et al.* [RH13] con la ayuda del acelerómetro y la brújula del dispositivo móvil, muestra mediante realidad aumentada los objetos del entorno a la vez que el usuario se desplaza. De esta forma, proporcionan información sobre los objetos del entorno y cómo interactuar con ellos. Así pues, guían y dan soporte a las personas de edad avanzada en la realización de las actividades diarias.

J.M. Luna et Al. [JL12] presentan un sistema para orientar en el espacio y apoyar a las actividades diarias a través de puntos de interés o lugares ya conocidos, en los que las rutas a un destino se generan en base al contexto del usuario. Además, ofrece una vista de realidad aumentada que incluye información del contexto.

1.2 Motivación

Por desgracia, una de las personas más importantes de mi vida padece demencia senil. Esta persona es mi abuelo, el cuál desde pequeña ha estado siempre cerca de mí. Desde el día que le diagnosticaron esta enfermedad todo cambió en nuestras vidas. Poco a poco te das cuenta del deterioro de sus capacidades y cada día ocurre algo que te hace entristecer. No solo es tristeza, además, albergan sentimientos de impotencia al no poder hacer nada para poder remediarlo.

Cuando mi abuelo sale de casa la intranquilidad aparece en todos nosotros, en especial en mi abuela. Por lo que día a día, comienzas a plantear cuál sería la solución: ¿no dejarle salir sólo? Pero esto, es algo demasiado triste. Arrebatarse la independencia y autonomía de alguien es algo devastador y hace que personas como mi abuelo apresuren su enfermedad.

Durante el estudio de la asignatura Diseños Interactivos, (intensificación de Computación) se despertó una gran curiosidad ante el desarrollo de aplicaciones del ámbito de AMI, más en concreto, pertenecientes a AAL. En esta asignatura, el principal objetivo era desarrollar un proyecto individual que supliera alguna necesidad dentro de estos campos. Viendo algunos proyectos relacionados con estos campos surgió la idea de realizar un proyecto que ayudara en algún aspecto a los enfermos de demencia.

De ahí nació este trabajo, de la necesidad de ayudar a una persona tan importante para mí como es mi abuelo. Creo que esta propuesta podría dar cierta libertad a personas con estas enfermedades y así, juntos, poder mejorar y avanzar. De esta forma, la angustia ocasionada por la incertidumbre del paradero del enfermo sería solventada.

Para mí este TFG consiste en una meta personal, me siento en la obligación de ayudar

a mi abuelo. Él necesita seguir con su autonomía y su vida de antes. Y, a la vez, nosotros necesitamos un aumento de tranquilidad cada vez que el sale de casa. Con este proyecto siento que devuelvo a mis abuelos una poca tranquilidad, de esa que apenas ya les queda a causa de esta enfermedad.

1.3 Propuesta

Con este Trabajo Fin de Grado (TFG), se pretende servir de ayuda a personas mayores y enfermos de demencia, los cuales por culpa de su deterioro psíquico se desorientan con mucha facilidad. A su vez, los familiares y cuidadores de dichos enfermos pueden verse beneficiados, aumentando su tranquilidad en cada salida del mayor. De esta manera, se incrementará la autonomía del enfermo, aumentando así la calidad de vida de ambos.

Específicamente, en este trabajo, se realiza una propuesta para la notificación y el seguimiento de personas mayores en espacios abiertos. Así, como se ha especificado, cualquier mayor que haga uso de la aplicación podrá ser controlado por sus familiares o cuidadores cada vez que realice una salida de su vivienda. Gracias a ello, podrá desaparecer el miedo a su desorientación y pérdida del enfermo, sintiendo la seguridad de poder encontrarlo en todo momento.

Para poder hacer uso de este proyecto, el enfermo tan sólo deberá llevar un teléfono móvil encima, sin tener que realizar ninguna acción más. La aplicación, por sí sola deberá controlar los aspectos requeridos y en caso de no cumplirse alguno de ellos avisar al familiar asociado a ese teléfono. Por tanto, en caso de que exista una probabilidad de pérdida del anciano, la persona a cargo del mismo será avisada para la posible búsqueda, sabiendo el lugar en el que se encuentra.

En la siguiente Figura 1.1 se puede ver un esquema de lo que abarcará este proyecto.

1.4 Problemas asociados

La necesidad que se pretende suplir mediante el desarrollo del presente trabajo tiene una serie de problemas asociados, que se citan a continuación.

Uno de los principales inconvenientes de este TFG es la necesidad del uso del teléfono móvil por parte de los enfermos. Esta propuesta está orientada a personas con edad avanzada, las cuales, en muchos de los casos, no disponen de dispositivo móvil. De ahí, la importancia del problema, ya que sin él no podría llevarse a cabo la solución planteada. Sin embargo, en la actualidad, son cada vez más numerosos los mayores que poseen éste tipo de dispositivos, esperando que en un futuro muy cercano, sea insignificante el número de personas que no disponga de uno.

Además, no solo es necesario el uso del teléfono móvil, sino que, es imprescindible el uso de conexión a internet dentro de él. Ello requiere la contratación de una tarifa, por parte de la

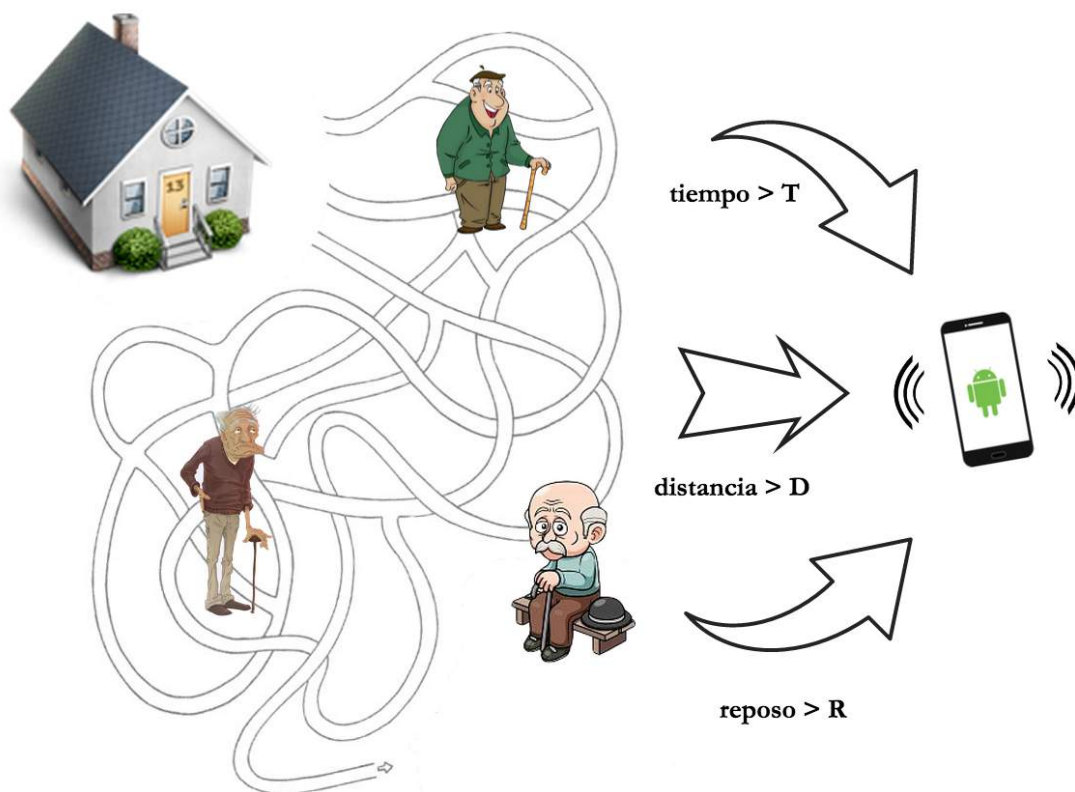


Figura 1.1: Estructura TFG

compañía telefónica deseada, para poder disponer de la conexión GPS necesaria para el fin de este trabajo. Por lo que, esto puede ser un inconveniente para alguna de las familias que no deseen sufragar con los gastos necesarios para poder hacer uso del servicio.

1.5 Aportaciones del TFG

En primer lugar, con esta propuesta, se conseguirá un incremento de autonomía del enfermo de demencia. Así, el mayor podrá salir de casa en cualquier momento sin tener que ir constantemente vigilado.

Por otro lado, la persona a cargo del anciano podrá darle la libertad deseada sin tener que controlar todos sus movimientos. El familiar podrá realizar otras actividades a la misma vez que el enfermo ha salido de casa y en caso de que se sobrepase alguno de los parámetros que él estableció será notificado. De esta manera, el familiar gana confianza ante la autonomía del mayor y libertad para poder realizar otras actividades.

1.6 Estructura TFG

Este documento ha sido elaborado según la normativa de TFG en la Escuela Superior de Informática (ESI) de la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM). Así, en esta sección

se indican los diferentes capítulos que forman este documento, junto con un breve resumen aclaratorio de su contenido.

Capítulo 1: Introducción

Capítulo en el que se encuentra en este instante. Éste está formado por el contexto del TFG, las motivaciones y los problemas asociados a su realización, así como, las aportaciones que ofrecerá.

Capítulo 2: Objetivos

Se describe la finalidad y justificación, con todo detalle, del presente documento. Se especifican los objetivos generales y específicos del TFG y por último, las herramientas y medios de trabajo utilizados.

Capítulo 3: Estado del arte

En este capítulo, se mostrará el estudio bibliográfico realizado sobre las referencias aportadas en el trabajo. Se explica, sin entrar en demasiada profundidad, qué es la demencia, así como sus principales síntomas. Posteriormente, se introduce el ámbito donde se enmarca este proyecto: Ambient Assisted Living; junto con proyectos importantes que guardan cierta similitud con CoMET.

Por último, se especifican un par de términos muy usados en nuestros días, en los que se enmarca este TFG: smartphone y app. En esta sección, se explica la evolución por la que han pasado los teléfonos móviles y la importancia de ellos en nuestros días. Además, se muestran apps similares a CoMET.

Capítulo 4: Método de trabajo

Aquí se describe la metodología de trabajo seleccionada para el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado: Programación Extrema.

En una de las secciones de este capítulo se da una descripción, sin mucho detalle, de la evolución que ha llevado este proyecto, pudiendo visualizar en un calendario las tareas desarrolladas, por orden temporal.

Capítulo 5: Propuesta

Se detalla la evolución que ha llevado este proyecto, explicándose detalladamente cómo se ha desarrollado cada una de las iteraciones que se han llevado a cabo. Se detallan las tres versiones por las que ha pasado CoMET.

Capítulo 6: Resultados y costes

Se detallan los resultados obtenidos por el sistema y una estimación del coste del proyecto.

Capítulo 7: Conclusiones

El último capítulo del presente documento muestra los problemas que se han encontrado para conseguir los objetivos, así como una descripción de los objetivos conseguidos y los aspectos que podrían mejorarse en proyectos futuros.

Además, en este capítulo se transmiten las conclusiones del autor del proyecto.

Capítulo 2

Objetivos

LA motivación principal del presente Trabajo Fin de Grado, titulado CoMET, surge de la necesidad de proporcionar autonomía y control a los enfermos de demencia. En este capítulo, se muestran los objetivos generales y específicos que se requieren para la realización de este trabajo, así como, las herramientas y medios de trabajo necesarios para su elaboración.

2.1 Objetivo general

Este proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de una aplicación Android [Anda] basada en la tecnología GPS, que proporcione la localización de la persona en el momento que no se cumplan los requisitos establecidos. CoMET permitirá a la persona mayor salir de casa de manera autónoma sin miedo a la desorientación o pérdida durante el paseo. De este modo, el mayor logrará una mayor independencia. A su vez, sus familiares o cuidadores podrán permanecer sin preocupaciones durante la salida del enfermo, sabiendo que, en el momento de que se superen los requisitos previamente establecidos, recibirán un mensaje con la localización del familiar.

2.2 Objetivos específicos

Para poder alcanzar el objetivo de este TFG, surgen una serie de objetivos específicos citados y explicados a continuación.

2.2.1 Seguimiento y monitorización de la persona mayor

Uno de los objetivos principales es el rastreo del enfermo en todo el recorrido del paseo, desde el momento en el que el mayor sale de casa hasta su llegada a la misma. Dicho rastreo se llevará a cabo mediante tres subobjetivos:

Seguimiento de la distancia recorrida

Desde el momento que el enfermo sale de su hogar, se comienza a contabilizar la distancia que el propio usuario lleva recorrida. Controlando así, que el mayor no sobrepase un rango previamente establecido.

Esta seguimiento de la distancia ayudará a que el familiar o cuidador del enfermo pueda estar seguro de la lejanía que toma el mayor desde el hogar.

Detección y medición de los tiempos de reposo

Se deberá detectar cuándo el anciano permanece en una misma posición un tiempo superior al establecido. De esta forma, se controla que el mayor no se ha quedado en una posición demasiado tiempo sin poder desplazarse.

Los enfermos de demencia se desorientan con gran facilidad, de esta forma, muchas veces, se quedan en un mismo punto para intentar reubicarse. Con este control del reposo, se controlarán situaciones así. En caso de ocurrir, no se prolongará en exceso el tiempo que el mayor permanece en esta fase de desorientación ya que el familiar estaría al tanto de lo ocurrido pudiendo ayudarlo a la vuelta al hogar.

Medición de la duración

Una vez que el mayor sale de casa comenzará el seguimiento del mismo, contabilizando el tiempo de la salida. Así, se controla que el enfermo no sobrepase unas cotas temporales previamente establecidas que el familiar haya creído necesarias.

Durante el seguimiento del enfermo durante el paseo, se contabiliza el tiempo que ha pasado desde la salida de la casa. Así, se comprueba que el paseo del anciano no sea más extenso del deseado por los familiares.

2.2.2 Detección de la pérdida o desorientación del mayor

Otro de los requisitos esenciales de esta aplicación será la detección de la posible desorientación del enfermo. Mediante un algoritmo diseñado por el propio autor de este TFG, se detecta cuándo el mayor está intentando llegar a casa sin conseguirlo. Se realiza un recuento de las veces que el enfermo entra en un rango cercano al lugar donde se localiza el hogar y cuando se sobrepase un número finito de veces establecido se procederá a informar al familiar.

El hecho de repetir varias veces la salida y entrada en el rango cercano al hogar nos muestra la incoherencia del camino realizado por el mayor. Así pues, puede verse una posible desorientación del mismo, pudiéndonos indicar la incapacidad de llegar a casa.

2.2.3 Envío de mensaje frente al incumplimiento de los requisitos

Cuando alguna de las restricciones impuestas se incumpla, ya sea por sobrepasar el rango o las temporalidades establecidas, como la posible desorientación, deberá enviarse un mensaje de manera automática. Dicho mensaje será enviado sin la intervención del mayor, es decir, él no tendrá conocimiento del envío de dicho mensaje.

En caso de enviarse el mensaje, éste contendrá información sobre la localización donde se

ubica la persona y el tipo de restricciones incumplidas, así como alguna recomendación.

2.2.4 Envío de dirección postal

Al realizarse el envío al familiar de la posición del familiar, no sólo valdrá con enviar la localización ya que ésta se especifica con una longitud y latitud, datos que no son relevantes para una persona. Se deberá realizar un cambio de la latitud y longitud a la dirección postal donde se encuentre el enfermo. De esta manera, esta información podrá ser de utilidad al familiar para proceder a la búsqueda del mayor.

2.2.5 Integración de los tres objetivos anteriores

Los objetivos específicos, citados anteriormente, se integran en una aplicación para dispositivos Android. CoMET se ejecutará en segundo plano cada vez que el enfermo salga de su hogar. De esta forma, el mayor no tendrá constancia del uso de esa aplicación ya que el único requisito necesario para el funcionamiento de la misma es que el mayor lleve el teléfono móvil encima.

2.3 Herramientas y medios de trabajo

En este apartado, se citan y especifican todas las herramientas y métodos de trabajo necesarios para la elaboración de este Trabajo Fin de Grado.

2.3.1 Lenguajes de programación

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema operativo elegido para el desarrollo de este TFG ha sido Android [Andb] . Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google respaldó económicamente y más tarde, en 2005, compró.

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles. Lo que lo hace diferente de otros sistemas operativos como iOS, Symbian y Blackberry OS, es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. El objetivo de Google era crear un sistema flexible y actualizable a diferencia de los dispositivos móviles y sistemas operativos que existían hasta la fecha.

Este sistema operativo diseñado para dispositivos móviles fue presentado en 2007 en *Open Handset Alliance*, consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles. Este consorcio de empresas dará a conocer Android, al ser un sistema abierto, y hará que sea su sistema operativo por excelencia obligando a sus miembros a que cada dispositivo desarrollado fuera compatible con Android.

Tiene una gran comunidad de desarrolladores creando aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. Dichas aplicaciones están disponibles en la tienda de aplicaciones oficial de Android: *Google Play*, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas

no oficiales. Como dato característico decir que, el primer teléfono móvil con el sistema operativo Android fue el HTC Dream y se vendió en octubre de 2008.

2.3.2 Medios Software

A continuación se muestran los medios software empleados para la elaboración de CoMET.

2.3.2.1. Desarrollo e implementación

Android Studio

Android Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE), basado en IntelliJ IDEA, creado por Google para el desarrollo de aplicaciones Android. Ofrece un sistema de generación basado en Gradle, dando una mayor flexibilidad al proceso de construcción de la aplicación. Permite ver los cambios en el diseño de la aplicación a medida que se va creando el archivo XML que define cada una de las pantallas de la aplicación (denominadas *Activities*), así como el resultado en distintos dispositivos que soporten este sistema operativo. Al haber sido desarrollado por Google, cuenta con soporte para su plataforma Cloud que facilita la integración con Google App Engine.

Este IDE, proporciona diversas ventajas frente al plugin Android Development Tools (ADT) de Eclipse. Por eso, Android Studio ha sido seleccionado para el desarrollo de CoMET. Puede descargarse en: [ASt]

Android SDK

Android Software Development Kit (SDK) es un kit de desarrollo necesario para programar e implementar todo tipo de aplicaciones para Android. Este paquete incluye las APIs de las diferentes versiones del sistema operativo y las herramientas necesarias para desarrollar las aplicaciones, probarlas y depurarlas.

SQLite

SQLite es un Sistema Gestor de Base de Datos Relacional (RDBMS). Lo que hace único a SQLite es que es considerado una herramienta embebida, mientras que la mayoría de los sistemas de gestión de bases de datos como Oracle, MySQL, y SQL Server son procesos de servidor autónomos que se ejecutan independientemente. SQLite es una librería que está enlazada dentro de las aplicaciones. Todas las operaciones de base de datos se manejan dentro de la aplicación mediante llamadas y funciones contenidas en dicha librería. De esta forma, es más fácil tratar con grandes bases de datos, en comparación con otras soluciones más convencionales. Se basa en el Lenguaje Estructurado de Consultas o Structured Query Language (SQL); el mismo lenguaje que utilizan la mayoría de RDBMS.

Por la facilidad de uso y los conocimientos previos sobre SQL se ha elegido SQLite como RDBMS para el desarrollo de este proyecto.

2.3.2.2. Gestión del proyecto

Las siguientes herramientas que se citan en este apartado han sido utilizadas para la gestión de este Trabajo Fin de Grado.

Toggl

Toggl es una herramienta que permite llevar un registro del tiempo que inviertes en diferentes tareas. Es un contador que puede ser asignado a diferentes tareas que pueden ser configuradas. A estas tareas se les puede añadir etiquetas, o incluirlas dentro de proyectos más generales, por ejemplo.

En este proyecto, Toggl ha sido utilizado para contabilizar y registrar el tiempo consumido para cada una de las tareas que lo forman, desde la implementación hasta la memoria. En la Figura 2.1, se puede apreciar un registro de algunas de las tareas correspondientes a la elaboración de este TFG.

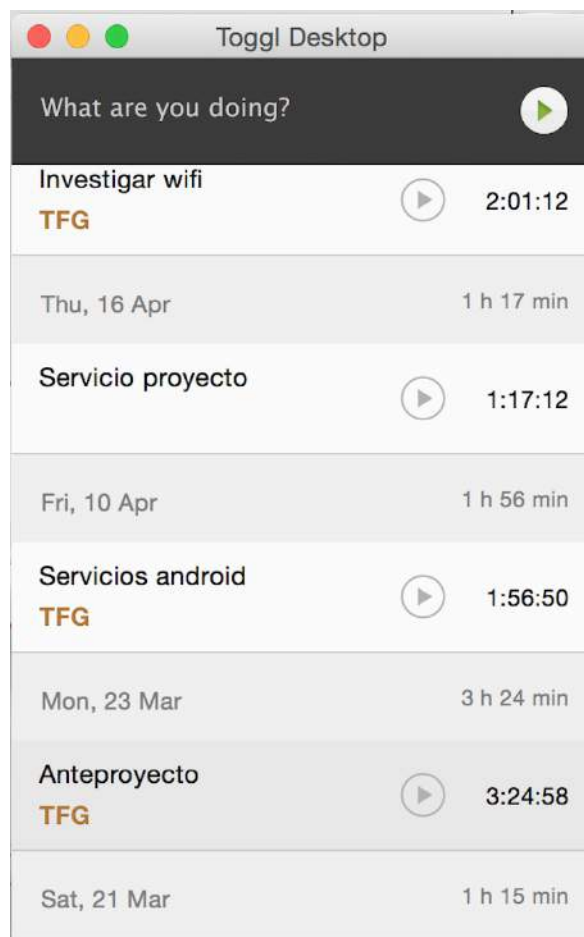


Figura 2.1: Toggl

Evernote

Evernote es una aplicación informática cuyo objetivo es la organización de información

personal mediante el archivo de notas. Existen versiones instalables para diversos sistemas operativos y una versión web.

Esta aplicación está disponible en las principales plataformas móviles, como son iOS, Android, Windows Phone 7 y Blackberry. También cuenta con versiones nativas para Windows y Mac, además de la versión web de Evernote [Eve]. Todas las notas, fotos, documentos, archivos de audio y páginas web guardadas en una de las versiones de Evernote se sincronizarán automáticamente en las otras plataformas que utilice el usuario. Por ello, para este proyecto se ha usado Evernote en las plataformas iOS (iPad e iPhone) y OS X (MacBook).

Evernote ha servido para la organización de las tareas a realizar en este TFG. En esta aplicación se especificaban los hitos que debían cumplirse y los plazos para ello, de esta forma, todo quedaba muy bien estructurado.

2.3.2.3. Almacenamiento en la nube

En la actualidad, es prácticamente necesario el almacenamiento de los datos en la nube. Este proyecto ha hecho uso de ello con la herramienta citada a continuación:

Dropbox

Servicio de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube, operando por la compañía Dropbox. El servicio permite a los usuarios almacenar y sincronizar archivos en línea y entre ordenadores y compartir archivos y carpetas con otros usuarios y con tablets y móviles. Existen versiones gratuitas y de pago, cada una de las cuales tiene opciones variadas.

El servicio *cliente de Dropbox* permite a los usuarios dejar cualquier archivo en una carpeta asignada. Ese archivo se sincroniza en la nube y en todas las demás dispositivos del cliente de Dropbox. Además, los archivos de cada usuario pueden ser compartidos con otros usuarios. Dropbox se centra en sincronizar y compartir archivos, dando soporte a ello también desde la web. Incluye, también, historial de revisiones, de forma que los archivos borrados de la carpeta pueden ser recuperados desde cualquiera de los dispositivos sincronizados. Guarda hasta las cuatro últimas versiones, por lo que se pueden recuperar versiones anteriores de un archivo que hayamos modificado.

Dropbox está disponible para Android, Windows Phone, Blackberry e iOS, habiéndose hecho uso de él desde iOS y Mac. Descargar y registrarse en: [Dro].

2.3.2.4. Documentación y memoria

Toda la documentación de este proyecto ha sido elaborada con las siguientes herramientas software:

L^AT_EX

Sistema de composición de textos, orientado a la creación de documentos escritos que presenten una alta calidad tipográfica. Por sus características y posibilidades, es usado de forma especialmente intensa en la generación de artículos y libros científicos que incluyen, entre otros elementos, expresiones matemáticas.

LaTeX presupone una filosofía de trabajo diferente a la de los procesadores de texto habituales (What You See Is What You Get (WYSIWYG)¹) y se basa en instrucciones. Tradicionalmente, este aspecto se ha considerado una desventaja. Sin embargo, LaTeX, a diferencia de los procesadores de texto WYSIWYG, permite a quien escribe un documento centrarse exclusivamente en el contenido, sin tener que preocuparse de los detalles del formato. Además de sus capacidades gráficas para representar ecuaciones, fórmulas complicadas, notación científica e incluso musical, permite estructurar fácilmente el documento lo cual brinda comodidad y lo hace útil para artículos académicos y libros técnicos.

Con LaTeX, la elaboración del documento requiere normalmente dos etapas: en la primera hay que crear mediante cualquier editor de texto plano un archivo o fichero fuente y la segunda etapa consiste en procesar este archivo. Si se desea añadir o cambiar algo en el documento, se deberán hacer los cambios en el archivo fuente y procesarlo de nuevo.

Texpad

Texpad es un editor de LaTeX para la elaboración directa de proyectos de cualquier tamaño. Está diseñado para su uso en Mac, iPad e iPhone.

Una de sus principales características es el diseño de ventana única, incluyendo en ella un esquema del documento, el editor y el documento resultante. El esquema del documento hace que se pueda navegar a través de él de una manera rápida, incluso en documentos de gran extensión. Además, la resolución de errores se realiza de manera más rápida, contiene función de autocompletado de comandos automático. Puede descargarse en: [Tex].

En la Figura 2.2 puede apreciarse el empleo de Texpad para la elaboración de la memoria. Se puede ver la estructura comentada anteriormente, es decir, un esquema de las partes que forman la memoria, el editor y el .pdf resultante. Dicha aplicación ha servido de gran ayuda para la redacción de toda la documentación requerida para este trabajo.

draw.io

Herramienta que permite elaborar diagramas online sin necesidad de instalar el programa en nuestro PC. Contiene una interfaz sencilla y muy fácil de usar, además es una herramienta bastante completa. Puede verse en: [Dra].

Con esta aplicación, se pueden diseñar todo tipo de diagramas. Dispone de una gran va-

¹En castellano, «lo que ves es lo que obtienes».

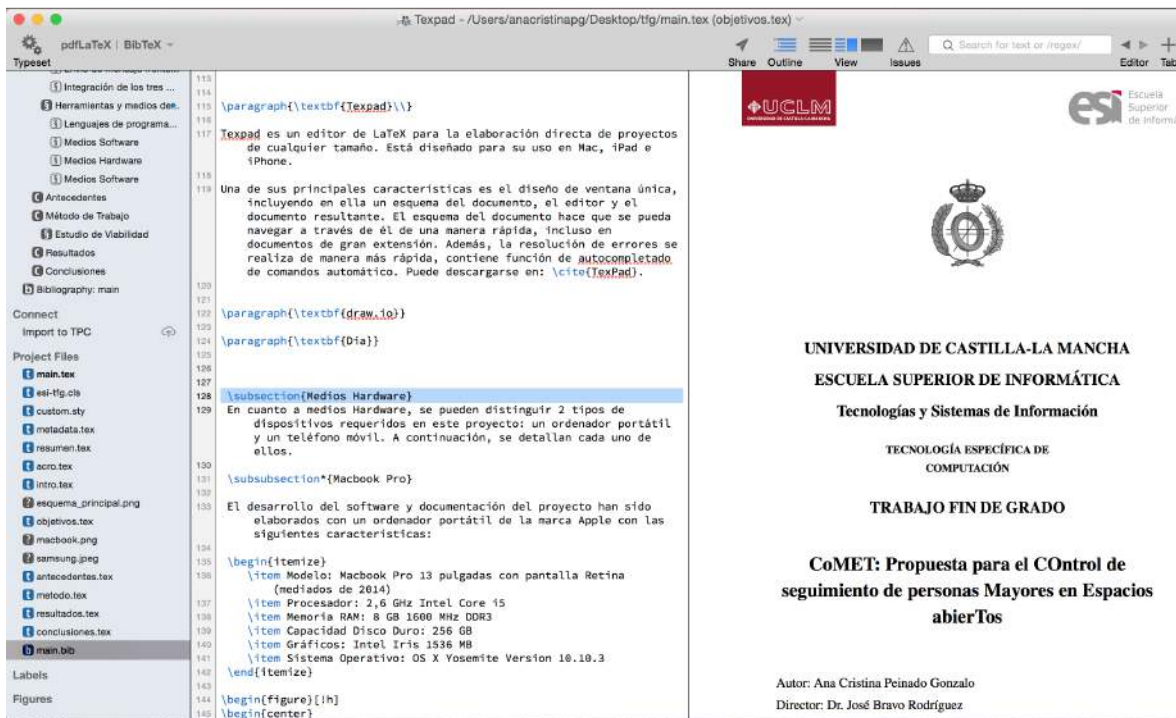


Figura 2.2: Editor de LaTeX: TeXpad

riedad de formas y diseños predeterminadas que luego podemos moldear a nuestro gusto. Permite agregar rápidamente imágenes externas.

Se ha elegido Draw.io para la elaboración de las imágenes de este Trabajo Fin de Grado por la sencillez de la propia aplicación. Además de ser totalmente gratuita, no necesita registro previo. Los trabajos realizados en ella pueden ser guardados en formato .xml, para su posterior modificación, o exportados en algún formato de imagen.

Pixabay

Pixabay es un banco de imágenes de uso libre mediante la web. Dispone de miles de imágenes que pueden ser utilizadas de forma libre y sin problemas. Contiene imágenes de todo tipo y sector. Es una aplicación muy útil para el desarrollo de la memoria de este proyecto.

2.3.3 Medios Hardware

En cuanto a medios Hardware, se pueden distinguir 2 tipos de dispositivos requeridos en este proyecto: un ordenador portátil y un teléfono móvil. A continuación, se detallan cada uno de ellos.

Macbook Pro

El desarrollo del software y documentación del proyecto han sido elaborados con un ordenador portátil de la marca Apple con las siguientes características:

- Modelo: Macbook Pro 13 pulgadas con pantalla Retina (mediados de 2014)
- Procesador: 2,6 GHz Intel Core i5
- Memoria RAM: 8 GB 1600 MHz DDR3
- Capacidad Disco Duro: 256 GB
- Gráficos: Intel Iris 1536 MB
- Sistema Operativo: OS X Yosemite Version 10.10.3



Figura 2.3: Ordenador portátil Macbook Pro

Samsung Galaxy S4

El uso de un teléfono móvil con sistema operativo Android ha sido por la necesidad de realizar todo tipo de pruebas y depuración de la aplicación realizada en este TFG.

- Modelo: GT-I9505
- Memoria RAM: 2 GB
- Memoria Interna: 16 GB
- Pantalla: Full HD Super AMOLED
- Version Android: Android KitKat 4.4.4



Figura 2.4: Teléfono móvil Samsung Galaxy S4

Capítulo 3

Estado del arte

EN este capítulo se realizará un estudio acerca del estado del arte en las áreas de trabajo vinculadas directamente con la temática del presente Trabajo Fin de Grado. En concreto, se estudiarán la enfermedad de la demencia y el ámbito donde se localiza este proyecto, Ambient Assisted Living (AAL).

3.1 Demencia

La Organización Mundial de la Salud define la demencia como un “síndrome debido a una enfermedad del cerebro, generalmente de naturaleza crónica o progresiva, en la que hay déficits de múltiples funciones corticales superiores, entre ellas la memoria, el pensamiento, la orientación, la comprensión, el cálculo, la capacidad de aprendizaje, el lenguaje y el juicio. La conciencia permanece clara. El déficit cognoscitivo se acompaña de deterioro del control emocional, del comportamiento o de la motivación”. Estas pérdidas son mayores que en el envejecimiento normal y de entidad suficiente como para afectar a las actividades cotidianas que la persona realizaba previamente. Los médicos consideran que la demencia es un síndrome, no una enfermedad, siendo éste un conjunto de signos y síntomas.

La demencia afecta al 2% de las personas a partir de los 65-70 años, y al 20% de los mayores de 80 años. Se ha convertido en la principal causa de incapacidad a largo plazo en la tercera edad, lo que supone un importante problema de salud pública, teniendo en cuenta el incremento de la esperanza de vida en las sociedades desarrolladas.

Pero, no solo es una enfermedad que afecta a personas mayores de 65, sino que también existen casos, aunque extraños, de pacientes con edades inferiores a ésta. Por ello, se puede reconocer que la demencia es de inicio tardío o senil, si los problemas cognitivos se inician a partir de los 65 años, y de inicio precoz o presenil, iniciada por debajo de los 65 años.

A continuación, se detallan los síntomas, causas, tratamiento y tipos de demencia que existen.

3.1.1 Síntomas

Los síntomas de la demencia son, como ya se ha citado, principalmente cognitivos, relativos a memoria, lenguaje, habilidades para el cálculo y toma de decisiones, entre otros. Pero

también, existen otros factores como son: trastornos de conducta (indiferencia, depresión, irritabilidad, agresividad, comportamiento inapropiado, delirios, alucinaciones), alteración funcional (repercusión en el trabajo, en la vida social y familiar, pérdida de autonomía para la higiene y el vestido), trastornos del sueño, del apetito o continencia urinaria.

Como se puede apreciar, son diversos los síntomas que pueden padecer las personas con demencia. De ahí, la importancia que este *síndrome* tiene en la actualidad, junto con el elevado número de casos existentes.

3.1.2 Causas de demencia

Las demencias pueden ser *degenerativas*, cuando se produce una muerte progresiva e irreversible de las neuronas (como en el caso de la enfermedad de Alzheimer), y *no degenerativas* cuando la pérdida de neuronas puede detenerse, como en el caso de la demencia causada por el abuso de alcohol, donde la pérdida de neuronas finaliza cuando el paciente deja de consumir alcohol (aunque no recupere las neuronas que ya han sido destruidas). También pueden considerarse primarias cuando la demencia es, en sí misma, el principal trastorno que presenta el paciente; y secundarias, cuando el deterioro de las funciones intelectuales se produce a consecuencia de otros factores como un trauma craneoencefálico, una intoxicación por alcohol, fármacos o drogas, un déficit de vitaminas, o la demencia está asociada a otra patología (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) y párkinson, entre otras).

i

- Enfermedad de Alzheimer (50-90 %).
- Infartos cerebrales múltiples (5-10 %)
- Alcoholismo (5-10 %).
- Trastornos endocrino-metabólicos, como el hipotiroidismo y la deficiencia de vitamina B12.
- Alteraciones cerebrales, como neoplasias, hematomas...
- Otras enfermedades degenerativas, como la de Pick, párkinson, Huntigton.
- Infecciones del SNC.

La mayoría de las demencias son irreversibles y no tienen cura, aunque se pueden tratar los síntomas acompañantes. Es muy importante averiguar si la causa de la demencia es tratable, ya que aproximadamente un 10 % de las demencias son reversibles si se tratan a tiempo, en otro 10 % se puede detener la evolución de la enfermedad, y otro 10 % se debe a causas psiquiátricas (pseudodemencias).

3.1.2.1. Causas tratables

Algunas de las causas tratables de la demencia son:

- Demencias vasculares, debidas a un riesgo sanguíneo cerebral insuficiente.
- Demencias postraumáticas.
- Demencias a consecuencia del abuso del alcohol.
- Enfermedades metabólico-carenciales: alteraciones tiroideas, déficit de vitamina B12, folato y vitamina B1, alteraciones en la regulación del calcio, ...
- Enfermedades inflamatorias e infecciosas, como la meningitis, sífilis, vasculitis...
- Procesos intracraneales.
- Depresión.

3.1.2.2. Causas no tratables e irreversibles

En el peor de los casos, se pueden tener síntomas irreversibles. En caso de padecerlos, no pueden ser tratables, aumentando con el paso del tiempo. Las causas no tratables son:

- Enfermedades degenerativas.
- Enfermedades infecciosas, como el SIDA.

3.1.3 Diagnóstico de la demencia

El diagnóstico es principalmente clínico: es fundamental que el médico elabore una completa historia clínica, e indague sobre los posibles antecedentes familiares.

La mayoría de las demencias se deben a procesos degenerativos, pero la pérdida de masa cerebral (atrofia cerebral) no es sinónimo de demencia.

Las pruebas que deben realizarse de forma sistemática para diagnosticar una demencia son:

- Análisis de sangre.
- Pruebas cognitivas: permiten establecer el grado de deterioro que presenta el paciente, distinguir entre demencias, deterioro cognitivo ligero, depresión y normalidad.
- Pruebas radiológicas (escáner o resonancia magnética craneales).

En casos complejos o de diagnóstico incierto puede ser que se precisen otras pruebas más complejas, que se realizan habitualmente en centros especializados.

La pérdida de memoria es el signo temprano más habitual, pero suele achacarse a la edad o se infravalora su importancia, por lo que desde el comienzo de los síntomas hasta que el paciente es diagnosticado a veces llegan a transcurrir años. Los familiares suelen ser los primeros en detectar que existe un problema, por eso es recomendable que consulten con un especialista si observan algún comportamiento sospechoso en sus seres queridos.

3.1.3.1. Demencia hereditaria

Uno de los temas que más pueden preocupar a los familiares de los enfermos de demencia es saber si dicha enfermedad es hereditaria. La mayor parte de los casos de demencia no lo son, si bien el hecho de tener antecedentes en la familia puede aumentar ligeramente el riesgo de padecerla en un futuro. Sólo un pequeño porcentaje de los casos de demencia está causado por alteraciones en los genes. Esos casos sí son hereditarios y se transmiten de padres a hijos con un 50 % de probabilidad de que cada hijo la padezca.

En casos de Alzheimer de inicio precoz (menos de 65 años), con familiares de primer grado también afectados; en casos de degeneración lobular frontotemporal con familiares de primer grado afectados o en casos de enfermedades priónicas, deben realizarse estudios genéticos siempre que el afectado o sus familiares así lo deseen. En esos casos se recomienda que el paciente y su familia sean derivados a centros especializados en consejo genético.

3.1.4 Tratamiento de la demencia

Existen algunas demencias que se pueden curar, en ese caso, el tratamiento irá enfocado a curar la enfermedad o eliminar el problema que ha causado la demencia (abuso de alcohol, tumor cerebral, trastorno metabólico, por ejemplo). Sin embargo, en aquellos casos en los que se trate de un proceso degenerativo e irreversible, el objetivo del tratamiento será aliviar los síntomas de la enfermedad, y debe ser personalizado dependiendo del tipo de demencia y de los síntomas que manifieste el paciente.

El tratamiento de otras afecciones, asociadas o no a la demencia, como la anemia, la depresión, las deficiencias nutricionales, los trastornos tiroideos o las infecciones, también pueden mejorar o reducir los síntomas propios de la enfermedad.

En general, se suelen emplear algunos medicamentos para controlar los problemas de conducta derivados de la pérdida de las capacidades cognitivas del paciente, que tienen como fin reducir la confusión, la impulsividad, la ansiedad, e incluso la agresividad de los pacientes como: antipsicóticos, antidepresivos, sedantes o neurolépticos, ansiolíticos, benzodiazepinas.

Es importante tener en cuenta que los pacientes con un deterioro cognitivo leve no tienen por qué desarrollar demencia. Sin embargo, el pronóstico de los pacientes con demencia no es bueno, ya que suelen ir empeorando con el paso del tiempo y sufrir un deterioro físico que reduce considerablemente su calidad y esperanza de vida.

3.1.5 Tipos de Demencia

Existen diversos tipos de demencia, difiriendo entre ellos. Los más habituales se presentan a continuación.

3.1.5.1. Alzheimer

La enfermedad del Alzheimer es una patología neurodegenerativa cerebral, progresiva e irreversible. Afecta de forma difusa a las neuronas de la corteza cerebral y otras estructuras adyacentes, y lleva a una degeneración de la función cognitiva y a trastornos conductuales.

Se caracteriza por un deterioro de la capacidad del sujeto para controlar sus emociones, desenvolverse en su entorno de acuerdo a unas pautas de conducta normales, y coordinar adecuadamente sus movimientos y memoria, entre otros trastornos.

Se trata de la forma más común de demencia (supone el 60 % de todos los casos de demencia), y afecta a cerca de 36 millones de personas en todo el mundo. La prevalencia alcanza al menos de 30 % de la población que supera los 85 años. Siendo mujeres cerca del 70 por ciento de los afectados de entre 65 y 90 años.

Además, debido al incremento en la esperanza de vida, se calcula que el número de personas con Alzheimer se triplique en los próximos 40 años, llegando a padecerla unos 113 millones de personas, de ellos 1,5 en España, según datos de la Sociedad Española de Neurología (SEN) [SEN].

Los principales factores relacionados con el desarrollo de la enfermedad son la edad y la historia familiar de enfermedad de Alzheimer. La exposición a determinadas sustancias, como el tabaco, también parece favorecer su aparición.

Por el contrario, una ingesta de alcohol moderada, el ejercicio físico a edades medias y una vida social activa, se han asociado a un menor riesgo de desarrollar la enfermedad en diferentes estudios.

Al ser un trastorno que puede venir asociado a distintas causas, se pueden diferenciar tres tipos de alzhéimer:

- **Alzhéimer familiar.** Este tipo de alzhéimer se caracteriza por iniciarse de forma temprana, es decir, antes de los 60 años. Este tipo de alzhéimer viene dado por mutaciones en genes que llevan a un acúmulo anormal de la proteína *beta amiloide*, principal componente de las placas seniles. El tipo de Alzheimer familiar es raro.
- **Alzhéimer asociado al síndrome de Down:** debido a la trisomía del cromosoma 21, las personas con este síndrome presentan exceso de proteína precursora de amiloide, lo que favorece que su metabolismo lleve a una acumulación de los fragmentos causantes de la placa senil. En individuos con síndrome de Down se pueden encontrar casos de alzhéimer a partir de los 12 años.
- **Alzhéimer asociado a la edad:** aunque esta enfermedad no es consecuencia del envejecimiento, afecta al 5-7 % de las personas mayores de 65 años. Existen más de 70 genes cuya presencia en el organismo puede favorecer la aparición de alzhéimer

asociado con la edad.

Síntomas del Alzheimer

Los primeros síntomas del alzhéimer abarcan un amplio rango de trastornos cognitivos y conductuales. Muchos de los signos que podemos observar en las etapas más precoces de la enfermedad pueden ser fácilmente confundidos con los signos típicos del envejecimiento, por lo que conviene conocerlos y saber diferenciarlos.

Uno de los más claros que suelen asociarlo a este tipo de demencia pero también con la vejez podría ser el comenzar a olvidar cosas, actividades que iba a hacer o nombres de personas.

Los primeros síntomas del alzhéimer son:

- Pérdida de memoria y concentración: cambio de lugar o pérdida de objetos importantes, dificultad para tomar decisiones rutinarias, confusión acerca de cómo llevar a cabo tareas cotidianas, entre otras.
- Humor y conducta: cambios de humor impredecibles, progresiva pérdida de interés por el entorno, depresión, angustia, etc.

Además, algunos de los síntomas tardíos de esta enfermedad son:

- Lenguaje y discurso: dificultad para completar frases o encontrar las palabras adecuadas, incapacidad para entender el significado de las palabras, conversación reducida o irrelevante.
- Movimientos y coordinación: movimientos y coordinación marcadamente deteriorados, incluyendo lentitud de movimientos, marcha renqueante y sentido del equilibrio disminuido.

La duración de la enfermedad oscila entre los 5 y los 20 años, y una vez que se diagnostica, la esperanza de vida se reduce a la mitad.

Tratamiento del Alzheimer

El alzhéimer es una enfermedad para la que actualmente no se conoce cura. No es posible frenar su avance ni restaurar las funciones deterioradas. Los fármacos que se encuentran en el mercado hoy en día están destinados a retardar la evolución de la enfermedad, reducir los síntomas (depresión, síntomas psicóticos, trastornos del sueño,...), mejorar la función cognitiva y frenar ciertos procesos metabólicos, que se cree aceleran el proceso degenerativo.

3.1.5.2. Demencia fronto-temporal (Enfermedad de Pick)

Es una alteración degenerativa, que se caracteriza por la presencia de sustancias anómalas, que se conocen como cuerpos y células de Pick, en el interior de algunas neuronas que se

localizan en los lóbulos frontal y temporal.

Suele afectar a pacientes en las edades medias de la vida: así, es de las demencias más frecuentes en los pacientes con edades comprendidas entre los 45 y 65 años.

Suele ser una demencia que progresa despacio, y la principal alteración clínica se encuentra en la esfera de la personalidad. Los síntomas más llamativos son los citados:

- Dificultades en las relaciones sociales, que conduce al aislamiento.
- Comportamiento compulsivo e inadecuado en diversos ambientes.
- Alteraciones en el control de las emociones.
- Alteración del lenguaje desde las etapas tempranas de la enfermedad, que puede ser el primer síntoma notable.
- Deterioro de la capacidad para leer y escribir, así como disminución del vocabulario.
- Cambios bruscos en el estado de ánimo.
- Rigidez muscular.
- Las alteraciones de la memoria reciente y la capacidad de aprendizaje son usuales.

El diagnóstico se basa en los síntomas que presenta el paciente, ya que el comportamiento compulsivo y las alteraciones emocionales son evidentes desde el principio de la enfermedad. No se conoce cura para esta enfermedad, que llega a incapacitar totalmente al paciente. En su tratamiento se emplean antidepresivos y antipsicóticos para controlar los altibajos emocionales del enfermo, así como aquellos fármacos que contribuyan a aliviar otros trastornos asociados como problemas nutricionales y tiroideos, depresión, infecciones, anemia, etc.

3.1.5.3. Demencia vascular

Las demencias vasculares son debidas a un accidente cerebrovascular que provoca que la circulación deje de regar una parte del cerebro, lo que causa la muerte de las neuronas afectadas.

Esta es una de las pocas demencias que se pueden prevenir, evitando o controlando factores de riesgo como la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia, que puede producir aterosclerosis, o la diabetes, para reducir así las posibilidades de padecerla en el futuro.

De hecho, existen estudios que demuestran que un correcto tratamiento de la hipertensión arterial disminuye la aparición de deterioro cognitivo y el riesgo de demencia.

3.1.5.4. Demencia multiinfarto

Esta demencia se debe a múltiples infartos o embolias cerebrales, que pueden ser asintomáticos, y que dejan áreas infartadas residuales.

Su inicio suele ser brusco, sobre todo si ocurre tras uno de estos infartos, y suele haber sintomatología neurológica acompañante como secuela del accidente isquémico.

3.1.5.5. Enfermedad de Binswanger

Subtipo de demencia vascular que se debe a la hipertensión arterial y a la aterosclerosis, por lo que también se conoce como *encefalopatía subcortical arteriosclerótica*.

Esta demencia se debe a la degeneración de la sustancia blanca del cerebro a causa de la oclusión de los vasos sanguíneos cerebrales, que limita la cantidad de sangre que llega al cerebro en general, y a la sustancia blanca en particular. Las células cerebrales, privadas de oxígeno, se deterioran y mueren, lo que origina la demencia.

Los factores de riesgo que incrementan las posibilidades de aparición de este trastorno son:

- Hipertensión arterial
- Aterosclerosis (endurecimiento de los vasos sanguíneos).
- Enfermedades cardiovasculares
- Diabetes

Los síntomas suelen presentarse poco a poco, empeorando de forma progresiva aunque, en ocasiones, se estabilizan e incluso mejoran. Algunas de las manifestaciones principales de esta enfermedad son: alteración de la marcha (más lenta e inestable), pérdida de memoria, deterioro progresivo de las facultades intelectuales cognoscitivas y motoras, dificultades para expresarse, depresión, ...

El diagnóstico se determina mediante prueba como la resonancia magnética. A día de hoy no se conoce cura para esta enfermedad, y los fármacos que se administran al paciente tienen como objetivo controlar las patologías asociadas.

3.1.5.6. Demencia por cuerpos de Lewy

Es la tercera causa de demencia en las personas ancianas, después de la enfermedad del Alzheimer y la demencia vascular y, como su nombre indica, la característica típica es la presencia de los denominados cuerpos de Lewy, que son depósitos anormales de proteína repartidos por todo el cerebro, que inciden sobre las funciones de ciertos neurotransmisores, alterando la percepción, el pensamiento y la conducta de los afectados.

Los síntomas más característicos son: el deterioro cognitivo lentamente progresivo, las alucinaciones visuales, así como las alteraciones del sueño, alteraciones en el estado de ánimo y el comportamiento (tristeza, depresión, ira, falta de iniciativa,...), posibilidad de alucinaciones auditivas, olfativas, táctiles y gustativas. Además, el paciente puede tener temblores y otros síntomas como debilidad, rigidez muscular y marcha inestable, que haga posible que

en ocasiones el diagnóstico diferencial de la enfermedad de Parkinson.

El diagnóstico incluye exploraciones físicas y neurológicas que eavalúen la capacidad funcional y expresiva del paciente, su memoria, y otras habilidades.

No se conoce cura para este tipo de demencia y el tratamiento debe ser personalizado porque la enfermedad provoca sensibilidad a determinados fármacos.

3.2 Ambient Assisted Living

Esta sección trata de definir el marco de referencia donde se ubica CoMET, es decir, se explica qué es Vida Asistida por el Entorno. Pero, para ello, primero debe explicarse qué es la Inteligencia Ambiental ya que AAL se enmarca dentro de este ámbito.

3.2.1 ¿Qué es Inteligencia Ambiental?

La Inteligencia Ambiental (AMI) ha sido descrita desde distintas perspectivas, desde un punto de vista psicológico, y otro más tecnológico. Desde el primer punto de vista se puede definir como " el soporte eficaz y transparente para la actividad de los sujetos a través del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones". Desde el punto de vista tecnológico, se describe la AMI como " inteligencia omnipresente y transparente en un entorno vigilado que soporta las actividades e interacciones de los usuarios". [yDLdIGdA08]

La visión principal de la Inteligencia Ambiental presenta al usuario rodeado de interfaces inteligentes e intuitivas, integradas en los objetos cotidianos de su entorno de forma transparente. Estas interfaces poseen capacidad para reconocer la presencia de diferentes usuarios, y modificar su comportamiento en función de la identidad de dicho usuario, sus necesidades y las características del contexto o entorno donde se encuentren.

Su gran relevancia reside en los importantes cambios que, a no muy largo plazo, implicarán sus resultados en la vida diaria de las personas. La visión de la Inteligencia Ambiental consiste en la creación de espacios donde los usuarios interacción en de forma natural y sin esfuerzo con los diferentes sistemas, gracias a que las tecnologías de computación y comunicación se convierten, en estos entornos, en invisibles para el usuario, al estar siempre presentes e integradas en los objetos cotidianos del mismo. De esta forma, es la propia tecnología la que se adapta a los individuos y a su contexto, actuando de forma autónoma y facilitando la relación de sus tareas diarias y la comunicación entre ellos y con el entorno.

Esta visión ha despertado un creciente interés por utilizar las tecnologías de la computación en la construcción de sistemas que soporten las actividades de la vida diaria de forma más eficiente. Mayoritariamente, actividades relacionadas con el control del hogar, la educación, el trabajo o la salud.

3.2.1.1. Objetivos de la AmI

El objetivo final de la Inteligencia Ambiental es facilitar y mejorar la vida de las personas recogiendo grandes volúmenes de información, analizándolos y dando un entorno exclusivo personalizado mejor adecuado a sus ocupantes.

Hace falta destacar que dado que estos sistemas poseen gran cantidad de información acerca de los usuarios de los entornos y de sus contextos, se deberán tener en cuenta ciertas medidas de seguridad y privacidad, pues sin estos últimos requisitos el desarrollo de la AMI no será exitoso.

En definitiva, gracias a la Inteligencia Ambiental conseguiremos el bienestar para el ciudadano y una nueva relación más amigable, racional, productiva, sostenible y segura del individuo con su entorno.

3.2.1.2. Componentes tecnológicos

Desde un plano más científico, se analizan a continuación los cuatro atributos fundamentales que caracterizan un sistema AMI son:

- Computación ubicua
- Comunicación ubicua
- Interfaces de usuario intuitivas e inteligentes
- Conciencia del contexto

Estos componentes son descritos con más detalle a continuación.

Computación Ubicua

La computación ubicua es la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados.

Se integran los dispositivos alrededor de escenarios donde se encuentre localizado al ser humano, en el que éste puede interactuar de manera natural con sus dispositivos y realizar cualquier tarea diaria de manera completamente transparente con respecto a sus computadores.

Aquí aparece el término Internet of things (IoT) es una idea basada en la existencia de una capa de conectividad digital para cosas existentes, donde la palabra "cosas" se refiere a todo tipo de objetos cotidianos, e incluso a sus componentes.

Se espera que IoT traiga consigo beneficios, en el corto plazo, en aspectos como: optimización de la cadena de abastecimiento, efectividad de costos, mejoras en las experiencias de los consumidores, y beneficios en aspectos de seguridad y servicios de emergencia.

Comunicación ubicua

El término ubicuo aplicado a las comunicaciones implica que ésta se puede realizar de forma instantánea, cómoda, sencilla y siempre con las máximas garantías de seguridad. Una característica fundamental es la posibilidad de tener garantía de cobertura con todos los sistemas móviles de comunicaciones (sistemas celulares, redes locales inalámbricas, sistemas fijos inalámbricos y comunicaciones a través de satélites).

Se desea poder comunicar todos los dispositivos de nuestro entorno entre si, para conseguir mayor número y calidad de servicios.

Interfaces de usuario intuitivas e inteligentes

Se da una evolución de una interacción explícita a una interacción implícita. Este tipo de interacción supone un cambio ya que es un tipo de interacción que se hace intuitiva para el usuario, no teniendo que pensar expresamente a cada momento el significado de cada acción.

Se deben ofrecer servicios de forma natural, sin esfuerzo y llegando a más personas (discapacitados, tercera edad, niños, etc).

Conciencia del contexto

El entorno es sensible a su circunstancia y a los elementos que la determinan. Esta sensibilidad se implementa mediante sensores, que permiten percibir el entorno.

El sistema debe poder dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿**Dónde** estamos?
2. ¿Con **quién** estamos?
3. ¿A **qué** servicios tenemos acceso?
4. ¿**Cómo** acceder y ofrecer los servicios?

El **cuándo** viene definido por el contexto, ya que definirá cuándo podremos acceder a determinados servicios, que siempre serán los más interesantes para cada situación. De esta forma, no se satura al usuario con un número alto de servicios ya que sólo se le ofrecen cuando los necesite.

3.2.2 Vida Asistida por el Entorno (AAL)

Ambient Assisted Living (AAL) o Vida Asistida por el entorno hace referencia a la aplicación del paradigma de la Inteligencia Ambiental para promover y prolongar la vida independiente de las personas mayores, de las personas con diversidad funcional y de sus familiares.

AAL es el concepto que engloba todos los retos tecnológicos en el contexto de la AMI, orientados a proporcionar soluciones fáciles de usar, accesibles, asequibles, sostenibles y eficientes que mejoren el nivel de independencia, promuevan las relaciones sociales, aseguren la inmersión en los ambientes y mejoren los estados físico y psicológico de la persona. A nivel práctico, AAL se refiere a los ambientes tecnológicos sensibles y capaces de responder a la presencia de las personas y de ofrecer proposiciones de asistencia para mantener un estilo de vida independiente.

AAL tiene como objetivo fundamental mejorar la calidad de vida de las personas en 3 factores principales:

1. **Salud.** Controlar la salud de las personas desde su entorno diario para prevenir, detectar de manera temprana y gestionar eficientemente posibles enfermedades sin necesidad de acudir a un hospital o centro especializado.
2. **Seguridad** Aumentar el nivel y sensación de seguridad de las personas para favorecer su autonomía e independencia.
3. **Bienestar** Buscar el bienestar para el ciudadano y conseguir una nueva relación más amigable, racional, productiva, sostenible y social del individuo con su entorno.

En esta última década, el campo de AAL ha proliferado de una manera exponencial. El principal factor impulsor de dicho crecimiento es el envejecimiento de la población. Es un hecho contrastado que la edad media de la población mundial está aumentando a medida que la esperanza de vida es cada vez mayor.

El envejecimiento de la población se traduce en un aumento de los costes de asistencia social y sanitaria. En efecto, la población se verá afectada por un creciente número de pacientes que padecerán algún tipo de enfermedad crónica en las sociedades mundiales y europeas. La prevención, detección temprana y gestión eficiente de estas enfermedades a través de AAL contribuirán a la reducción de costes en los sistemas de salud y asistencia social, además de mejorar la calidad de vida de nuestros mayores permitiendo entre otras prioridades extender el tiempo que puedan vivir de manera autónoma en sus hogares.

Las TIC pueden ayudar al campo de AAL a hacer sostenibles los sistemas de asistencia sanitaria y social, reduciendo sus costes, aumentando su eficiencia y mejorando la calidad de vida de las personas mayores tanto en el hogar como en su entorno cercano (trabajo, comunidad, etc.).

3.2.2.1. Importancia estratégica

El campo del Ambient Assisted Living ha contribuido en la última década a mejorar la calidad de vida de las personas, en especial de nuestros mayores, a través del uso de las TIC. Forma por lo tanto, y cada vez más, parte de nuestro día a día.

Como consecuencia de ello, en Junio de 2007 la Comisión Europea adoptó el Programa Conjunto "*Ambient Assisted Living Joint Programme*", un programa de I+D implementado por 20 países miembros de la UE y 3 estados asociados que, además de la aportación financiera de dichos Estados, cuenta con fondos adicionales de la Comunidad Europea. Su actividad más importante es la publicación periódica de convocatorias de propuestas para la realización proyectos de investigación y desarrollo con el objetivo de incrementar la calidad de vida de las personas mayores a través del uso de las TIC, fortaleciendo a su vez la base industrial europea.

El envejecimiento de la población europea implica no sólo retos para los sistemas de asistencia sanitaria y social sino también nuevas oportunidades para la industria europea. Las personas mayores se convierten en un público objetivo con una riqueza estimada de más de 3.000 millones de euros al año, lo que supone un sector importante de consumo y motor por tanto de la economía.

Viviane Reding, Comisaria Europea de Sociedad de la Información y los Medios de Comunicación reseñó que "no hay ninguna razón para que las personas mayores en Europa se pierdan los beneficios de las nuevas tecnologías. Las soluciones y servicios resultantes de este programa les ayudarán a permanecer activos en la sociedad así como a estar socialmente conectados e independientes durante más tiempo".

Con este programa se pretende:

- Fomentar la aparición de productos, servicios y sistemas innovativos basados en las Tecnologías de la Información, de la Comunicación y el Conocimiento (TICC) para un buen envejecimiento en el hogar, en la comunidad y en el trabajo, mejorando así la calidad de vida, la autonomía, la participación en la vida social, las facultades y la capacidad de empleo de las personas mayores y reduciendo los costes sociales y sanitarios. Los resultados de este programa podrán ser empleados, también, por otros grupos sociales, como las personas con diversidad funcional.
- Crear en la Unión Europea una masa crítica de investigación, desarrollo e innovación en el área de las tecnologías y servicios para un buen envejecimiento en la sociedad de la información, incluyendo el establecimiento de un ambiente favorable para la participación de pequeñas y medianas empresas.
- Mejorar las condiciones para la explotación industrial de los resultados de investigación proporcionando un marco europeo coherente para desarrollar enfoques comunes, incluyendo estándares comunes mínimos, y facilitar la localización y adaptación de soluciones comunes que sean compatibles con las diferentes preferencias sociales y normativas a los niveles nacionales o regionales en Europa.
- Servicios para complementar las habilidades y capacidades de las personas mayores en las tareas de la vida cotidiana guiando al usuario a lo largo del día. Por ejemplo,

asistencia en el trabajo del hogar (cocina, limpieza, colada, compras, etc) y en el cuidado personal (control del estilo de vida, dieta saludable, higiene personal, recuerdo de actividades como la toma de medicación, entre otras).

- Servicios para prevenir lesiones en el entorno del hogar, haciéndoles sentir seguros y dándoles el sentimiento de ser capaces de manejar su vida en su propio espacio sin necesidad de la presencia constante de un cuidador.
- Servicios para la integración social, aliviando la soledad y el aislamiento, aportando medios de comunicación basados en las TICC para apoyar su necesidad de compañía e intercambio de experiencias, ayudando a crear amistades, contacto social y oportunidades para participar en actividades de la comunidad.
- Servicios para la movilidad, para apoyar a las personas mayores cuando abandonan sus hogares para realizar actividades dentro de su vecindario, animándolas a hacerlo autónomamente con confianza y seguridad. Por ejemplo, aportando información sobre el transporte público, ayudando a la navegación o dando asistencia cuando se encuentren desorientados.

3.2.2.2. Aplicaciones y retos actuales

El campo de Vida Asistida por el Entorno abarca diferentes áreas de trabajo, que deben coordinarse cuidadosamente para proporcionar un sistema completo al usuario final. Estas áreas son:

1. Sensores y dispositivos

El punto de partida de los sistemas basados en AAL consiste en capturar información que será visualizada y tratada a posteriori. Esta información puede venir del propio usuario como medida de señales biológicas y físicas (presión sanguínea, peso, ritmo cardíaco, nivel de azúcar...), de su comportamiento (detección de presencia, detección de caídas...) o del entorno que le rodea (temperatura, humedad, detección de incendios...).

Para obtener esta información se requiere el uso de diferentes sensores y dispositivos. Estos sensores y dispositivos se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- **Sensores vitales.** En este grupo se engloban aquellos sensores y dispositivos destinados a la obtención de parámetros vitales del usuario.

Los dispositivos médicos más usados para medir señales vitales son: monitores de electrocardiograma, glucómetros, medidores de presión arterial y frecuencia cardíaca, básculas digitales, pulsioxímetros e incluso monitorizadores para control de actividad, ejercicio físico, fitness, etc.

- **Sensores y dispositivos de comportamiento.** Estos sensores y dispositivos se encargan de obtener información del estado del usuario en un ámbito más general

y no orientado a parámetros vitales.

- **Sensores ambientales.** Estos sensores se encargan de capturar la información del entorno del usuario. De este modo es posible comprobar que el entorno se encuentra dentro de los parámetros ambientales correctos y que no existe riesgo para el usuario.

2. Transmisión de datos.

Los datos capturados por los sensores u otros dispositivos deben ser transmitidos a la unidad o centro dónde se procesen y gestionen. La transmisión de los datos implica la resolución de varias problemáticas. Por un lado, debe escogerse una infraestructura física de comunicación y una tipología de red sobre la cual viajarán los datos. Por otro lado, deberán implementarse protocolos o estándares de transmisión de datos para asegurar que éstos llegarán a su destino con fiabilidad y seguridad (especialmente en el caso de los datos médicos).

3. Monitorización y procesamiento de la información

Los datos transmitidos a través de la red deberán llegar a una unidad o centro donde serán procesados. Esta unidad tendrá que ser capaz de 'descubrir' y 'escuchar' esos datos cuando estén disponibles, procesarlos para extraer información relevante y reaccionar consecuentemente (por ejemplo, enviando una alarma a un centro de salud o enviando algún tipo de mensaje al usuario).

4. Interacción con el usuario

Para que el usuario pueda acceder a los datos monitorizados, interactuar con el sistema, recibir alarmas o mensajes, etc. deben incluirse elementos de interacción que permitan una comunicación bidireccional sistema-usuario lo más amigable, transparente y eficiente posible.

- **Plataformas de interacción.** El avance de las nuevas tecnologías ha puesto al alcance de todo el mundo un amplio abanico de dispositivos tecnológicos. Las plataformas más utilizadas son: televisión interactiva, smartphones, consolas de videojuegos, y ordenadores, entre otros.
- **Nuevas formas de interacción.** Algunos dispositivos ya han comenzado a adaptarse a formas más intuitivas de uso, como los controles por movimiento de las consolas de videojuegos o el manejo mediante iconos y pantallas táctiles en los smartphones. A estas líneas ya creadas para facilitar el manejo de las nuevas tecnologías hay que sumar las nuevas formas de interacción que están comenzando a implantarse. Las tecnologías más importantes en este aspecto son: agentes virtuales inteligentes, realidad aumentada e interfaces gestuales.
- **Ubicuidad.** La ubicuidad es un concepto muy importante en el entorno asistencial ya que los datos de los sensores deben ser accesibles en tiempo real desde si-

tios muy diferentes. Dichos datos deben ser accesibles desde el hogar del usuario (a través de los diferentes dispositivos: televisión interactiva, consolas de videojuegos...), desde el centro asistencial (mediante interfaces web) o desde cualquier lugar (tanto por parte del usuario como de sus familiares) mediante dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tablets. Debido a ello, una línea futura de gran importancia dentro de este contexto es el poder habilitar dichos datos de forma unificada y en tiempo real para que todos los dispositivos sean capaces de acceder a ellos independientemente de la arquitectura de hardware o software que implemente cada uno de los dispositivos.

3.3 Apps, evolución e impacto en nuestras vidas

En esta sección se explica la evolución de las apps, y de la importancia de estas en nuestros días, junto con los smartphones. Se exponen los sistemas operativos móviles más populares en nuestros días. Además, se enumeran una serie de aplicaciones que presentan características similares a COMET.

3.3.1 Smartphone

Antes de poder adentrarnos en la evolución de las aplicaciones móviles, debemos tener claro algunas definiciones como el significado de 'Smartphone', palabra de *moda* en nuestros días.

La traducción literal, en español, de la palabra Smartphone es "teléfono inteligente", siendo ésta la mejor forma de describir este tipo de equipos. El smartphone es la evolución del teléfono móvil. Pero, entrando en detalles más específicos podemos definir Smartphone como: la familia de teléfonos móviles que disponen de un hardware y un sistema operativo propio capaz de realizar tareas y funciones similares a las realizadas por los ordenadores fijos o portátiles, añadiéndole al teléfono funcionalidades extras a la realización y recepción de llamadas y mensajes telefónicos.

Los primeros smartphones se diferenciaron de los móviles de la época añadiendo funciones extras como organizadores personales incorporados en el teléfono. Estos organizadores incluían aplicaciones como un bloc de notas, un calendario donde anotar citas, reuniones y alarmas, un gestor para la recepción y envío de correos electrónicos (email), un teclado QWERTY que facilitaba la escritura en el teléfono, etc... Estos móviles dieron un paso tecnológico con el objetivo de asemejarse a ciertas funcionalidades que solo los ordenadores fijos y portátiles de aquella época podían ejecutar, pero con la ventaja de tenerlo en un pequeño dispositivo fácilmente transportable. En la Figura 3.1 puede verse una comparación gráfica de la evolución de los teléfonos móviles.

Con el tiempo y el desarrollo tecnológico de los últimos años, los smartphones que disponemos hoy en día poseen una serie de características y funcionalidades extras que les



Figura 3.1: Evolución de los teléfonos móviles.

diferencian claramente de los móviles convencionales. Algunas de estas funcionalidades son las citadas a continuación:

- Disponen de una aplicación para el envío y recepción de emails así como la gestión de varias cuentas de correo.
- Incorporan una suite de aplicaciones focalizadas a realizar funciones de organizador personal como calendarios, recordatorios y alertas, bloc de notas... los cuales pueden comunicarse y sincronizarse con otros ordenadores, tablets o móviles.
- Disponen de una conexión a Internet, gracias a la red 3G y 4G, que permite navegar por la red al igual que si se accediese desde un ordenador fijo.
- Pueden leer, editar y reproducir una amplia familia de archivos como hojas de cálculo, editores de textos, archivos multimedia de video y música, etc.
- Permiten la descarga y la ejecución de aplicaciones desarrollados por terceros los cuales amplían nuevas funcionalidades, por ejemplo juegos, retoques fotográficos, lectores de libros electrónicos, navegadores GPS, etc.
- Disponen de un teclado QWERTY ¹ físico o táctil el cual permite y facilita la escritura de datos en el teléfono

Otras de las funcionalidades que añaden los fabricantes de smartphones, hoy en día son, por ejemplo: cámaras de alta resolución que permiten realizar fotografías, grabar videos en

¹El teclado QWERTY es la distribución de teclado más común. Fue diseñado y patentado por Christopher Sholes en 1868 y vendido a Remington en 1873. Su nombre proviene de las primeras seis letras de su fila superior de teclas.

HD y realizar videoconferencias; receptores de GPS, acelerómetros, sensores de luminosidad, giroscopios, etc.

Con la filosofía descrita anteriormente los smartphones parten del principio por el cual el teléfono no sirve solo para llamar y escribir mensajes, ahora, en el móvil, disponemos de un 'ordenador' con una gran potencia de cálculo en un espacio reducido y fácilmente transportable.

El aumento del uso de los smartphones ha transformado la manera en la que interactuamos con otras personas y con nuestro entorno, volviéndonos astutos consumidores, buscadores de información y adictos al entretenimiento.

3.3.2 Las apps en nuestros días

Otra de las palabras que más se escucha en nuestros días es la palabra 'app', que, como todos sabemos, las apps son pequeños programas o aplicaciones informáticas que realizan funciones para las que han sido diseñadas: juegos, calculadoras de todo tipo, directorios, glosarios, programas formativos, presentaciones o catálogos de empresas, etc..

La palabra App (Application software) es un anglicismo de uso frecuente en los últimos años para referirse a las aplicaciones móviles, aunque todavía no esté aceptado por la RAE.

Con la aparición de los últimos años de smartphones y tablets, el uso de estos programas se ha difundido en la sociedad.

Tal como muestra un estudio sobre la economía app llevado a cabo por la Fundación Orange, indica que el punto de inflexión se producía a mediados de 2008 con el nacimiento del iPhone 3G, de las App Stores de Apple y de Google.

La evolución ha experimentado un crecimiento exponencial hasta que en 2014 se han contabilizado alrededor de un millón de aplicaciones móviles, cifra a la que se ha llegado en muy pocos años. Este tipo de aplicaciones difieren tanto en contenido como el sistema operativo en el que se soportan, encontrando así una gran variedad de apps en el mercado.

En este sentido, los sistemas operativos con más descargas son Android e iOS. Android cuenta con más de 29.000 millones y 850.000 apps en el *market*, seguido del sistema operativo iOS con alrededor de 27.000 millones de descargas y alrededor de 905.000 aplicaciones en la App Store. Son los líderes en cuánto aplicaciones móviles, de eso no hay duda.

Son los usuarios del sistema operativo de Apple los que más descargan, incluso aunque es la plataforma donde hay más aplicaciones de pago. Con 88 apps descargadas de media por dispositivo, iOS supera a Android que contabiliza 67 de media por dispositivo, 57 para Windows y 49 para Blackberry, según el mismo estudio de economía app.

Aunque si hablamos por regiones, a pesar del auge de los smartphones en España y la

Unión Europea, sigue siendo Estado Unidos el líder en este mercado. Como indica el estudio de economía app de la Fundación Orange, la participación de EE.UU. en la economía app en el mundo supone el 42 % mundial, mientras que la Unión Europea aporta el 22 % de la economía app mundial. Asia y el Pacífico suponen un 18 % del total y América Latina tan sólo un 6 %.

Sin embargo, a pesar de la baja aportación de Latinoamérica a la economía app mundial, si que es un mercado potencial para el desarrollo de aplicaciones en español. Un buen nicho de mercado para desarrolladores de aplicaciones móviles de habla hispanas.

3.3.3 Plataformas y sistemas operativos

En los últimos años, el número de ventas de Smartphone ha crecido de manera exponencial. En 2011, la venta de smartphones superó en cantidad a la venta conjunta de PCs, tablets y netbooks, llegando a los 500 millones de terminales. Este es uno de los motivos por el que las aplicaciones para dispositivos móviles se han relevado como un mercado emergente con grandes posibilidades.

Aunque a priori podemos pensar que la variedad de Sistema Operativo (SO) obedece a una directriz de las compañías por defender sus estándares y afianzar su posición en el mercado lo cierto es que cada uno de ellos ofrece características diferentes y pensadas para públicos distintos.

Los sistemas operativos móviles líderes en el mercado, a día de hoy, principalmente son dos: Android e iOS. Pero, a pesar de que estos dos SO son los más demandados por los usuarios, también existen otros sistemas operativos para smartphones como son: Windows Phone, sistema operativo móvil de Microsoft, BlackBerryOs, así como la aparición de nuevos sistemas operativos móviles como Ubuntu Mobile desarrollado por Canonical, Tizen desarrollado por Samsung o Firefox OS desarrollado por Mozilla. Se puede ver una gráfica (Figura 3.2) con la comparativa de los Sistemas Operativos (SSOO) más usados y la venta de Smartphones por fabricante, según IDC WorldWide [SOM12].

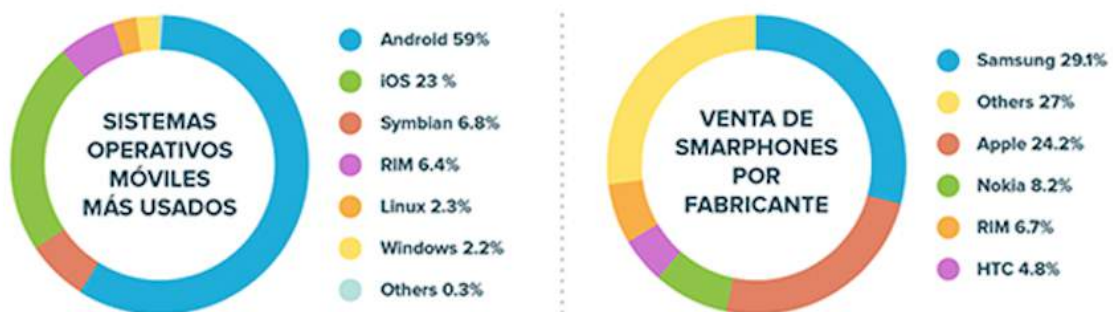


Figura 3.2: Comparativa uso SSOO

En las siguientes imágenes, según Onbille [Onb], podemos ver unas gráficas con el uso que las personas dan al smartphone. En la Figura 3.3 se puede ver dónde usa la gente más el smartphone, mientras que la Figura 3.4 nos muestra los usos más comunes por media de tiempo al día.

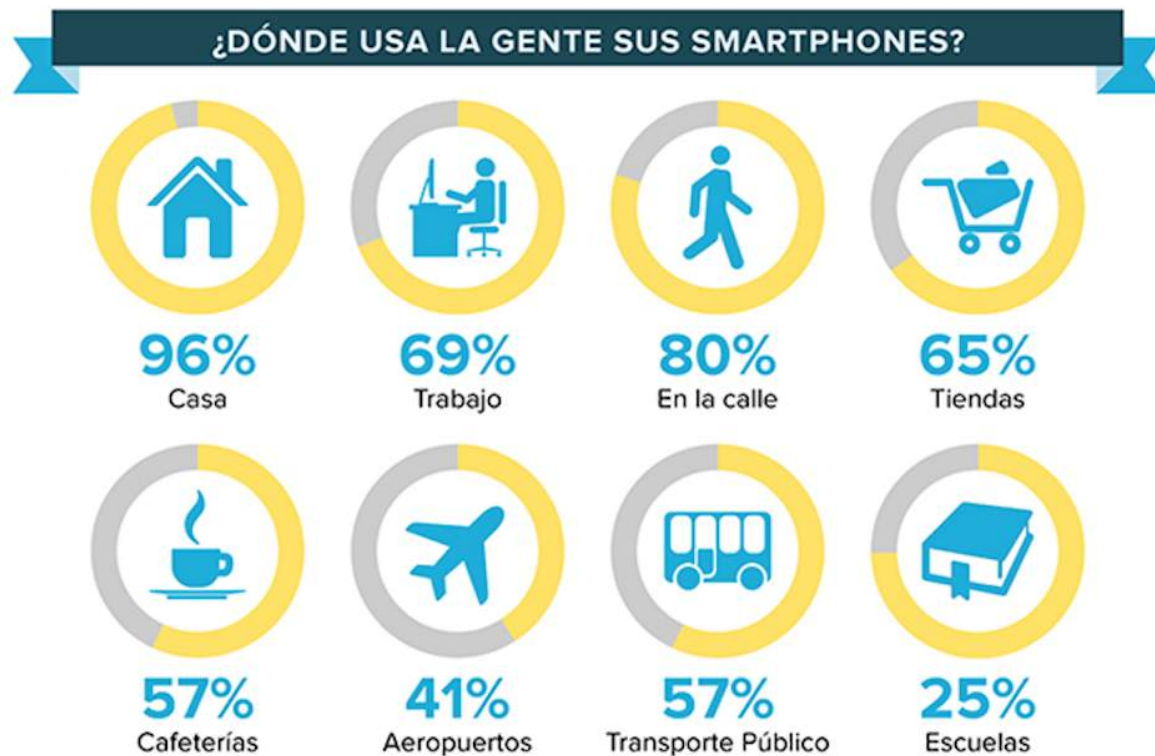


Figura 3.3: Comparativa: ¿Dónde se usa el smartphone?

A continuación, se describen los principales sistemas operativos móviles que podemos encontrar en los smartphones comercializados a nivel mundial en la actualidad.

3.3.3.1. iOS

iOS [app] es el sistema operativo diseñado por Apple para sus productos: iPhone, iPad y iPod Touch. Fue presentado en 2007 junto con el primer teléfono de la compañía dedicada en sus inicios a revolucionar el mundo de los ordenadores de mesa y portátiles. Este SO para dispositivos móviles marcó una pauta sin precedentes al llegar al mercado con un sistema que no necesitaba más teclas físicas que las del volumen, encendido, bloqueo y un solitario botón de inicio llamado "Home" que permitiera al usuario a volver al inicio en su pantalla, casi todo el sistema fue y sigue siendo usado con la pantalla táctil que incorporan sus dispositivos. iOS llegó al público, presentado por Steve Jobs, fundador de Apple, como una revolución en la tecnología.

La interfaz, mostrada en la figura 3.5, que dispone este sistema operativo es fluida, sen-

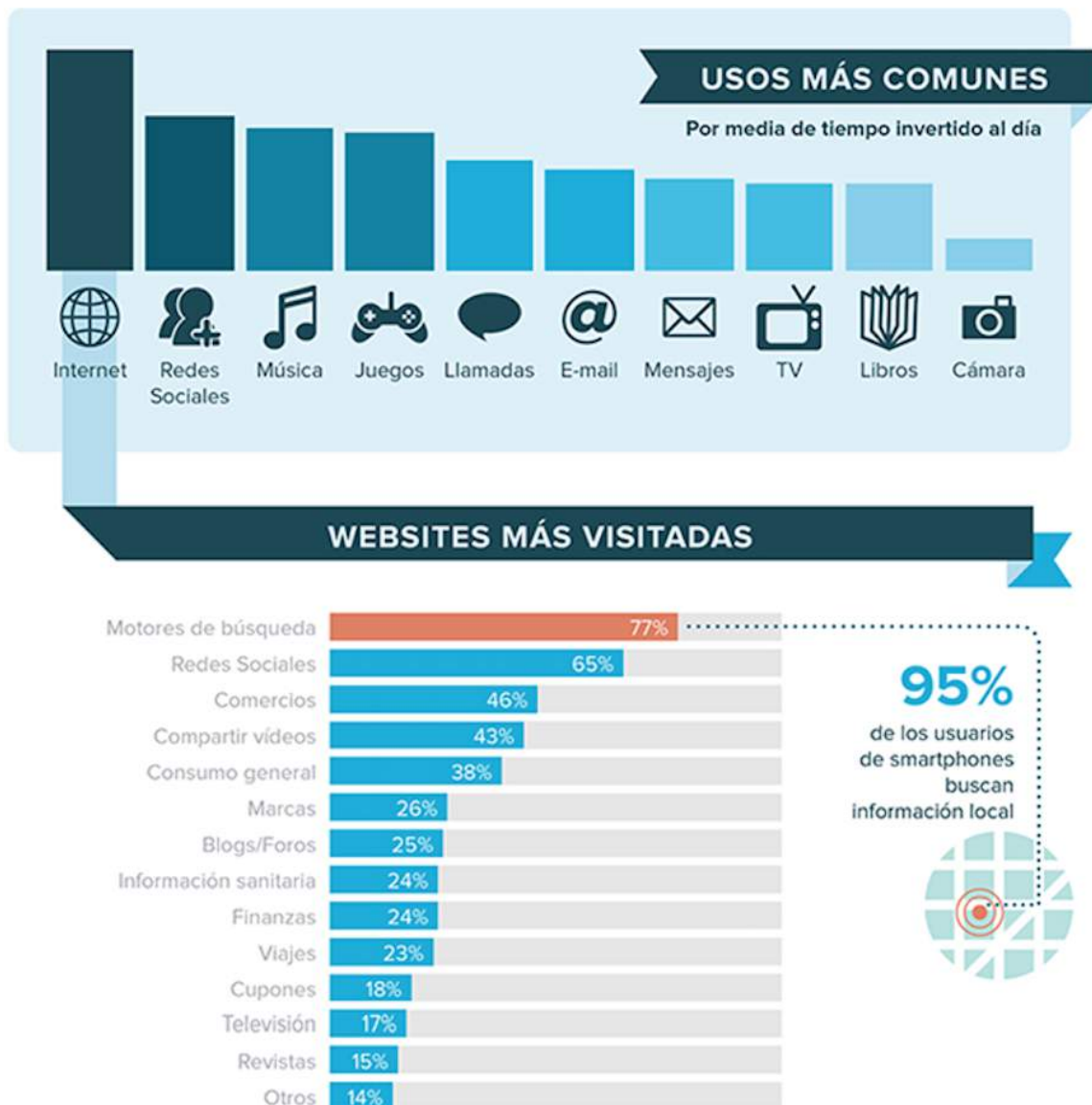


Figura 3.4: Comparativa: ¿En qué se usa el smartphone?

cilla y elegante, sin mucha posibilidad de personalizar pero que ofrece al usuario una de las experiencias más cómodas del mercado. Esto se debe a que iOS está diseñado para sacar el máximo provecho al Hardware que coloca en sus dispositivos el cual siempre se ha diferenciado considerablemente de los demás fabricantes.

El apartado de multigestos que proporciona Apple en sus dispositivos fue revolucionario en sus inicios, sin embargo, Apple ha tenido que lidiar con un mercado muy competitivo.

3.3.3.2. Android

Android, descrito en la sección 2, es el sistema operativo número uno en cuanto a popularidad. Con una cuota de mercado cercana al 85 %, el sistema operativo de Google se

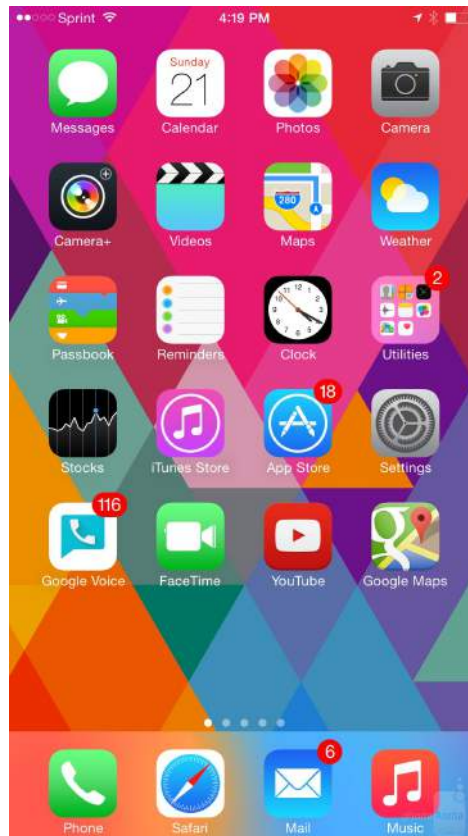


Figura 3.5: Interfaz del sistema operativo móvil de Apple: iOS

caracteriza por ser abierto y disponible para cualquier fabricante interesado en utilizarlo para sus dispositivos móviles.

Esta disponibilidad ha creado sin embargo una gran fragmentación, pudiéndose encontrar innumerables dispositivos de miles de formas y funcionalidades con todas las versiones de Android existentes. Además, la posibilidad de que cada fabricante incluya su propia capa sobre el original, propicia que la experiencia de usuario no sea siempre la deseada por Google y las actualizaciones tardan en llegar.

Una penetración de mercado tan grande ha propiciado por otro lado, que aunque en un primer momento iOS fuera el más popular de los SO para los desarrolladores, cada vez más, estos dedican grandes esfuerzos a diseñar sus apps para los usuarios de Android.

La interfaz de Android puede verse en la figura 3.6.

3.3.3.3. Windows Phone

Microsoft que está realizando un gran esfuerzo financiero para posicionar Windows Phone [WPh] como una tercera opción interesante para los consumidores después de sumarse más tarde a los smartphones. Su alianza con Nokia y su posterior compra le ha ayudado a darse a conocer mejor e ir incrementando su cuota de mercado. Los últimos datos hablan de un



Figura 3.6: Interfaz del SO Android.

2,5 % a nivel mundial.

Tiene un diseño, 3.7, radicalmente distinto a los dos anteriormente mencionados. Windows Phone destaca por su pantalla de inicio personalizable que ofrece las notificaciones de las apps de una manera sencilla y limpia. Además, ofrece una experiencia de usuario muy buena independientemente del tipo y gama de terminal en que se esté usando.

Aunque con menos apps disponibles que en Android y iOS, Windows Phone 8.1 cuenta con más de 300.000 apps en su tienda, además de ofrecer aplicaciones propias de la compañía como Skype, OneDrive o Xbox Live.

3.3.3.4. Firefox OS

Este sistema operativo, con núcleo Linux, se basa en estándares abiertos como por ejemplo HTML5, CSS3 y Javascript. Desarrollado por Mozilla Corporation con apoyo de empresas como Telefónica.

Firefox está pensado para ser un sistema operativo realmente abierto, a diferencia de Android, donde Google controla ciertos aspectos del sistema. Esta característica, permite a Firefox OS llegar a cubrir el nicho de mercado de la gama baja con mayor facilidad que Android.

Entre las interesantes características de este sistema operativo abierto están las aplicaciones web y pueden ser de dos tipos diferentes: aplicaciones de servidor o empaquetadas. A



Figura 3.7: Interfaz del sistema operativo móvil Windows Phone

diferencia de los SO ya comentados, en este caso, las apps de servidor, corren vía web, es decir son páginas webs con la apariencia de aplicaciones y sin conexión a internet no es posible acceder a estas. Las aplicaciones empaquetadas necesitan la descarga de un paquete comprimido y se cargan desde la fuente local cada vez que se accede a la aplicación.

3.3.3.5. Blackberry

Blackberry anteriormente conocida como RIM no está pasando por sus mejores momentos. Acostumbrado a ofrecer terminales con teclado físico, el paso a las pantallas táctiles ha hecho que disminuya su mercado. Sin embargo, los esfuerzos realizados por la compañía canadiense para recuperar el terreno perdido han sido grandes y en el año 2012 lanzaron un renovado sistema operativo: Blackberry 10. Aun así, los últimos estudios sobre cuota de mercado lo dejan en tan solo un 0,5 % mundial.

Blackberry 10 tiene una interfaz más fluida, un teclado inteligente y táctil más depurado y otra serie de opciones que lo acercan a las de la competencia. Al igual que con iOS, el SO es software propietario y solamente los teléfonos de la compañía llevan su sistema instalado.

3.3.3.6. Ubuntu Touch

Ubuntu Touch es otro de los sistemas operativos basados en Linux pero en esta ocasión bajo la firma Ubuntu. Fue presentado en 2013, tratándose de un proyecto de Canonical. En la actualidad varias empresas están desarrollando terminales para este sistema operativo, entre ellas la empresa española Bq.

Este SO utiliza las mismas tecnologías de la versión de escritorio, por lo que ambas comparten apps sin problemas de compatibilidad. Dispone también de algunas de las aplicaciones más populares como Facebook y Youtube.

3.3.3.7. Tizen

Es un proyecto de sistema operativo móvil basado en Linux. El desarrollo está dirigido por Intel, Samsung y algunos ex-desarrolladores de MeeGo² y estará orientado para su uso en tablets, netbooks, smartphones, televisores inteligentes y sistemas integrados de información y entretenimiento [tiz]. Está basado en HTML5 y otros estándares web.

Aunque en un principio fue presentado como un SO de código abierto, Tizen 2 funciona con un sistema de licencias no abiertas.

3.3.4 GPS

Global Positioning System (GPS) es un sistema de radionavegación basado en satélites desarrollado y controlado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América que permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre.

Originalmente, fue pensado para aplicaciones militares, aunque a partir de los 80's el sistema de navegación disponible a la población civil.

3.3.4.1. Funcionamiento GPS

Los satélites Global Positioning System (GPS) (24 en operación permanente y 3 de respaldo) giran alrededor de la Tierra dando dos vueltas completas al día dentro de una órbita muy precisa transmitiendo señales a la Tierra que indican su ubicación y la hora que les proporciona un reloj atómico que traen a bordo. Todos los satélites están sincronizados, de tal manera que las señales transmitidas se efectúan en el mismo instante. Los receptores de GPS reciben esta información y la utilizan para triangular y calcular la localización exacta del receptor. Las señales se mueven a la velocidad de la luz y llegan a los receptores en diferentes tiempos. Esencialmente, el receptor GPS en la tierra compara el tiempo que toma una señal que se transmite desde uno de los satélites en el espacio, con el tiempo en que esta misma señal es recibida por el receptor. La diferencia en tiempo, indica al receptor de GPS la lejanía

²Unión de los sistemas operativos Maemo de Nokia y Moblin de Intel, con los que se pretendía competir con Android

a la que se encuentra el satélite. Tras la obtención de varias lecturas de diferentes satélites, el receptor de GPS puede determinar con gran exactitud la posición del usuario y desplegarla en un mapa electrónico en la unidad receptora. Cuando el receptor estima la distancia de al menos 4 satélites GPS, puede calcular su posición en tres dimensiones: longitud, latitud y altitud.

- **Latitud:** con respecto a los Paralelos de la Tierra. La latitud es la referencia con respecto al Ecuador Indica la orientación hacia el Norte (N) o hacia el Sur (S).
- **Longitud:** con respecto a los Meridianos. Es la referencia con respecto al meridiano de Greenwich o Prime Meridian, orientación hacia el Este (E) o hacia el Oeste (W).
- **Altitud:** es la referencia con respecto al nivel medio del mar.

3.3.5 Aplicaciones similares

Tras un estudio de posibles proyectos o investigaciones anteriores con objetivos semejantes al mismo tema que este TFG propone, se han encontrado algunas aplicaciones móviles que pueden realizar alguna de las funciones de CoMET de manera similar.

Algunas de estas aplicaciones encontradas se ven en los siguientes apartados.

3.3.5.1. Seguimiento GPS

Seguimiento GPS es una aplicación Android que utiliza la tecnología GPS Tracker para localizar con rapidez y precisión a las personas que te importan, proporcionando actualizaciones de localización en tiempo real utilizando sistemas de navegación GPS. La aplicación cuenta con un mapa GPS con los iconos de la familia y amigos en sus ubicaciones exactas. Los padres aman el seguimiento pro GPS, ya que proporcionan información actualizada al minuto sobre su hijo (s) 's paradero. Es una herramienta útil para monitorear la ubicación de los miembros mayores de la familia, ayudando a mantenerlos a salvo. Además de ser un buscador de gran pueblo, la localización por GPS pro también rastrea los teléfonos que incluyen dispositivos móviles, teléfonos inteligentes, dispositivos más antiguos y los androides. Véase la interfaz en la Figura 3.8.

3.3.5.2. inViu routes

inViu routes es una app de rastreo GPS práctica y asequible que convierte tu smartphone en un dispositivo de rastreo GPS. La app se conecta con el portal online gratuito inViu web para rastrear trabajadores móviles, familiares, amigos y otros bienes móviles tanto online o desde la app.

La app sirve para:

- Rastreo GPS
- Planificación y registro de rutas

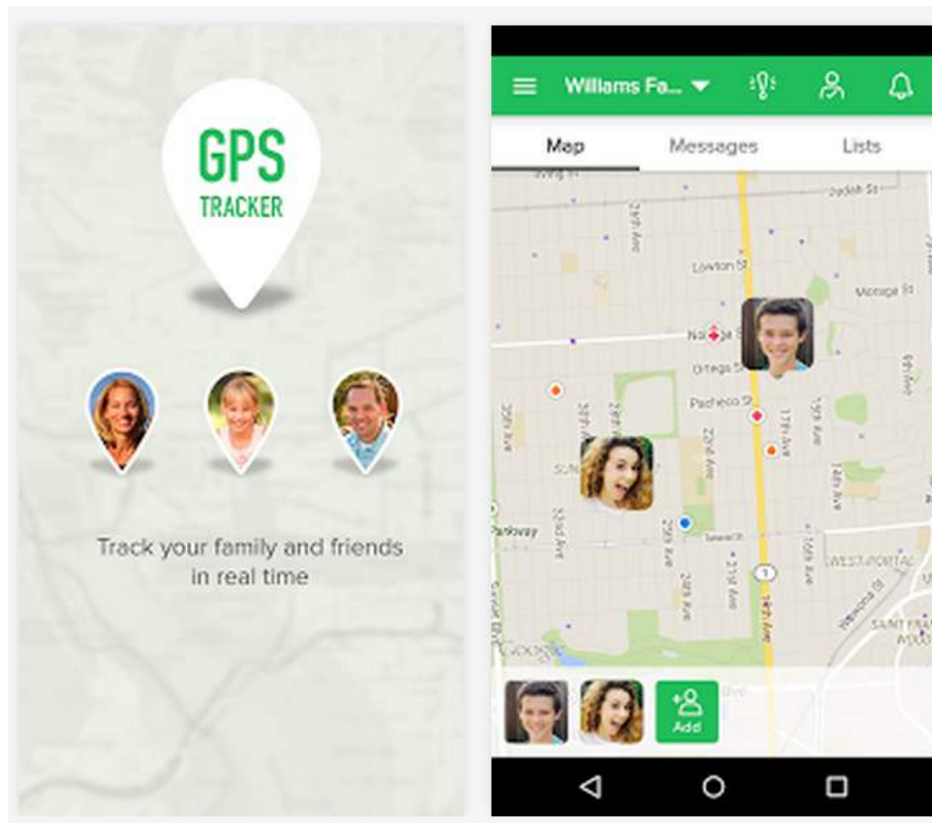


Figura 3.8: App Android: GPS Tracker

- Localización de trabajadores móviles, familiares y amigos.
- Creación de recordatorios según la localización.
- Guardar localizaciones, como el lugar de estacionamiento de tu coche.
- Crea y comparte fotos GPS, PdIs y rutas de viajes
- Consulta todo en el mapa integrado de OpenStreetMap³.

3.3.5.3. Localizador familiar - Life360

Life360 es un servicio de localización de dispositivos que sigue la tecnología GPS en una aplicación Android. La aplicación permite:

- Ver la ubicación de los miembros de los Círculos en un mapa accesible solo por invitación.
- Elegir cuándo compartir con cada Círculo (Miembro de interés).
- Recibir alertas cuando un miembro de un Círculo llega a un lugar establecido.
- Rastrear el teléfono perdido o robado.

La interfaz de esta aplicación puede verse en la Figura 3.9.

³<http://www.openstreetmap.es/>

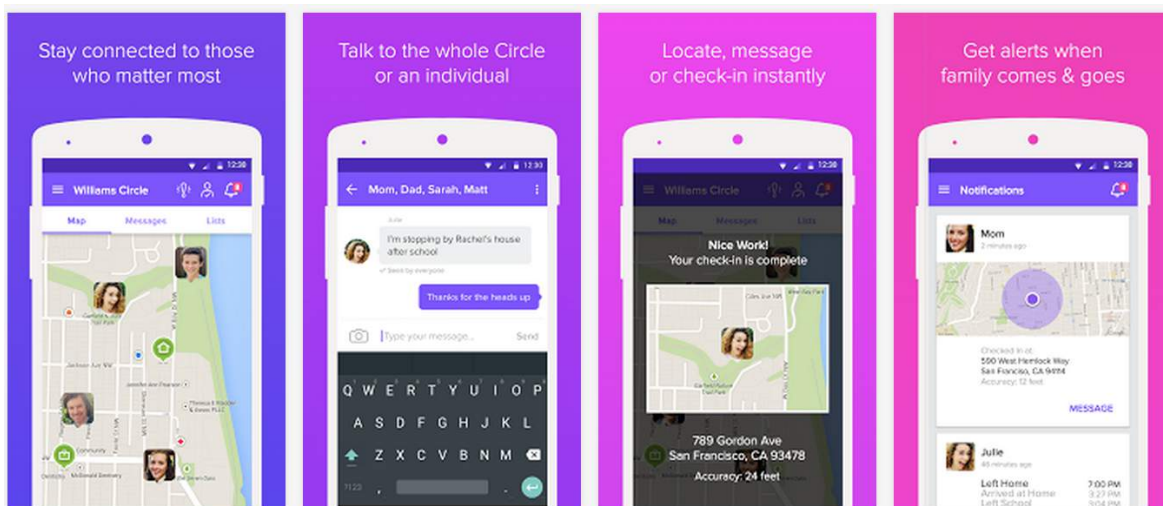


Figura 3.9: App Android: Life 360

3.3.5.4. Botón de Pánico AsT

Botón de Pánico AsT o *Botón Antipánico AsT* consiste en una app para smartphone (Android) que permite el envío de alertas de salud y alertas de peligro con la geolocalización de la persona y la dirección aproximada a un grupo de personas preestablecido. Estas alertas pueden ser enviadas por SMS(mensajes de textos), publicación en el muro de Facebook o mail. Véase Figura 3.10.

Esta información le permitirá a sus contactos de emergencia poder acudir en su ayuda, o enviar asistencia directamente a través de fuerzas del orden o servicios médicos.

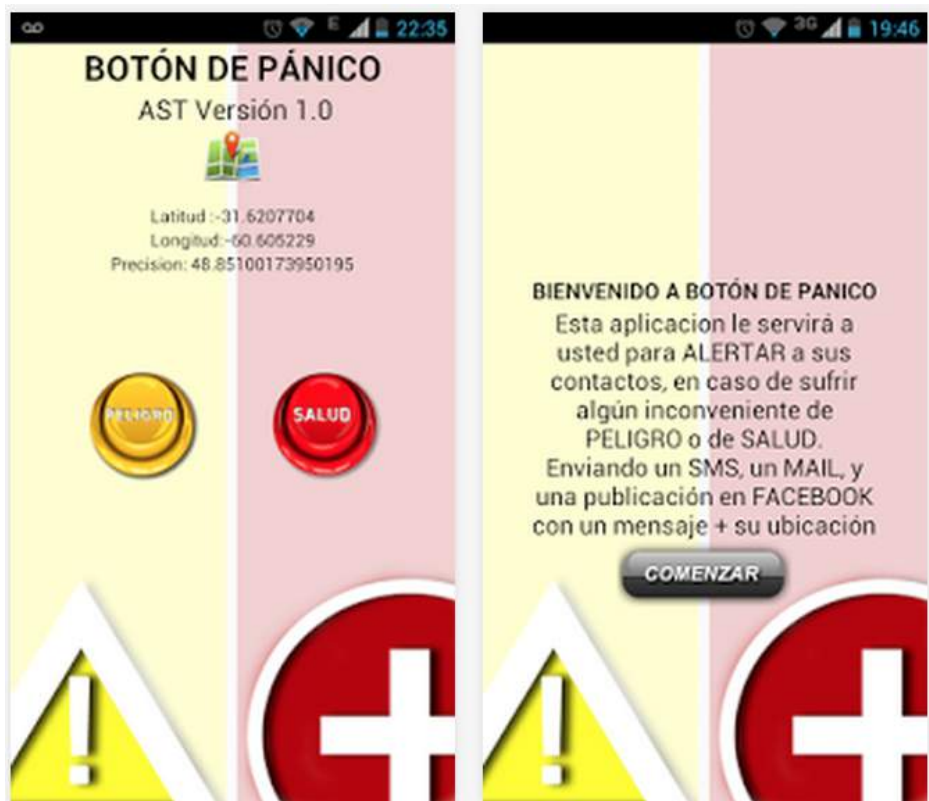


Figura 3.10: App Android: Botón de Pánico AsT

Capítulo 4

Método de trabajo

4.1 Metodología de desarrollo

Para la elaboración del Trabajo Fin de Grado, el cual es de cierta envergadura, se debe considerar la metodología a seguir durante dicha construcción.

Las características del proyecto, con requisitos con posibilidad de cambios y adaptaciones a lo largo de todo el proceso, el reducido «equipo de desarrollo» o la necesidad de obtener versiones incrementales que sean testeadas y validadas por el director del proyecto; hacen que la elección de la metodología de desarrollo software haya sido una metodología ágil: *Extreme Programming*.

Las metodologías ágiles [Gon09], utilizan prácticas adaptativas (no basadas en predicciones), iterativas, centradas en personas (clientes y desarrolladores), orientadas a entregas incrementales, con mucha comunicación y necesitan que el cliente esté muy involucrado en el proyecto para recibir su feedback. Este feedback continuo es indispensable.

En resumen, las principales características a las que deben dar forma las metodologías ágiles son:

- **Incremental:** Versiones pequeñas de software, con ciclos rápidos.
- **Cooperativa:** Desarrolladores y clientes siempre deben permanecer en contacto.
- **Directa:** El método es fácil de aprender, modificar y está bien documentado.
- **Adaptativa:** son capaces de tolerar los cambios propuestos por el cliente.

Son diversas las metodologías ágiles que podemos encontrar, pero según las características del proyecto, la metodología elegida ha sido *Extreme Programming* que se estudia en la siguiente sección.

4.1.1 ¿Qué es Extreme Programming?

eXtreme Programming (XP) o Programación Extrema, en español, es una metodología de desarrollo que se englobaría dentro de las denominadas metodologías ágiles en la que se da máxima prioridad a la obtención de resultados y reduce la burocracia que se produce al utilizar otras 'metodologías pesadas'.

XP fue acuñada por Kent Beck denominada extrema por llevar a límites extremos, valga

la redundancia, algunos elementos y actividades comunes de la forma tradicional de programar. Por esta razón, tal como lo expresa Beck (1999), la XP es una metodología ágil para equipos de trabajo pequeños o medianos, que modela el proceso de desarrollo de software cuando los requerimientos son ambiguos o rápidamente cambiantes.

La programación Extrema surgió en la década de los 90's con el desarrollo de un proyecto de elaboración de software, liderado por Kent Beck quien ahora se considera como una de las principales figuras de este modelo de programación, junto a Ron Jeffries y Ward Cunningham quienes fueron partícipes de la conformación y divulgación de una metodología mucho más arriesgada, versátil y flexible para el desarrollo de software (Fowler, 2003).

Este modo de trabajo comenzó en 1996 y se consolidó formalmente en 1999 cuando Beck publicó su libro 'Programming Explained: Embrace Change' (1999), en el que especifica en qué consiste la XP.

En la primera edición del libro escrito por Kent Beck, Beck definió: 4 valores, 15 principios básicos y 12 prácticas. Posteriormente, el proceso fue revisado y publicado en 2004 [Bah12], en el que se mejoran y añaden valores, principios y prácticas.

Como expone Wake, la XP establece el modo de trabajo de un programador centrado en una disciplina de equipo enfocada en el trabajo directo e interactivo con el cliente. Además, según Beck la Programación Extrema consiste en un abordaje premeditado y disciplinado del desarrollo de software basado en la iteración o repetición continua de los procesos durante la realización del software, dándole movilidad a la metodología estableciendo su adaptabilidad a pesar de la disciplina con la que se lleva a cabo.

Algunas de las características básicas de la metodología Extreme Programming son las siguientes:

- Se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad.
- Se aplica de manera dinámica durante el ciclo de vida del software.
- Es capaz de adaptarse a los cambios de requisitos.
- Los individuos e interacciones son más importantes que los procesos y herramientas.

Las personas son el principal factor de éxito de un proyecto software. Es más importante construir un buen equipo de desarrollo que construir el entorno. La principal regla a seguir en XP es no producir documentos a menos que sean necesarios de forma inmediata para tomar una decisión importante. Estos documentos deben ser cortos y centrarse en lo más importante y fundamental.

Además, en XP se propone que exista una interacción constante entre el cliente y el equipo de desarrollo. Esta colaboración entre ambos será la que marque la marcha del proyecto y asegure su éxito.

4.1.2 Objetivos XP

La metodología XP persigue dos claros objetivos:

- La satisfacción del cliente. Esta metodología trata de dar al cliente el software que él necesita y cuando lo necesita. Por tanto, se debe responder con brevedad a las necesidades del cliente, incluso cuando los cambios sean al final del ciclo de la programación.
- Potenciar al máximo el trabajo en grupo. Tanto los jefes de proyecto, los clientes y los desarrolladores, son parte del equipo y están involucrados en el desarrollo del software.

4.1.3 Variables de la programación Extrema

El desarrollo de un proyecto software puede verse como un sistema de control de variables [Jos08]. Se establecen cuatro variables, de las cuáles tres de ellas podrán ser fijadas o indicadas por el cliente o jefe de proyecto, mientras que una de ellas quedará libre.

Las cuatro variables que van a formar parte de este sistema y que serán necesarias durante el desarrollo del proyecto son:

- **Tiempo**

Variable que representa la temporalidad de los hitos que deben cumplirse durante el desarrollo del proyecto, junto con las restricciones necesarias. Debe tomarse en cuenta que los cambios aumentarán el tiempo de realización mientras que la optimización y la inversión pueden acortarlo.

- **Calidad**

El equipo de desarrolladores está encargado de realizar las pruebas con los mejores resultados posibles para así tener una idea de cuál es el problema y como lo van a resolver de una manera simple y eficiente, para que la calidad del proyecto se mantenga.

- **Coste**

Se refiere al coste tanto material, como humano y computacional que se requiere a lo largo del ciclo de vida del producto final del proyecto.

En XP el costo del cambio maneja un papel muy importante, ya que en esta metodología es inferior al de otras. Esto se debe a que las pruebas se van haciendo según las versiones liberadas.

- **Alcance**

Esta variable hace referencia al alcance que tendrá la elaboración del proyecto en referencia al diseño del producto.

Los ciclos de vida "tradicionales" proponen una clara distinción entre las etapas del proyecto de software, y tienen un plan bien preestablecido acerca del proceso de desarrollo.

Asimismo, en todos ellos se parte de especificaciones claras, al menos de una gran parte inicial.

En el ciclo de vida de un proyecto, XP incluye, al igual que las otras metodologías, entender lo que el cliente necesita, estimar el esfuerzo, crear la solución y entregar el producto final al cliente. Sin embargo, XP propone un ciclo de vida dinámico donde se admite expresamente que, en muchos casos, los clientes no son capaces de especificar sus requerimientos al comienzo de un proyecto.

Por esto, se trata de realizar ciclos de desarrollo cortos (llamados iteraciones), con entregables funcionales al finalizar cada ciclo. En cada iteración se realiza un ciclo completo de análisis, diseño, desarrollo y pruebas, pero utilizando un conjunto de reglas y prácticas que caracterizan a XP. Esto puede verse en la figura 4.1.

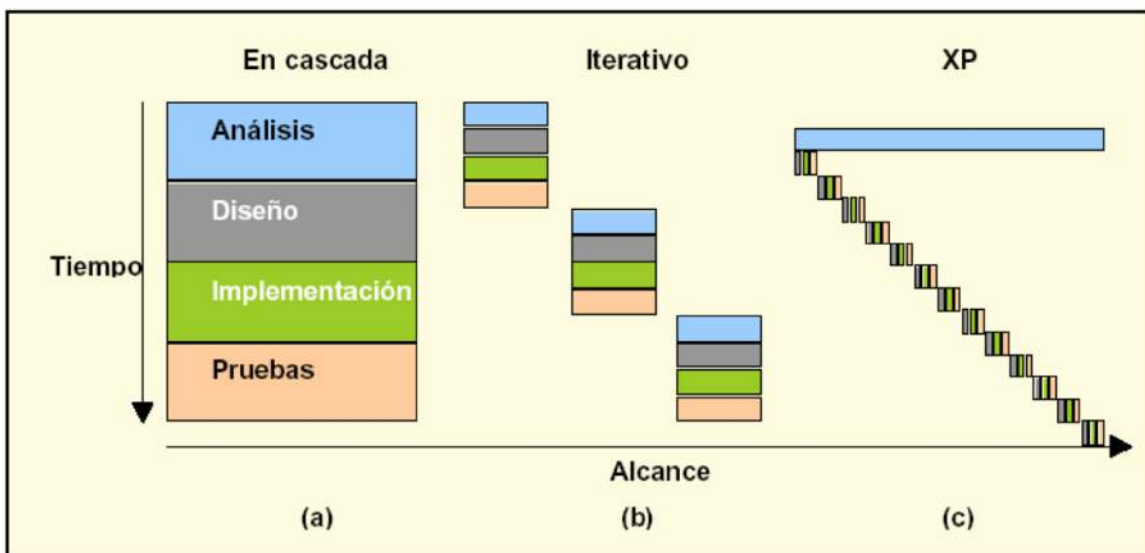


Figura 4.1: Ciclo de vida cascada, iterativo, xp

El ciclo de vida se puede separar en las fases siguientes:

- **FASE DE EXPLORACION**

En esta fase se define el alcance general del proyecto. El cliente define lo que necesita mediante la redacción de sencillas “historias de usuario”. Los programadores estiman los tiempos de desarrollo en base a esta información debiendo quedar claro que las estimaciones realizadas en esta son primarias y podrían variar.

El resultado de esta fase es una visión general del sistema, y un plazo total estimado.

- **FASE DE PLANIFICACIÓN**

La planificación es una fase corta, en la que el cliente, los gerentes y el grupo de desarrolladores acuerdan el orden en que deberán implementarse las historias de

usuario, y, asociadas a éstas, las entregas. Típicamente esta fase consiste en una o varias reuniones grupales de planificación. El resultado de esta fase es un Plan de entregas o “Release Plan”, que se detallará en los siguientes apartados.

■ FASE DE ITERACIONES

Fase principal en el ciclo de desarrollo de XP. Las funcionalidades son desarrolladas en esta fase, generando al final de cada una un entregable funcional que implementa las historias de usuario asignadas a la iteración.

■ FASE DE PUESTA EN PRODUCCIÓN

En esta etapa no se realizan más desarrollos funcionales, pero pueden ser necesarias tareas de ajuste.

4.1.4 Bases de XP

Como se ha citado anteriormente, XP se apoya en 4 valores (simplicidad, comunicación, retroalimentación y coraje), añadiéndose un quinto valor, respeto, en la segunda edición de Extreme Programming Explained [Bah12]. Los cinco valores se detallan a continuación:

■ Simplicidad

La simplicidad es la base de la programación extrema. Se simplifica el diseño para agilizar el desarrollo y facilitar el mantenimiento.

Se pretende desarrollar solo lo necesario y no perder tiempo en detalles que no sean requeridos en el momento. Un diseño simple será mucho más fácil de cambiar y adaptar con el paso del tiempo que un diseño más complejo.

Para mantener la simplicidad es necesaria la refactorización del código, ésta es la manera de mantener el código simple a medida que crece. También debe aplicarse la simplicidad en la documentación, de esta manera el código debe comentarse en su justa medida. Para ello se deben elegir adecuadamente los nombres de las variables, métodos y clases.

Aplicando la simplicidad junto con la autoría colectiva del código y la programación por parejas se asegura que cuanto más grande se haga el proyecto, todo el equipo conocerá más y mejor el sistema completo.

La simplicidad está íntimamente relacionada con la comunicación, pues cuando más se comunique el equipo de desarrollo, más claro tendrá el equipo las necesidades que han de satisfacerse, y cómo deben ejecutarse.

■ Comunicación

La comunicación se realiza de diferentes formas. Para los programadores el código comunica mejor cuanto más simple sea. Si el código es complejo hay que esforzarse

para hacerlo inteligible. El código autodocumentado es más fiable que los comentarios ya que estos últimos pronto quedan desfasados con el código a medida que es modificado. Debe documentarse sólo aquello que no va a variar.

En XP, todo el trabajo se realiza en equipo: desde el relevamiento y análisis hasta el código fuente desarrollado. Todo se conversa cara a cara, procurando hallar soluciones en conjunto a los problemas que puedan surgir.

Los programadores se comunican constantemente gracias a la programación por parejas. La comunicación con el cliente es fluida ya que el cliente forma parte del equipo de desarrollo. El cliente decide qué características tienen prioridad y siempre debe estar disponible para solucionar dudas.

■ **Retroalimentación**

Al estar el cliente integrado en el proyecto, su opinión sobre el estado del mismo se conoce en tiempo real.

Esta metodología está basada en el desarrollo incremental iterativo de pequeñas partes, con entregas y pruebas frecuentes y continuas. XP proporciona un flujo de retro-información valioso para detectar los problemas o desviaciones.

Este feedback hace que:

- Se localicen fallos de manera temprana
- Se evidencien fallos que no pueden evitarse en la planificación
- Se permita reajustar la agenda y los planes cuando sean precisos.

■ **Valentía o coraje**

Se dice que en XP un equipo debe tener el valor para decir la verdad sobre el avance del proyecto y las estimaciones del mismo, planificando el éxito en vez de buscar excusas sobre los errores. De la misma manera, hay que tener valor para ser capaz de desechar código obsoleto.

Por sí solo, el coraje no genera ningún tipo de beneficio al desarrollo, sin embargo, combinándolo con los tres valores descritos anteriormente se puede llegar a proporcionar grandes beneficios al equipo de desarrollo.

■ **Respeto**

Este valor proviene de los cuatro anteriores. Deberá existir un respeto tanto por parte del cliente como entre las personas pertenecientes al equipo de desarrollo.

4.1.5 Reglas y prácticas de XP

La metodología XP tiene un conjunto importante de reglas y prácticas. A la hora de desarrollar el software, los partidarios de XP piensan que para desarrollar software existen cuatro

tareas o actividades básicas que permiten desempeñar esta tarea con los resultados que se esperan: planificación, diseño, desarrollo y pruebas, véase Figura 4.2.

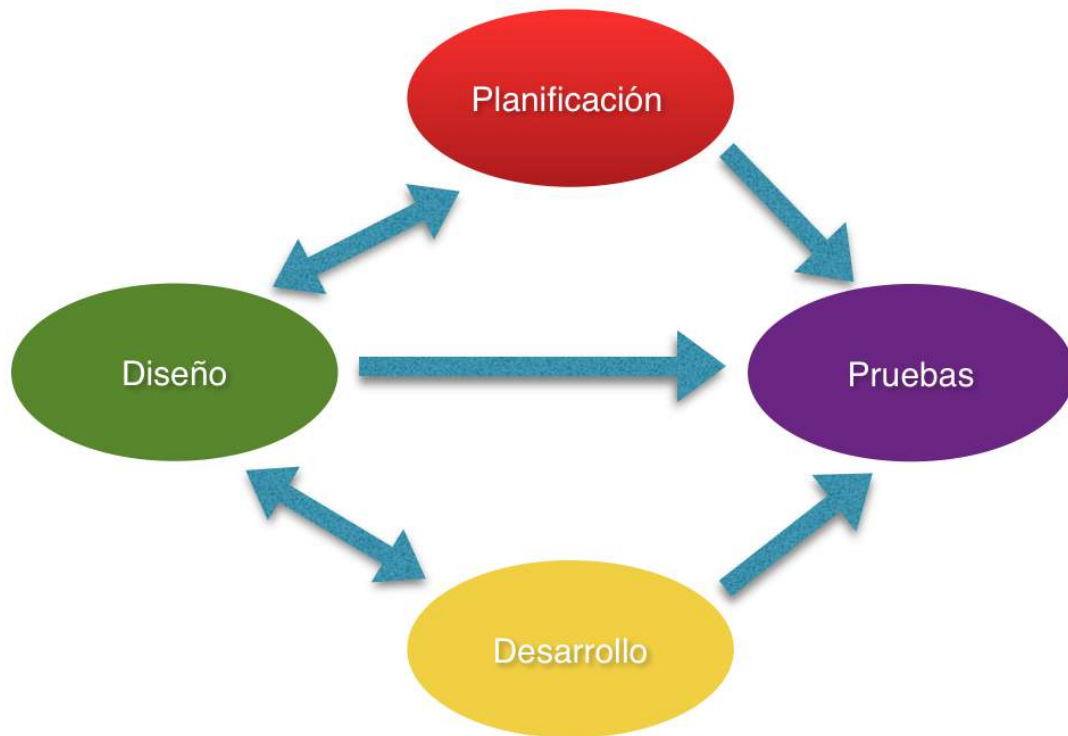


Figura 4.2: Fases metodología XP

4.1.5.1. Planificación

La Programación Extrema plantea la planificación como un diálogo continuo entre las partes involucradas en el proyecto, incluyendo al cliente, los programadores y a los coordinadores o gerentes.

Los conceptos básicos para una buena planificación, según XP, son:

- **Historias de usuario**

Las historias de usuarios sustituyen a los documentos de especificación funcional, y a los *casos de uso*. Éstas son escritas por el cliente, en su propio lenguaje, como descripciones cortas de lo que el sistema debe realizar. Deben tener el detalle mínimo como para que los programadores puedan realizar una estimación del tiempo que llevará su desarrollo.

- **Plan de entregas**

El cronograma de entregas establece qué historias de usuario serán agrupadas para

conformar una entrega, y el orden de las mismas. Este cronograma será el resultado de una reunión entre todos los actores del proyecto. A esta reunión, en XP, se la denomina "Juego de planeamiento".

- **Plan de iteraciones**

Las historias de usuarios seleccionadas para cada entrega son desarrolladas y probadas en un ciclo de iteración, de acuerdo al orden preestablecido.

- **Reuniones diarias de seguimiento**

El objetivo de esto es mantener la comunicación entre el equipo, y compartir problemas y soluciones.

4.1.5.2. Diseño

La metodología XP hace especial énfasis en los diseños simples y claros. Los conceptos más importantes de diseño en esta metodología son los siguientes:

- **Simplicidad**

Extreme Programming propone implementar el diseño más simple posible que funcione correctamente. De esta forma, se implementa más rápido que desarrollando código complejo. Se sugiere que nunca se debe adelantar implementación de funcionalidades que no correspondan a la iteración en la que se esté trabajando.

- **Soluciones *spike***

Cuando aparecen problemas técnicos, o cuando es difícil de estimar el tiempo para implementar una historia de usuario, pueden utilizarse pequeños programas de prueba (llamados "*spike*") para explorar diferentes soluciones. Estos programas son únicamente para probar o evaluar una solución, y suelen ser desechados tras su evaluación.

- **Recodificación**

Esta práctica consiste en escribir nuevamente parte del código de un programa, sin cambiar su funcionalidad, a los efectos de hacer algo más simple y/o entendible.

- **Metáforas**

A fin de evitar los problemas de comunicación que suelen surgir en la práctica, entre técnicos y usuarios, XP propone el uso de metáforas (historia que todo el mundo puede contar acerca de cómo funciona el sistema) intentando hallar un punto de referencia que permita representar un concepto técnico con una situación en común con la vida cotidiana y real.

4.1.5.3. Desarrollo

La fase de desarrollo incluye los siguientes prácticas:

- **Disponibilidad del cliente**

Éste debe estar disponible durante todo el proyecto, no sólo como apoyo a los desarrolladores, sino formando parte del grupo. El involucramiento del cliente es fundamental para esta metodología.

- **Uso de estándares**

De esta forma el código será fácilmente entendible por todo el equipo y, además, facilita su recopilación.

- **Programación a pares**

Esta metodología propone que se desarrolle en pares de programadores, ambos trabajando juntos. La programación de a pares consiste en dos programadores, sentados frente a una misma computadora, cada uno cumpliendo un rol diferente.

- **Integraciones permanentes**

Todos los desarrolladores necesitan trabajar siempre con la "última versión".

- **Propiedad colectiva del código**

Ningún miembro del equipo es propietario del código, haciendo posible la realización de cambios en el mismo por parte de cualquier persona que forme parte del equipo. De esta forma, todos los miembros del equipo conocen "quéz cómo" se está desarrollando el sistema, evitando así, que cuando surja un problema nadie, salvo el dueño del código, pueda resolverlo.

- **Ritmo sostenido**

El concepto que se desea establecer con esta práctica es el de planificar el trabajo de manera que se mantenga un ritmo constante y razonable, sin sobrecargar el equipo.

4.1.5.4. Pruebas

Uno de los pilares de la metodología XP es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que se van implementando. El uso de los test en XP es el siguiente:

- Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico para test.
- Hay que someter a tests las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales.
- Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos.
- Un punto importante es crear test que no tengan ninguna dependencia del código que en un futuro evaluará.
- Como se comentó anteriormente los distintos test se deben subir al repositorio de código acompañados del código que verifican.

- Realizar test de aceptación: sirven para evaluar las distintas tareas en las que ha sido dividida una historia de usuario.
- Al ser las distintas funcionalidades de nuestra aplicación no demasiado extensas, no se harán test que analicen partes de las mismas, sino que las pruebas se realizarán para las funcionalidades generales que debe cumplir el programa especificado en la descripción de requisitos.

4.2 Aplicación de la metodología de desarrollo

Se adoptarán las siguientes pautas y prácticas de Programación Extrema:

- **Iteraciones cortas** Al trabajar con pequeñas iteraciones, se obtiene un feedback continuo. Con esto se pretende que el producto final cubra ampliamente las expectativas y necesidades esperadas.
- **Comunicación entre el equipo** Todo el desarrollo se llevará a cabo en un espacio que permita un trabajo cercano, cooperativo y que facilite la comunicación directa.
- **Integración continua**
- **Diseño incremental.** A pesar de definir buena parte de la arquitectura en las primeras iteraciones, el diseño del sistema evolucionará iteración tras iteración, sometiendo a sucesivas refactorizaciones para mejorar su calidad.
- **Código compartido.** Todos los miembros del equipo (director y autor del TFG) podrán acceder a cualquier parte del código.
- **Reutilización de código.** Uno de los principales objetivos que se persiguen con las metodologías ágiles es entregar proyectos a tiempo y bajo presupuesto. Se deben obtener diseños con una alta modularidad y lo más desacoplados posibles, reutilizando los elementos software que necesitemos.

4.3 Evolución TFG

El presente TFG ha tenido una duración de 9 meses, desde Octubre de 2014 hasta Junio de 2015. Este desarrollo se ha dividido en 4 fases, no muy diferenciadas en el tiempo, ya que a la misma vez se han realizado diversos temas. Las cuatro fases son:

- Definición general proyecto
- Estudio previo y anteproyecto
- Implementación
- Desarrollo

A continuación, se muestra el desarrollo del primer y último mes de este Trabajo Fin de Grado y en el Anexo A se puede ver el resto de los meses junto con el desarrollo realizado

en cada uno de ellos.

Octubre 2014

■ Definición general

- Elección tema del TFG
- Detallar requisitos TFG
- Investigación sobre apps y proyectos similares
- Estudio ámbito AAL

Octubre

2014

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

Figura 4.3: Planificación Octubre 2014

Junio 2015

■ Implementación

- Control de desorientación (Iteración 18)
- Traducción localización a dirección postal (Iteración 19)
- Pruebas Versión Final (Iteración 20)

■ Documentación

- Capítulo 5: Propuesta
- Capítulo 6: Resultado y costes
- Capítulo 7: Conclusiones
- Anexos

Junio

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

Figura 4.4: Planificación Junio 2015

Propuesta

EN este capítulo se especifica el orden de la realización de cada una de las tareas que han sido necesarias para la elaboración de este TFG. Sirve de apoyo al capítulo anterior, en el que se da una breve descripción de la evolución del proyecto.

5.1 Evolución del proyecto

En esta sección se describe las fases que forman el proyecto, definiendo y especificando las tareas realizadas en cada una de ellas. Se detallan y diferencian las tres versiones realizadas de CoMET junto con los hitos abarcados y cumplidos en cada versión.

5.1.1 Definición general

La primera fase del proyecto ha sido la elección del tema que se abarcaría en el TFG. Es la fase más importante del Trabajo Fin de Grado ya que, dicha fase será la *cimentación* del proyecto. De ésta dependerá la evolución y el trabajo final realizado.

La elección de la realización de CoMET vino originada por la *necesidad* de ayuda hacia mi abuelo, como se ha podido explicar en el capítulo 1, junto con la ganas de aprender un ámbito nuevo como era AAL, promovido en una de las asignaturas cursadas. Tras hablar con el tutor de este proyecto, José Bravo, se concretó el abarcar esta propuesta y llevarla a TFG.

La elección de una aplicación móvil como proyecto hace que en un primer momento se deba elegir el sistema operativo en la que se desarrollará. Tras un estudio de los sistemas operativos actuales, se elige Android para el desarrollo de CoMET por la popularidad que este SO recibe en nuestros días.

Además se especificaron los objetivos que este TFG abarcaría, junto con los requisitos (funcionales y no funcionales) que cumpliría dicho trabajo y los usuarios a los que iría referido.

Requisitos

Los requisitos principales que se han especificado para este TFG son los listados a continuación, divididos en funcionales y no funcionales.

■ **Requisitos funcionales:**

- RF.1: Soportar lectura de GPS de manera continua.
- RF.2: Soportar envío de mensaje a otro teléfono móvil.
- RF.3: Almacenar los parámetros introducidos por el usuario.
- RF.4: Configuración y cambio de los parámetros de localización.
- RF.5: Dar soporte a la modificación de los parámetros que el usuario desea que le sean tenidos en cuenta para el seguimiento.
- RF.6: Dar soporte a la detección de la pérdida o desorientación del mayor.
- RF.7: Dar soporte al seguimiento del anciano desde el momento que sale de casa hasta la llegada a la misma.

■ **Requisitos no funcionales:**

- RNF.1: Proporcionar una interfaz sencilla para la introducción de los parámetros requeridos para el seguimiento.
- RNF.2: Simplificar al máximo la interfaz hasta el punto de hacerla desaparecer.
- RNF.3: Ejecución en segundo plano.

Características de los usuarios

CoMET ha sido diseñada con la finalidad de servir de ayuda a personas mayores con demencia senil, para que los familiares o cuidadores puedan permanecer tranquilos mientras que el mayor sale de casa.

Aunque el objetivo de este TFG es ser rastrear las salidas de personas mayores con demencia, podrá también ser usada por cualquier persona que requiera ser rastreada o que se necesite tener un seguimiento de ella.

5.1.2 Estudio previo y anteproyecto

Una vez definidos los requisitos que se deben cumplir en este Trabajo Fin de Grado, se realiza un estudio previo a la elaboración del mismo. Se requiere de una búsqueda de proyectos y aplicaciones que cubran funcionalidades similares a las que se abarcan en este trabajo.

Pero, antes de nada son requeridos conocimientos del ámbito en el que se encuadra CoMET: Vida Asistida por el Entorno. Para ello, previamente deben conocerse los aspectos más relevantes de la Inteligencia Ambiental, explicados en el capítulo 3. Al realizar este estudio se aprecia la importancia de este ámbito de desarrollo en la actualidad y puede verse en la multitud de proyectos y trabajos realizados en él. Se realiza una búsqueda y selección de proyectos, acotando por contenido similar o que puedan ser complementarios a CoMET.

Una vez se conocían los aspectos más relevantes de AAL, se pretende conocer las herramientas requeridas para la elaboración del proyecto. Por ello, se precisa de un aprendizaje

del sistema operativo Android y de los aspectos *básicos* necesarios para el inicio. Además, en esta etapa se realizan las instalaciones previas y el aprendizaje de la plataforma de desarrollo, de la cual tampoco se tenía experiencia.

De la misma manera, se requiere de un aprendizaje de GPS, ya que este proyecto toma esta tecnología como necesaria para su ejecución. Será en procesos posteriores cuando se estudie en profundidad otros aspectos más específicos de dicha tecnología.

Este proceso de aprendizaje fue de larga duración ya que estos conocimientos no se habían adquirido durante la carrera y se debió profundizar en aspectos relevantes para poder cumplimentar con los requisitos exigidos para este trabajo.

Para la adquisición de los conocimientos necesarios, han sido de gran ayuda libros y blogs de aprendizaje, citados a lo largo del presente documento.

En esta etapa también se realiza el Anteproyecto del TFG el cuál es un documento que especifica el tema elegido para la realización del Trabajo Fin de Grado. Dicho documento deberá ser aprobado para poder realizar posteriormente el proyecto, de ahí su importancia. El anteproyecto, como se ha mencionado, es una breve descripción del TFG constando de una pequeña introducción al tema, las competencias abarcadas con el proyecto, los objetivos del mismo, el método de trabajo elegido para su desarrollo y los medios que se pretenden utilizar para dicho desarrollo.

El anteproyecto, es revisado por el tutor, José Bravo, para su posterior envío a la Universidad de Castilla la Mancha para su aprobación.

5.1.3 Implementación

Después de la segunda etapa, tras la adquisición de los conocimientos básicos sobre como llevar el proyecto y siguiendo la metodología anteriormente explicada (Capítulo 4), se llevan a cabo una serie de iteraciones, explicadas con detalle en los siguientes apartados. Estas iteraciones se definen por medio de hitos, que mediante un modo incremental debían cumplirse para así al final llegar a la versión final del proyecto.

La implementación es la etapa de mayor envergadura, sobre todo, en cuánto a tiempo dedicado para su ejecución.

Como ya se ha definido anteriormente, la implementación del proyecto se realizó en base a tres versiones de CoMET, siendo la tercera y última versión (Versión Final) la presentada ante el tribunal.

5.1.3.1 Versión I

Esta es la primera versión por la que ha pasado el proyecto. En ella se efectúan los controles básicos que se desean tener con la app: distancia, tiempo y reposo. Para ello se realizan las siguientes iteraciones.

■ Iteración 1: GPS, localización

En esta primera iteración se prueba el funcionamiento del GPS en una aplicación Android desarrollada de prueba. Para ello, se requiere de cierto aprendizaje para poder conocer las características necesarias para su uso.

Lo que se consigue en esta iteración es aprender a captar la localización, es decir, la longitud y latitud del dispositivo. Además, en esta iteración se aprende a seleccionar el tiempo y/o distancia que deben pasar para volver a recibir información por parte del GPS. También se controla la parada de captación de datos por parte del dispositivo.

Para poder efectuar las pruebas oportunas en cada momento, se utiliza el emulador Android disponible para Mac.

■ Iteración 2: Primer prototipo de interfaz gráfica

En esta primera versión de la app, aun no es realmente importante la interfaz, por ello, no se presta la misma atención que a otros factores de la misma. Pero, aun así, se desarrolla una interfaz provisional para poder implementar el resto de funcionalidades del proyecto.

Esta versión consta de tres pantallas: una pantalla inicial, una pantalla de configuración y otra de selección del hogar.

La primera ventana, que puede verse en la Figura 5.1, es el inicio de la aplicación. En ella se encuentra una pequeña descripción de la aplicación y dos botones: configuración y comenzar. El último, nos redirige al lanzamiento de la aplicación que en caso de no haberse usado anteriormente nos llevará a la configuración. Por el contrario, si anteriormente ya se habían establecido los parámetros, al pulsar dicho botón, la aplicación comenzará a correr en el terminal. El botón de configuración nos dirige a la configuración, valga la redundancia, de la aplicación. Con este botón, podrá accederse a los parámetros cada vez que se desee y así, poder modificarlos.

La pantalla de configuración (véase Figura 5.2) solicita los datos requeridos por parte del usuario: distancia, tiempo y reposo máximo, así como, el teléfono al que se desea enviar el mensaje.

Por último, la ventana de localización, mostrada en la Figura 5.3, capta la latitud y longitud de ese instante y al darle a guardar se almacena como posición inicial. Tras esto, se inicia la ejecución de la aplicación, es decir, es como si comenzase el itinerario del mayor.

■ Iteración 3: Control de distancia

El primer paso a realizar para controlar las salidas del enfermo es controlar la

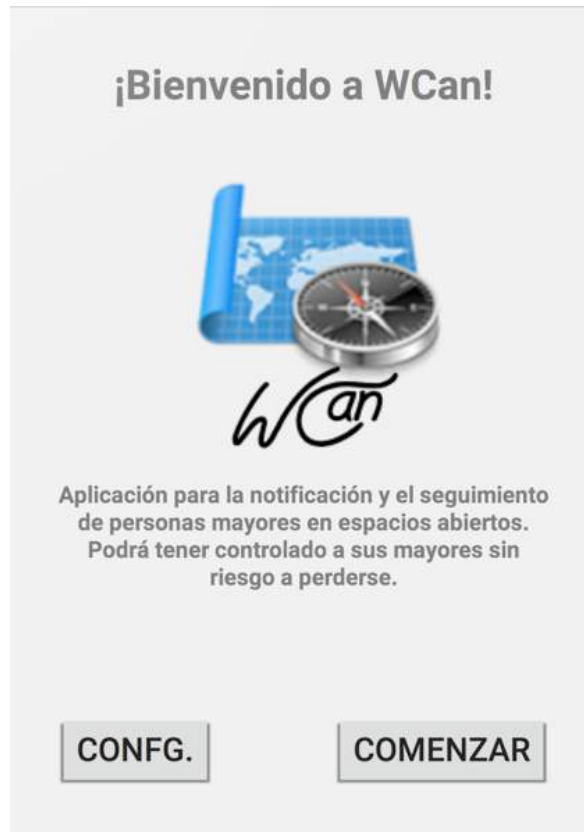


Figura 5.1: Pantalla de inicio Versión I CoMET

distancia. Para ello, una vez que se conoce como obtener la localización, se comprueba cada x tiempo la posición del dispositivo y con ello se calcula la distancia hasta el punto de partida (el hogar del mayor). Puede apreciarse la siguiente imagen (Figura ??) en la que se muestra un mapa donde se localiza la casa y un rango máximo al que se puede acceder sin saltar la restricción.

Esta distancia se calcula con el algoritmo mostrado a continuación, el cual devuelve el número de metros que separan la posición 1 de la posición 2.

Código 5.1 Método cálculo distancia

```
public double distFrom(double lat1, double lng1, double
lat2, double lng2) {
    //double earthRadius = 3958.75;//miles
    double earthRadius = 6371;//kilometers
    double dLat = Math.toRadians(lat2 - lat1);
    double dLng = Math.toRadians(lng2 - lng1);
    double sindLat = Math.sin(dLat / 2);
    double sindLng = Math.sin(dLng / 2);
    double a = Math.pow(sindLat, 2) + Math.pow(sindLng,
2)
```

Seleccione los parámetros que desea que tenga en cuenta la aplicación.

Distancia:
 km.

Tiempo:
 min.

Teléfono de contacto:

Figura 5.2: Pantalla de configuración Versión I CoMET

```

        * Math.cos(Math.toRadians(lat1)) * Math.cos(
            Math.toRadians(lat2));
    double c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a), Math.sqrt(1 -
        a));
    double dist = earthRadius * c;
    return dist;
}

```

Tras calcular la distancia, cada vez que se obtiene localización, se debe comprobar si ésta supera a la máxima establecida.

■ Iteración 4: Control de tiempo

Para poder controlar el tiempo que el enfermo lleva fuera de casa se obtiene el instante temporal que comienza a correr la aplicación y cada vez que se obtienen datos de la posición del enfermo, se vuelve a solicitar el instante temporal. Una vez se dispone de los dos instantes temporales se restan para obtener cuánto tiempo ha pasado desde el inicio.

Si el tiempo calculado es mayor al establecido por el usuario en la configuración, entonces quiere decir que el mayor ha sobrepasado el límite y debería avisarse al familiar.

■ Iteración 5: Control de reposo

En esta iteración se realiza algo parecido a la anterior. También se realizan cálculos temporales, sin embargo, aquí se comprueba además si el paciente se ha desplazado cada x tiempo. Si el paciente se ha desplazado, el instante temporal vuelve a ser recalculado.

Como en los dos casos anteriores, si se sobrepasa el tiempo de reposo se deberá enviar un mensaje al familiar para avisarlo.

■ Iteración 6: Envío de mensaje

En esta iteración, se requiere lanzar el mensaje de texto al teléfono preestablecido en la configuración. Dicho mensaje será enviado cuando alguno de los requisitos anteriores no se cumpla.

En Android, existe una clase llamada *SmsManager* que sirve para enviar mensajes de textos. Dicha clase tiene un método (*sendTextMessage*) que es el que ejecuta el envío al teléfono dado.

Código 5.2 Método envío mensaje de texto

```
private void sendMess (String msg) {  
  
    Log.d("ServiceMain", "Enviando mensaje");  
    try {  
        SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();  
        smsManager.sendTextMessage(phone, null, msg, null,  
            , null);  
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "SMS  
            enviado", Toast.LENGTH_LONG).show();  
  
    } catch (Exception e) {  
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "Error",  
            Toast.LENGTH_LONG).show();  
        e.printStackTrace();  
    }  
  
}
```

■ Iteración 7: Pruebas

Se ejecutan pruebas con el emulador cada vez que se realiza una nueva tarea. Sin embargo, en esta iteración, se ejecutan pruebas a nivel de usuario, con el dispositivo móvil. Es decir, se realizan pruebas para averiguar si la app realiza las funciones diseñadas correctamente.

Para ello, se realizan paseos intentando sobrepasar los límites configurados para corroborar si se envía el mensaje al teléfono dado.

5.1.3.2. Versión II

Con la segunda versión de CoMET se intenta mejorar los métodos de la versión I y, además, añadir nuevas funcionalidades que mejoren la app. A continuación, se muestran las iteraciones necesarias para la elaboración de esta versión.

■ Iteración 8: Añadir base de datos

El primer punto tras haber obtenido los requisitos principales, es añadir una Base de Datos (BD) a la aplicación. Con esto, se pretende que los parámetros introducidos por el usuario se almacenen y de esta forma, no tener que introducirlos cada vez que se inicia la aplicación.

Se elige SQLite para el desarrollo de la base de datos. Como no se tenía experiencia con el enlace a una BD desde dispositivos móviles Android, en esta iteración se requiere un periodo de aprendizaje y pruebas, creando una aplicación auxiliar para comprobar el funcionamiento de la BD.

La base de datos diseñada está formada tan sólo por una tabla que ha sido denominada Usuario. Dicha tabla está formada por los siguientes campos:

- Id
- Distancia
- Tiempo
- Reposo
- Teléfono
- Latitud
- Longitud

Los campos de distancia, tiempo y reposo se refieren a los máximos posibles, y la longitud y latitud son las específicas del hogar del mayor.

■ Iteración 9: Controlar datos almacenados

No sólo sirve tener almacenados los datos en la base de datos, sino que es necesario poder modificarlos. Esto es así porque uno de los requisitos de CoMET es proporcionar modificaciones de los parámetros introducidos. Por eso, cada vez que el usuario solicite un cambio de alguno de los parámetros, se deben modificar los datos almacenados en la BD.

■ Iteración 10: Añadir servicio para segundo plano

Uno de los requisitos más importantes a cumplir con este proyecto es la incorporación del segundo plano. El correr una aplicación en segundo plano indica que ésta

no tiene porqué estar encendida en la pantalla, sino que aunque tu no te des cuenta, la aplicación sigue funcionando y realizando sus cálculos.

En Android el segundo plano se consigue a través de la implementación de la clase *Service*. Ésta proporciona que la funcionalidad con más carga se pueda correr desde *atrás*, y así no hacer más lenta las ventanas mostradas al usuario.

El *service*, *ServiceMain* (véase Anexo B), contiene la funcionalidad principal de CoMET. En esta clase se añaden todos los métodos necesarios para el seguimiento del enfermo, así como: obtención de la localización, control de la distancia, cálculo de distancia, envío de mensaje, control de tiempo, traducción a dirección postal.

■ **Iteración 11: Modificaciones interfaz gráfica**

En esta versión, la interfaz no ha sido una de las prioridades. Por ello, no contiene muchas modificaciones. Tan sólo se han realizado modificaciones en botones y en la ordenación de los *labels* y cuadros de texto.

Se han realizado pruebas para aprender a modificar el tipo de letra, el color, y los temas relativos al aspecto gráfico de la aplicación.

■ **Iteración 12: Parar servicio**

Aunque en iteraciones anteriores se aprendió a parar la continua recogida de datos de localización, en la aplicación aún no se había implementado la parada de GPS.

Es en esta iteración donde se incluye una ventana, pantalla de *STOP*, que tiene como finalidad parar el *service*. Esto conlleva pausar el GPS y por tanto, dejar de recibir datos de localización. Además de parar el GPS, se finaliza cualquier funcionalidad que tenga este Servicio, es decir, todos los métodos de cálculo de distancia y tiempo, también se pausarán. Para parar esta funcionalidad se deberá pulsar el botón que contiene esta ventana.

La pantalla de *stop* aparece tras comenzar el itinerario, es decir, al salir del hogar. Una vez pulsado, esta ventana nos redigirá a la primera ventana de CoMET, para poder comenzar de nuevo el proceso.

Esta ventana también contiene un pequeño botón de configuración para que en cualquier momento puedan ser modificados los datos introducidos por el usuario.

■ **Iteración 13: Mejorar errores distancia, tiempo y reposo**

Aunque en la primera versión de CoMET se controlaban la distancia, tiempo y reposo, existían fallos en las implementaciones de estos métodos. Por ello, en esta versión, se tratan de mejorar los métodos que se encargan de estas funcionalidades.

Sobre todo, en esta iteración lo que se trata es de simplificar al máximo estos métodos para que sean más fáciles de entender y efectúen sus tareas de la manera más breve posible. Véase el código siguiente, que muestra el método de control de tiempo de CoMET.

Código 5.3 Método control de tiempo

```
public void controlarTiempo(double lat, double lon) {
    long t_actual = System.currentTimeMillis() / 1000;
    long t = t_actual - time_ini;

    if (t / 60 >= t_max && flag_tiempo) {
        Log.d("Enviando mensaje TIEMPO", "Time " + t_max
            + " t " + t / 60);

        String direccion = getMyLocationAddress(lat, lon);
        sendMess("Tiempo superado.\n Localizacion " +
            direccion );

        flag_tiempo = false;
    }
}
```

■ Iteración 14: Pruebas

De la misma manera que en la versión anterior, en la versión II, se vuelven a repetir pruebas de usuario para corroborar que las funcionalidades desarrolladas funcionan correctamente.

En esta versión, es un enfermo de demencia el que realiza las pruebas de la aplicación. Para estas pruebas se realizan varios itinerarios en los que las primeras veces se deja libre y sólo al enfermo pero, que al no salirse de los parámetros, en las siguientes rutas, se le acompaña, guiándole por un itinerario distinto para que se saltase alguna de las prohibiciones.

En estas pruebas, se verifica la existencia de errores ya que en alguno de las rutas realizadas se envía mensaje sin deber, y en otras, no se envía SMS, habiéndose sobrepasado los límites temporales.

5.1.3.3. Versión final

■ Iteración 15: Diseño logo CoMET

Al comienzo de esta versión, se desarrolla una iteración para elegir el logo de CoMET (véase Figura 5.5). Para seguir con la filosofía de la aplicación, se diseña un logo sencillo, que contenga cierto significado con la app. Por ello, el logo lo forma

la cara de una persona mayor, aunque de una manera más divertida para suavizar el problema que intenta resolver este proyecto.

Además, el logo contiene las siglas que forman este trabajo, CoMET. Como ya se especificó en capítulos anteriores, el significado de CoMET es Control de seguimiento de personas Mayores en Espacios abiertos.

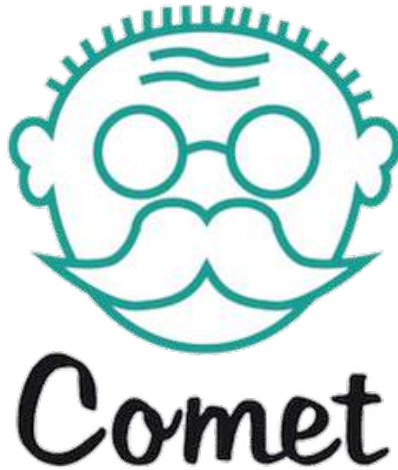


Figura 5.5: Logo CoMET

■ Iteración 16: Diseño interfaz final

Esta iteración es importante ya que, muchas veces, la visualización es demasiado importante para los usuarios. Como se especifica en los requisitos, CoMET es una aplicación cuya idea es ser lo más intuitiva y simple posible. Por ello, el diseño debe ser sencillo.

Las pantallas que conforman la versión final de CoMET son las siguientes, mostrándose un ejemplo de la imagen de inicio y las demás pudiéndose ver en Anexo C.

- **Pantalla de inicio** (Figura C.1).
- **Pantalla de configuración** (Figura C.3). En ésta se solicitan los parámetros al usuario. Teniendo que introducir la distancia, reposo y tiempo máximo junto con el teléfono del familiar al que se desea avisar en caso de incumplimiento de restricciones.
- **Pantalla de ayuda** (Figura ??). Muestra una especificación breve de los datos que se piden para que introduzca el usuario.
- **Pantalla de localización** (Figura C.4). Ventana que guarda la localización de la casa de la que se partirá en cada itinerario.
- **Pantalla de stop** (Figura C.5). Esta ventana es la que para la ejecución de la aplicación, volviendo a la principal.

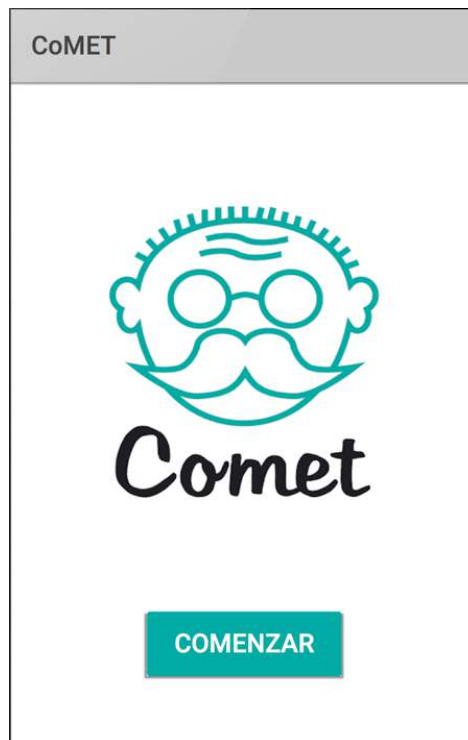


Figura 5.6: Pantalla de inicio Versión Final CoMET

■ Iteración 17: Control y resolución de errores

En esta iteración se resuelven los errores que la versión II contenía. Tras las pruebas, de la iteración 14, se aprecian fallos en la implementación ya que la app no reacciona de la manera correcta en todos los casos.

Por ello, se intentan solucionar los métodos que no ofrecen la solución deseada.

■ Iteración 18: Control de desorientación

Uno de los requisitos definidos es controlar la posible desorientación al intentar llegar de vuelta al hogar. Hasta ahora, no se había tratado este aspecto. Por lo que en esta iteración se realiza un estudio detallado de cómo poder abarcar este tema.

Primero se desarrolla un pseudocódigo que pudiera dar solución a la desorientación y posteriormente, se implementa en un método denominado *controlarDesorientacion*, al que se le debe introducir como parámetros la longitud y latitud. Dicho método puede verse en el siguiente fragmento de código.

Código 5.4 Método control de desorientación

```
public void controlarDesorientacion(double lat, double lon) {
```

```

double distancia_actual = distFrom(latitud_casa,
    longitud_casa, lat, lon) * 1000;

Log.d("Desorientacion", "d_anterior " +
    distancia_anterior + " distancia " +
    distancia_actual);

if (distancia_actual < RANGO_DESORIENTACION) {
    if (distancia_anterior > RANGO_DESORIENTACION) {
        Log.d("Desorientacion", "Desorientacion " +
            entrar_rango);
        entrar_rango--;
        if (entrar_rango == 0) {
            Log.d("Desorientacion", "Persona
                desorientada + rango " + entrar_rango)
                ;

            String direccion = getMyLocationAddress(
                lat,lon);
            sendMess("Enfermo desorientado.\n
                Localizacion: "+direccion );
        }
    }
}
    distancia_anterior = distancia_actual;
}

```

Para poder ejecutar este método se requiere haber establecido dos parámetros, previamente. Esos parámetros son: *rango_desorientación* y *entrar_rango*. El rango de desorientación es la distancia máxima que se establece como cercana al hogar del mayor. Esta distancia es elegida por el autor de este TFG. El segundo de estos parámetros nos indica el número de veces que el enfermo ha entrado en el rango de desorientación.

Este método calcula la distancia de ese punto de localización hasta el hogar y comprueba si está dentro del rango de cercanía de la casa (*rango_desorientacion*). De ser así, comprueba si la distancia calculada anteriormente estaba fuera de este rango y si es así incrementa en uno el valor de *entrar_rango*.

■ Iteración 19: Pasar localización a dirección postal

Hasta esta iteración, cuando se realizaba el envío del mensaje los datos introducidos eran la latitud y longitud en la que se encontraba el usuario. Pero, esto no es lo deseado ya que estos datos no nos proporcionan una rápida localización del enfermo. Por ello, en este punto del proyecto se desea traducir esa posición a una dirección postal que nos diga la calle en la que se encuentra el mayor.

Esto se consigue con el siguiente método que hace uso de la clase *Geocoder*. Este método devuelve un String con la dirección obtenida.

Código 5.5 Traducción a dirección postal

```
public String getLocationAddress(double lat, double lon)
{

    Geocoder geocoder = new Geocoder(this, Locale.getDefault());
    String dir = "";

    try {

        //Place your latitude and longitude
        List<Address> addresses = geocoder.getFromLocation(
            lat, lon, 10);
        if (addresses.size() != 0) {

            Address fetchedAddress = addresses.get(0);
            StringBuilder strAddress = new StringBuilder();

            for (int i = 0; i < fetchedAddress.
                getMaxAddressLineIndex(); i++) {
                strAddress.append(fetchedAddress.
                    getAddressLine(i)).append("\n");
            }
            dir = strAddress.toString();

        } else
            dir = "Direccion no encontrada!";

    } catch (IOException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "No se ha
            podido encontrar la direccion", Toast.LENGTH_LONG)
            .show();
    }
    return dir;
}
```

■ Iteración 20: Pruebas

Al igual que en las versiones anteriores, en esta versión también se realizan pruebas para comprobar el funcionamiento de la aplicación. Se debe tener un funciona-

miento correcto de la app para poder dar por finalizada la versión.

Sin embargo, estas pruebas son mas minuciosas ya que consiste en la versión final. Por ello, se prueba con dos personas que padecen demencia, dejándoles el dispositivo con la aplicación varios días para que lo tengan en sus salidas diarias. En alguna de estas salidas realizadas por ellos, se acompaña con un familiar para poder comprobar que el funcionamiento de CoMET es correcto.

Además, también se hacen pruebas con el emulador y con el autor del TFG. Se simulan rutas sin problema y rutas que sobrepasen alguno de los parámetros.

En alguna de estas pruebas se da algún pequeño fallo solventado con facilidad. Proporcionando el funcionamiento requerido por la aplicación.

5.1.4 Documentación

Esta etapa del proyecto, en su mayor parte, se ha efectuado simultáneamente con la implementación. Esta etapa contiene la documentación de todo el proceso realizado para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado.

Esta documentación ha sido realizada capítulo a capítulo, es decir, progresivamente. Cada vez que se obtenían resultados o se alcanzaba algún objetivo de CoMET, se documentaba dicho proceso.

Se han realizado revisiones por parte del tutor, José Bravo, en las que éste supervisaba cada capítulo del que consta el documento final. Así, poco a poco se disponía de cada capítulo terminado y corregido.

Capítulo 6

Resultados y costes

SE detallan los resultados obtenidos por el sistema así como las pruebas realizadas para comprobar que se cumplen los requisitos preestablecidos. De la misma manera, en este capítulo, se exponen los costes asociados a la elaboración del TFG.

6.1 Resultados

En esta sección se especifican los resultados obtenidos tras el desarrollo de CoMET. Pueden verse unas estadísticas de la evolución del proyecto, junto con las horas dedicadas para su elaboración. Además, se especifican las pruebas realizadas y los casos de estudio establecidos para corroborar el correcto funcionamiento de la aplicación.

6.1.1 Estadísticas del proyecto

Durante todo el desarrollo del Trabajo Fin de Grado se ha realizado un recuento de las horas dedicadas en cada una de las actividades (véase la Tabla 6.1).

	Definición general	Estudio previo y anteproyecto	Implementación	Documentación	Total horas mes
octubre	16	0	0	0	16
noviembre	2	21	9	0	32
diciembre	0	3	27	0	30
enero	0	0	21	0	21
febrero	0	8	12	2	22
marzo	0	15	10	0	25
abril	0	2	16	6	24
mayo	0	0	27	25	52
junio	0	0	30	55	85
Total horas	18	49	152	88	307

Figura 6.1: Tabla horas TFG

En el Anexo D se pueden ver una serie de gráficas que muestran las horas dedicadas al proyecto ordenadas por mes y por tareas.

6.1.2 Pruebas

Las pruebas realizadas han sido efectuadas de varias formas posibles, por parte del tutor de este TFG, con un simulador de Android en el mac y con la ayuda de usuarios que han probado la aplicación.

En cuanto a la primera parte de pruebas, José Bravo ha actuado como asegurador de la calidad de la aplicación Android. Él se ha encargado de que el producto final cumpla con los requisitos de calidad preestablecidos en las planificaciones. Además, ha comprobado que la aplicación cumplía los requisitos de funcionalidad acordados en las primeras fases del desarrollo. El tutor, a lo largo del proyecto, ha propuesto las modificaciones necesarias para que la aplicación fuera más amigable y fácil de usar.

Las simulaciones a través del simulador de Android del ordenador han sido muy importantes para el desarrollo. Con estas simulaciones se podía ver si se cumplían correctamente cada uno de los requisitos preestablecidos. Con el simulador, al traer incorporado GPS, también podía probarse si al incumplir la distancia el dispositivo lanzaba un mensaje.

El problema del simulador, es que no manda mensaje a móvil, ya que no tiene una SIM asociada. Por ello, los SMS se simulaban con Toast que son mensajes mostrados en pantalla durante unos segundos y después desaparecen.

Además, se han realizado pruebas por cada una de las funcionalidades que presta CoMET. Para ello, se paseaba con el smartphone intentando incumplir los requisitos establecidos y ver si enviaba mensajes al teléfono preestablecido. Estas pruebas han ido realizándose a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, cada vez que se daba por concluida una versión de CoMET.

Por otro lado, se han efectuado pruebas referentes a usuarios. Se ha probado la aplicación en un dispositivo móvil usándola dos enfermos de alzheimer, siendo uno de ellos el abuelo de la autora de este documento. Para estas pruebas, se introducía el smartphone en un bolsillo del mayor, con la aplicación funcionando, y se probaba que la aplicación funcionaba correctamente. Por ello, se realizaban pruebas

6.1.3 Casos de estudio

Algunas de las pruebas realizadas han sido establecidas mediante casos de estudio. De esta forma, se establecen unos casos de estudio en los que se saltaba algún parámetro y otros en los que se cumplían todos. De esta forma, se controlaba si la aplicación actuaba correctamente.

Los casos de estudio, para probar la aplicación, han sido los siguientes:

- **Sobrepasar distancia.**

Se establece una ruta que superaba la distancia máxima posible. Al superarse esta distancia desde el hogar, la aplicación debería enviar un SMS con la localización en

ese instante.

- **Exceder tiempo de la salida.**

Este caso de estudio correspondía con sobrepasar el tiempo máximo establecido. El usuario, tras poner en marcha la aplicación, realizaba el itinerario deseado (sin sobrepasar otros parámetros) excediéndose en el tiempo máximo que se habría requerido previamente. Así, cuando este tiempo se superase el dispositivo debería enviar el mensaje con la localización del momento.

- **Desorientación en llegada al hogar.**

Como se ha mencionado en el documento, CoMET establece un rango de cercanía del hogar. Cuando el usuario sobrepasa un número de veces este rango, entrando y saliendo de él, el dispositivo debería enviar un mensaje con la indicación de que el enfermo está desorientado, ya que éste intenta entrar en el hogar sin conseguirlo.

- **Itinerario correcto.**

De la misma manera que se establecen casos de estudio para cuando se sobrepasan los parámetros preestablecidos, también se realiza un caso de estudio para verificar que si no se sobrepasan los límites el dispositivo funciona con normalidad.

6.2 Costes

En esta sección se detallan los costes en cuanto análisis, diseño y desarrollo de CoMET además, de los recursos empleados en su realización. También se ofrece una estimación del coste de implantación del proyecto en un entorno real. Finalmente, se analiza la monetización en cuanto a términos de publicidad dentro de la aplicación.

6.2.1 Análisis, diseño y desarrollo

La implementación del presente TFG viene precedido de un análisis y diseño previo al desarrollo. Como ya se ha comentado en el Capítulo 5, en primer lugar se realizó un estudio en el que se afianzaron los requisitos que debía satisfacer CoMET en función de un estudio analítico de aplicaciones similares. Después de este estudio, se realizó el primer diseño de la app, que más tarde se mejoraría. El diseño ha sufrido varias modificaciones en el transcurso de la implementación de CoMET. Una vez definidos los requisitos y realizado un primer diseño, se procedió al desarrollo del mismo. El tiempo de implementación del presente TFG es de cinco meses, divididos a lo largo del curso escolar 2014/2015.

Para las estimaciones presupuestarias se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- El sueldo de una persona con conocimiento de desarrollador de aplicaciones móviles para Android es de 25 €/hora.
- El coste de smartphone Samsung Galaxy S4 para las pruebas.

- El coste de Macbook Pro para el desarrollo del proyecto.

Con estos datos, se ha realizado una estimación del coste total del proyecto, véase la tabla 6.2 . Se aprecia que el coste total del proyecto es 9443,00 €.

Elemento	Precio	Cantidad	Coste
Desarrollador Android	25 €/hora	307	7.675,00 €
Samsung Galaxy S4	319,00 €	1	319,00 €
Macbook Pro 13	1449,00 €	1	1449,00 €
		Total:	9443,00 €

Figura 6.2: Tabla costes proyecto

6.2.2 Monetización

Con la aplicación completada para el lanzamiento sólo quería realizar la promoción de la misma para obtener el mayor número de descargas posibles y monetizarla. Para la monetización en Android encontramos tres posibilidades: app de pago, app con publicidad y app gratuita con compras dentro de la app.

6.2.2.1. Tipos de Apps Android

Se pueden identificar distintos tipos de aplicaciones, clasificándolas en cuanto a la monetización obtenida por ellas. Según [Gor14], la clasificación de apps según la rentabilización es la mostrada a continuación:

- **Aplicaciones de pago.** El usuario deberá abonar una cantidad de dinero para poder realizar la descarga de la aplicación.
- **Aplicaciones gratuitas con publicidad.** Estas aplicaciones no tienen un coste para el usuario pero si deberá soportar la aparición de publicidad durante su uso.
- **Aplicaciones con opción mixta.** La aplicación se encuentra disponible como aplicación de pago y como aplicación gratuita con publicidad. Es una opción que en Android suele funcionar bastante bien, ya que los usuarios no suelen comprar una aplicación sin antes probarla.
- **Aplicaciones gratuitas con compras dentro de la aplicación (Freenium).** Estas aplicaciones son gratuitas para el usuario con una funcionalidad básica. Si desea añadir funcionalidad más compleja debería ir comprando módulos que aporten esa funcionalidad extra. Es el modelo seguido en la mayoría de juegos de plataformas móviles.
- **Aplicaciones con suscripción.** El usuario deberá abonar una suscripción mensual o anual para hacer uso de la aplicación.

Con este proyecto, se pretende poder subir la aplicación para su comercialización. Sin embargo, aún no ha podido efectuarse esta subida de la app. La idea es que CoMET se englobara dentro de las aplicaciones de pago, aunque éste sería mínimo, el necesario para sufragar los costes de la aplicación. El usuario haría un pago mínimo al principio, en la descarga de la app, y no tendría que efectuar ningún pago más. De esta forma, el usuario podría hacer uso de la aplicación y de los servicios que ésta presta y, al mismo tiempo, el desarrollador obtendría un beneficio para poder sufragar los gastos de desarrollo.

6.2.2.2. Play Store

La aplicación debería de ser de fácil acceso para el usuario por lo que será publicada en la tienda de aplicaciones oficial de Android denominada Play Store. Para la publicación de CoMET en Play Store sólo será necesario obtener una cuenta de desarrollador por 25\$, pago único. Una vez obtenida esta cuenta se podrá realizar la subida de aplicaciones sin límite y sin coste adicional. Para la subida a Play Store sólo es necesario generar un APK, realizar unas capturas del diseño de la app y añadir una descripción de las funcionalidades de la misma. Además, se deberá indicar la categoría a la que pertenece la app y el precio de descarga para el usuario.

Conclusiones

7.1 Limitaciones encontradas

Durante la elaboración del TFG, se han podido encontrar diferentes limitaciones que han podido ser resueltas al final. Sin embargo, algunas de las primeras ideas que se pretendían añadir al proyecto no han podido ser incluidas al final.

La primera de estas limitaciones era el lanzamiento automático de la aplicación. Se deseaba que automáticamente el dispositivo reconociera cuándo el mayor salía de casa y se iniciara directamente la aplicación. Tan sólo se requería que el mayor llevase el dispositivo en el bolsillo a la hora de salir del hogar.

Sin embargo, esto no es lo fácil que puede parecer. Existen limitaciones que han hecho que no pueda llegar a implementarse para este proyecto.

Se pensó en que esto podría ser posible a través de GPS, ya que éste no funciona dentro de casa. Por tanto, se pretendía que al comenzar a recibir señal se intuyera que el mayor saldría de casa. Sin embargo, no siempre es así, ya que si estás en los extremos de la vivienda, el GPS puede volver a funcionar.

Otra forma de poder ejecutar sola la aplicación sería instalar sensores o cámaras en la puerta para así poder controlar la salida del enfermo. Pero, esto se salía de los límites del TFG.

También han existido otras limitaciones como son la inclusión en el proyecto de algoritmos que detectasen la desorientación o pérdida del mayor. Esto, de la misma manera que el lanzamiento automático, no ha podido realizarse.

Sin embargo, esto son ideas que posiblemente en proyectos futuros puedan incluirse, al menos, alguna de ellas. Por eso, en una de las siguientes secciones se citan.

7.2 Objetivos alcanzados

A pesar de haber encontrado limitaciones en el desarrollo del Trabajo Fin de Grado, se han podido alcanzar los objetivos especificados en la primera parte de este documento (véase Capítulo 2).

El objetivo general que se pretende con este proyecto es el desarrollo de una aplicación

Android que proporcione la localización de enfermos de demencia cuando salen de casa. Así, el mayor logra cierta independencia, a la vez que el familiar puede perder ciertas preocupaciones, al menos por un tiempo.

Este objetivo ha sido cumplido con la elaboración de CoMET. Para ello, ha sido necesario abarcar los siguientes objetivos:

- **Seguimiento de la distancia recorrida**

Para poder cumplir este objetivo ha sido necesaria la elaboración de un algoritmo que calculase la distancia desde la localización actual hasta el hogar.

Este cálculo es continuo, y a la vez se comprueba si esta distancia supera a la máxima establecida por el usuario.

- **Medición de la duración**

En el momento que se inicia la actividad de la aplicación se pone en marcha un control del tiempo. Se obtiene el tiempo actual y se va controlando que no se supere al máximo permitido.

- **Detección de la desorientación del mayor**

El autor de este proyecto ha seleccionado un rango máximo de cercanía al hogar y un número de veces posible de entrada y salida de este rango. Así, cuando el mayor, en una misma salida de casa, entra y sale más del número de veces predeterminado, incumple esta opción.

Con este objetivo se pretende controlar la desorientación del enfermo. Si éste entra y sale de este rango establecido un número finito de veces puede indicar, en la mayoría de los casos, que la persona está intentando llegar a casa pero no lo consigue.

Esto se consigue con un algoritmo desarrollado por el autor del proyecto que controla el número de veces que la persona entra y sale del rango de cercanía.

- **Posibilidad de parametrización de los requisitos**

Uno de los factores importantes de este proyecto es la posibilidad de elegir los parámetros. Esto quiere decir que, cada usuario podrá elegir la distancia, tiempo y reposo que desea establecer como parámetros máximos.

De la misma manera, el usuario podrá cambiar estos parámetros cuando desee. Esto se contempla así, para que el familiar establezca la distancia y el tiempo que desee como máximos en cualquier momento, según vaya avanzando la enfermedad del mayor. De esta forma, al principio podrá poner cotas superiores y conforme pase el tiempo podrá ir disminuyéndola, o viceversa.

- **Envío de mensaje frente al incumplimiento de los requisitos**

Este objetivo se abarca con el envío de un SMS en el momento que se sobrepasen los límites temporales y de distancia. El único requisito dispensable para poder efectuar el envío del mensaje de texto será que el smartphone disponga de tarjeta SIM. De no ser así, el mensaje no llegará a su destinatario, es decir, al teléfono móvil indicado en la configuración.

■ **Envío de dirección postal**

El GPS capta una localización, es decir un punto exacto medido por latitud, longitud y altitud. Estos nos indican el punto exacto donde se encuentra la persona pero, con esos puntos no somos capaces de poder saber a simple vista donde se encuentra nuestro familiar. Por ello, CoMET transforma la latitud y la longitud en una dirección postal.

Con la dirección postal, la persona que recibe el SMS puede ver la calle donde se encuentra su familiar y así poder saber fácilmente donde se encuentra el enfermo.

Con este proceso se agiliza la búsqueda del enfermo en caso de que se hayan sobrepasado los límites.

■ **Elaboración de interfaz intuitiva y sencilla**

Es uno de los objetivos más importantes para aplicaciones dirigidas a mayores. En esta app, aunque el uso no es directamente por el mayor, se requiere un uso sencillo.

Este objetivo se cumple ya que la interfaz de CoMET es muy intuitiva. Contiene ventanas muy simples y fáciles de usar. Se puede ver a simple vista qué debe hacerse en cada una de las ventanas. Además, la funcionalidad se reduce a 2 ventanas, inicio y stop, tras haber realizado la configuración exigida la primera vez que se lanza la aplicación.

7.3 Propuesta trabajo futuro

Con la elaboración de este trabajo, no se han podido abarcar todas las cuestiones deseadas. Por ello, a continuación se detallan algunas mejoras o aspectos a añadir en posibles proyectos futuros.

Lanzar aplicación de manera automática

El primer aspecto a desarrollar en próximos proyectos relacionados con éste sería mejorar el lanzamiento de la aplicación. Para ello, se desea que éste se haga automático.

Como se ha explicado al principio de este capítulo, esto fue una de las primeras ideas de la aplicación pero que, se excluyó del proyecto final por no poder abarcarlo.

La forma de poder realizarlo sería a través de Wifi. Cuando el usuario seleccione la casa de origen sería a través de la wifi de su casa. De esta forma, se asociaría una red inalámbrica

como red del hogar y cuando ésta no tuviera la suficiente potencia podría entenderse que el mayor ha salido de casa.

Pero, esto también tiene controversias, ya que puede ser que la conexión se pierda y el dispositivo móvil entienda que el enfermo ha comenzado su itinerario.

Visualización de mapas para seleccionar hogar

Otra de las posibles mejoras sería la visualización, a través de mapas, de los rangos de distancia establecido. En vez de tener que elegir la distancia exacta, seleccionar manualmente puntos del mapa que no se desea que se sobrepasen.

Esto ayudaría a la selección de la configuración por parte del familiar, facilitándole la gestión.

Añadir almacenamiento de rutas

Otra posible mejora sería la posibilidad de almacenar las rutas diarias que realiza el mayor. Cada vez que sale el mayor del hogar se guardaría el itinerario realizado.

Con esta opción, el familiar puede tener un control de los itinerarios realizados por el enfermo y poder ver si se en alguno de los itinerarios se sale de la ruta usual.

Añadir detección de otras posibles desorientaciones

Con CoMET, sólo se tienen en cuenta la entrada y salida al *rango de cercanía* del hogar, como posible desorientación pero, existen numerosas posibles desorientaciones que podrían ser controladas.

Podrían desarrollarse algoritmos por cada una de las desorientaciones que se desearan controlar y así proporcionar más seguridad en cada itinerario del enfermo.

Incorporar otros módulos relacionados con la demencia

AAL es un ámbito en continua evolución en nuestros días, por ello, que existan numerosos proyectos realizados dentro de él.

Por eso, CoMET podría incluirse, o añadir, otros módulos relacionados con la ayuda a los mayores, como posibles detecciones de caída, por ejemplo.

Otras posibles módulos que podría incluir la app serían controles de NFC para tareas del hogar, o la medicación, en las que con sólo acercar el dispositivo móvil a la etiqueta ésta lanzara un video explicativo de las tareas que pueden realizarse y cómo realizarse.

Todos estos aspectos deberían ser tenidos en cuenta en posibles mejoras a este proyecto. Esto son sólo ideas, por lo que deberían *pulirse* para poder llegar a ser implementadas y

proporcionar soluciones.

7.4 Conclusión personal

La realización de este Trabajo Fin de Grado la he considerado como un reto personal: sacar adelante mi primer *proyecto*, aunque no sea del mismo tamaño que uno real. Este trabajo es algo completamente distinto a lo realizado hasta el momento en la carrera. Durante estos cuatro años, todas las prácticas eran guiadas, ya que el profesor que impartiera la asignatura indicaba los requisitos necesarios para poder superarla. Sin embargo, con CoMET he desarrollado yo todo el proceso, con ayuda del director, pero haciéndome responsable directa del resultado del mismo.

Me siento orgullosa de haber elegido este proyecto porque con él he visto la ilusión de mi familia en la cara, y además, he podido disfrutar aún más de mi abuelo, en todas las pruebas realizadas con él.

Desde el punto de vista tecnológico, he podido disfrutar en todo el proceso de elaboración. Me ha servido para valorar más el esfuerzo que conlleva ser informático y me ha hecho sentirme más orgullosa, aún si cabe, de haber elegido esta carrera. Sentir que haces algo que puede ser útil para personas con problemas te hace sentir gratificación y con esta profesión se puede conseguir día a día.

ANEXOS

Anexo A

Evolución proyecto

Noviembre 2014

- **Definición general**
 - Modificación requisitos
- **Estudio previo y anteproyecto**
 - Aprendizaje Android
 - Aprendizaje GPS
- **Implementación**
 - Primeras pruebas con Android
 - GPS localización (Iteración 1)

Noviembre

2014

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

Figura A.1: Planificación Noviembre 2014

Diciembre 2014

- **Estudio previo y anteproyecto**
 - Estudio y aprendizaje de cálculo de distancia.
- **Implementación**
 - Interfaz gráfica Versión I (Iteración 2)
 - Control de distancia (Iteración 3)
 - Control de tiempo (Iteración 4)

Diciembre

2014

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

Figura A.2: Planificación Diciembre 2014

Enero 2015

■ Implementación

- Control reposo (Iteración 5)
- Envío de mensaje (Iteración 6)
- Pruebas Versión II (Iteración 7)

Enero

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Figura A.3: Planificación Enero 2015

Febrero 2015

- **Estudio previo y anteproyecto**
 - Estudio de SQLite
 - Anteproyecto: Introducción
- **Implementación**
 - Añadir BD (Iteración 8)
 - Controlar datos almacenados (Iteración 9)
 - Añadir servicio (Iteración 10)
- **Documentación**
 - Capítulo 1: Introducción

Febrero

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14

Figura A.4: Planificación Febrero 2015

Marzo 2015

- **Estudio previo y anteproyecto**
 - Anteproyecto
- **Implementación**
 - Servicio (Iteración 10)
 - Modificar interfaz gráfica (Iteración 11)

Marzo

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

Figura A.5: Planificación Marzo 2015

Abril 2015

- **Estudio previo y anteproyecto**
 - Anteproyecto
- **Implementación**
 - Parar servicio (Iteración 12)
 - Mejorar errores distancia, tiempo y reposo (Iteración 13)
 - Pruebas Versión II (Iteración 14)
- **Documentación**
 - Capítulo 2: Objetivos

Abril

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9

Figura A.6: Planificación Abril 2015

Mayo 2015

■ Implementación

- Diseño logo (Iteración 15)
- Diseño interfaz versión final (Iteración 16)
- Control y resolución de errores (Iteración 17)

■ Documentación

- Capítulo 3: Estado del arte
- Capítulo 4: Metodología

Mayo

2015

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

Figura A.7: Planificación Mayo 2015

Anexo B

Segundo plano: ServiceMain

Código B.1 TransformPIB sin cabecera

```
package com.example.anacristinapg.proyectotfg;

import android.app.Service;
import android.content.Context;
import android.content.Intent;
import android.location.Address;
import android.location.Geocoder;
import android.location.Location;
import android.location.LocationListener;
import android.location.LocationManager;
import android.os.Bundle;
import android.os.IBinder;
import android.telephony.SmsManager;
import android.util.Log;
import android.widget.Toast;

import com.example.anacristinapg.proyectotfg.BD.DBManager;
import com.example.anacristinapg.proyectotfg.BD.User;

import java.io.IOException;
import java.util.List;
import java.util.Locale;

public class ServiceMain extends Service {
    LocationManager locationManager;
    LocationListener mLocationListener;
    private double d_max, distancia_anterior;
    private int r_max, t_max;
    private String phone, direccion_mensaje;
    private double longitud_casa, latitud_casa;
    private long time_ini;
    private static double RANGO_DESORIENTACION = 30.0;
    private int entrar_rango;
    private boolean flag_distancia, flag_tiempo;
```

```

public ServiceMain() {

}

@Override
public void onCreate() {
    super.onCreate();

    //TODO obtener valores de la BD
    final DBManager manager = User.getInstance().getManager(this);

    manager.consultar();
    phone = manager.get_phone();
    latitud_casa = manager.get_latitud();
    longitud_casa = manager.get_longitud();
    d_max = manager.get_distancia();
    t_max = manager.get_tiempo();
    r_max = manager.get_reposo();
    distancia_anterior = 0.0;
    entrar_rango = 3;
}

@Override
public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {
    flag_distancia = true;
    flag_tiempo = true;
    time_ini = System.currentTimeMillis() / 1000;
    Log.i("ServiceMain", "onStartCommand; time_ini " + time_ini);
    configGPS();

    return START_REDELIVER_INTENT;
}

@Override
public void onDestroy() {
    Log.i("", "Estoy en destroy");
    locationManager.removeUpdates(mLocationListener);

    super.onDestroy();
}

@Override
public IBinder onBind(Intent intent) {
    // TODO: Return the communication channel to the service.

```

```

        throw new UnsupportedOperationException("Not yet implemented")
        ;
    }

    private void configGPS() {
        //Toast.makeText(getApplicationContext(),"Estoy en configGPS",
        Toast.LENGTH_LONG).show();

        mLocationManager = (LocationManager) getSystemService(Context.
            LOCATION_SERVICE);

        mLocationListener = new MyLocationListener();

        mLocationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.
            GPS_PROVIDER, 10000, 0, mLocationListener);
    }

    private class MyLocationListener implements LocationListener {

        @Override
        public void onLocationChanged(Location location) {

            Double lat = Double.parseDouble(String.valueOf(location.
                getLatitude()));
            Double lon = Double.parseDouble(String.valueOf(location.
                getLongitude()));

            controlarDistancia(lat, lon);
            controlarTiempo(lat, lon);
            controlarDesorientacion(lat, lon);

        }

        private void sendMess(String msg) {

            Log.d("ServiceMain", "Enviando mensaje");
            try {
                SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();
                smsManager.sendTextMessage(phone, null, msg, null,
                    null);
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "SMS enviado",
                    Toast.LENGTH_LONG).show();

            } catch (Exception e) {
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "Error", Toast
                    .LENGTH_LONG).show();
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

```

```

    }

}

public double distFrom(double lat1, double lng1, double lat2,
double lng2) {
    //double earthRadius = 3958.75;//miles
    double earthRadius = 6371;//kilometers
    double dLat = Math.toRadians(lat2 - lat1);
    double dLng = Math.toRadians(lng2 - lng1);
    double sindLat = Math.sin(dLat / 2);
    double sindLng = Math.sin(dLng / 2);
    double a = Math.pow(sindLat, 2) + Math.pow(sindLng, 2)
        * Math.cos(Math.toRadians(lat1)) * Math.cos(Math.
            toRadians(lat2));
    double c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a), Math.sqrt(1 - a));
    double dist = earthRadius * c;
    return dist;
}

@Override
public void onStatusChanged(String provider, int status,
    Bundle extras) {
}

@Override
public void onProviderEnabled(String provider) {
}

@Override
public void onProviderDisabled(String provider) {
}

public void controlarDistancia(double lat, double lon) {

    double d = distFrom(latitud_casa, longitud_casa, lat, lon)
        ;

    if (d * 1000 >= d_max && flag_distancia) {

        Log.i("ServiceMain", "Distancia " + d + " mayor que la
            maxima: " + d_max + " m.");
        //Toast toast1 =

```

```

        // Toast.makeText(getApplicationContext(),
        // "Distancia superada", Toast.
        LENGTH_SHORT);
    //
    // toast1.show();
    flag_distancia = false;
    String direccion = getMyLocationAddress(lat,lon);
    sendMess("Distancia superada.\n Localizacion: "+
        direccion);
    }
}

public void controlarTiempo(double lat, double lon) {
    long t_actual = System.currentTimeMillis() / 1000;
    long t = t_actual - time_ini;

    if (t / 60 >= t_max && flag_tiempo) {
        Log.d("Enviando mensajeeeee TIEMPO", "Time " + t_max +
            " t " + t / 60);
        //Toast.makeText(getApplicationContext(), "Tiempo
        superado.", Toast.LENGTH_LONG).show();

        String direccion = getMyLocationAddress(lat,lon);
        sendMess("Tiempo superado.\n Localizacion "+direccion
            );

        flag_tiempo = false;
    }
}

public void controlarDesorientacion(double lat, double lon) {

    double distancia_actual = distFrom(latitud_casa,
        longitud_casa, lat, lon) * 1000;

    Log.d("Desorientacion", "d_anterior " + distancia_anterior
        + " distancia " + distancia_actual);

    if (distancia_actual < RANGO_DESORIENTACION) {
        if (distancia_anterior > RANGO_DESORIENTACION) {
            Log.d("Desorientacion", "Desorientacion " +
                entrar_rango);
            entrar_rango--;
            Log.d("Desorientacion", "Rango " + entrar_rango);
            if (entrar_rango == 0) {
                Log.d("Desorientacion", "Persona desorientada
                + rango " + entrar_rango);
            }
        }
    }
}

```



```
    } catch (IOException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "No se ha podido
            encontrar la direccion", Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
    return dir;
}
}
```


Anexo C

Interfaz gráfica de CoMET

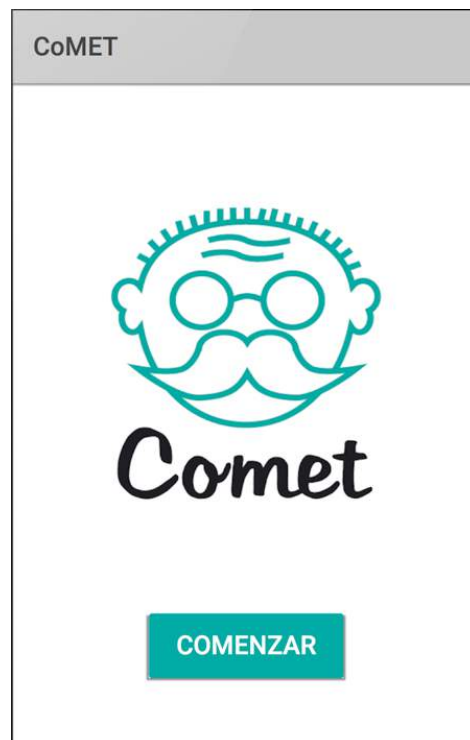


Figura C.1: Pantalla de inicio Versión Final CoMET

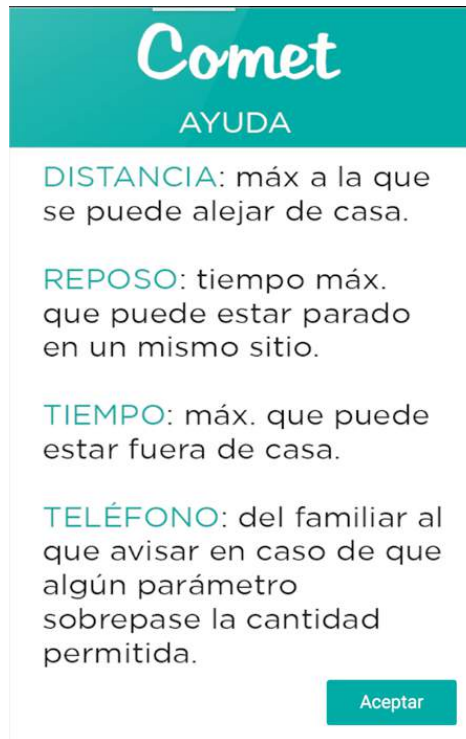


Figura C.2: Pantalla de inicio Versión Final CoMET

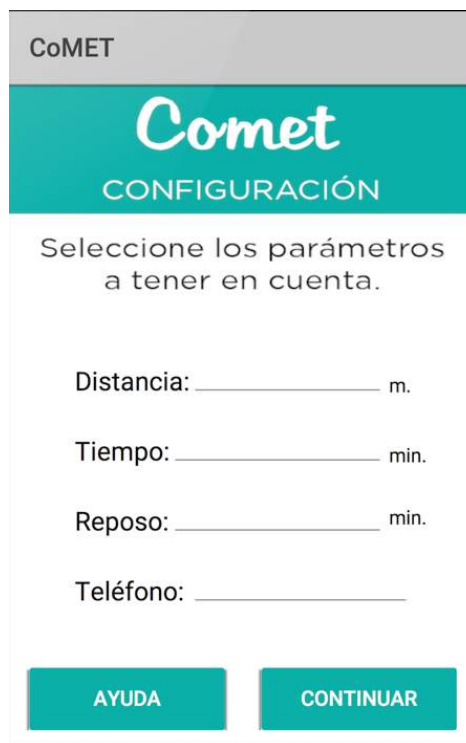


Figura C.3: Pantalla de configuración Versión Final CoMET

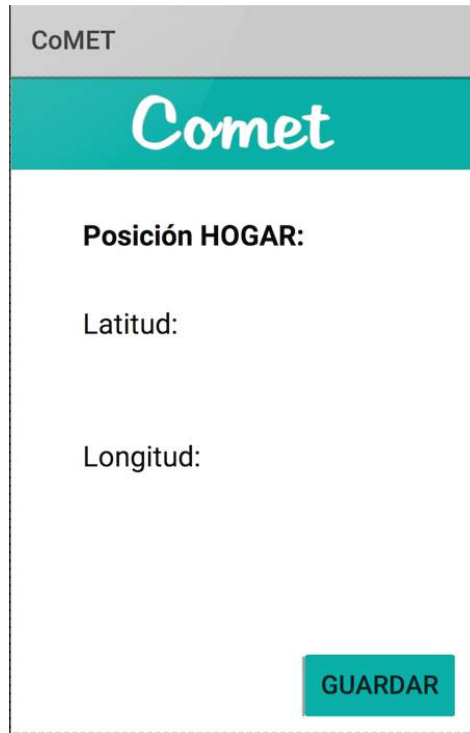


Figura C.4: Pantalla de localización Versión Final CoMET

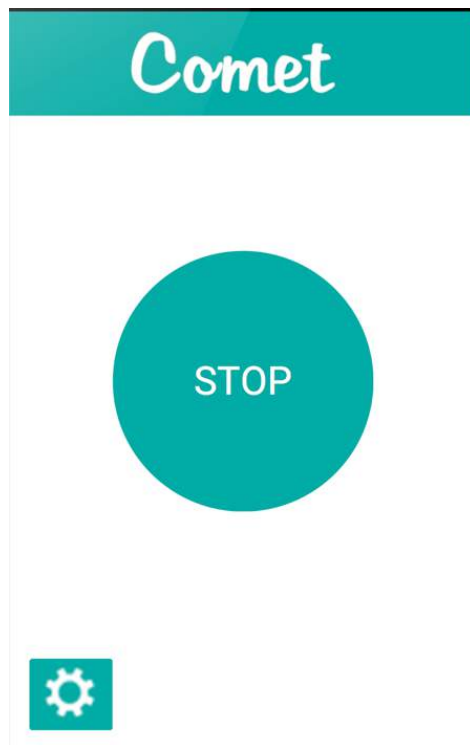


Figura C.5: Pantalla de stop Versión Final CoMET

Anexo D

Estadísticas horas desarrollo TFG

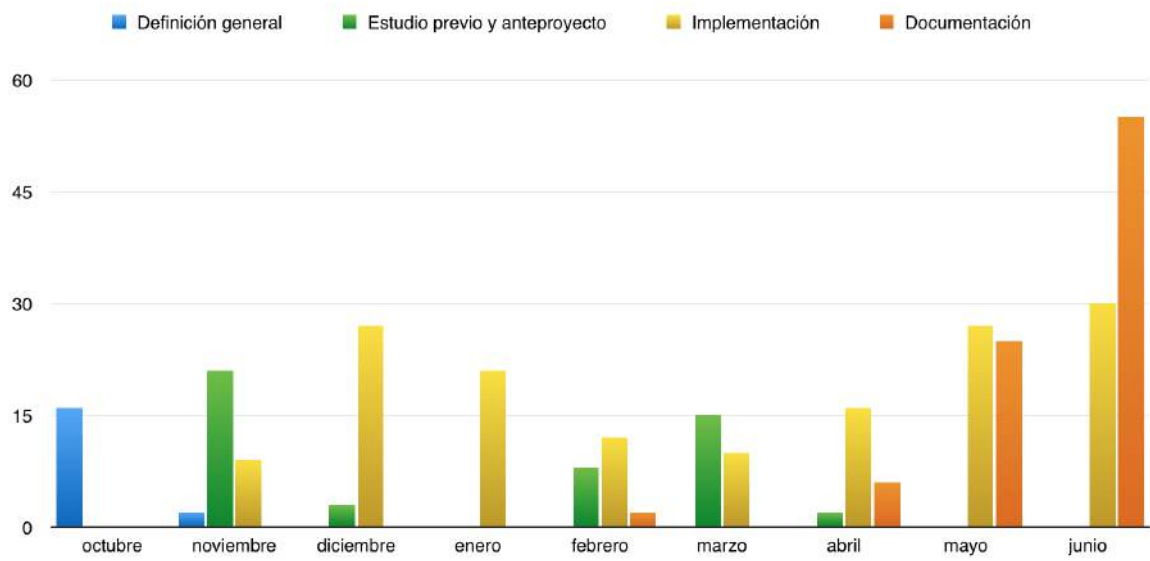


Figura D.1

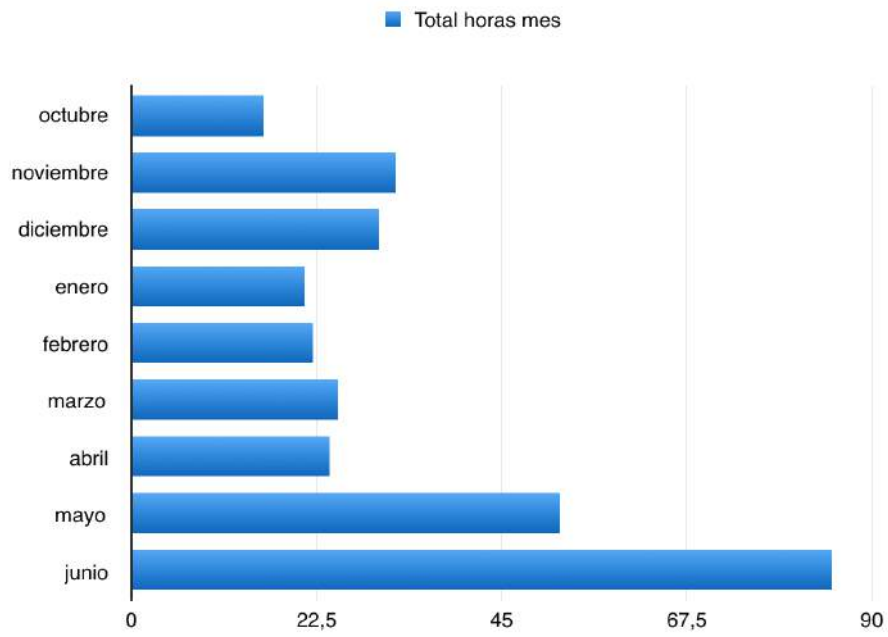


Figura D.2: Total horas por mes

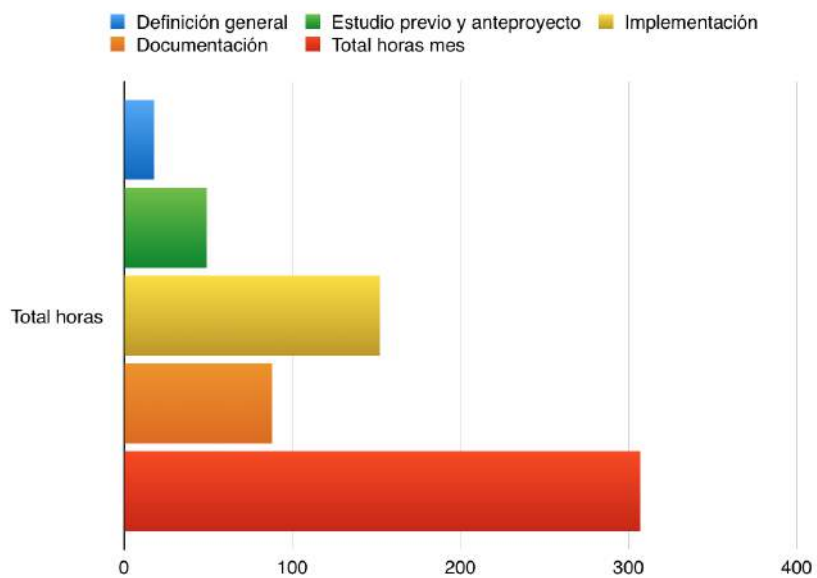


Figura D.3: Total horas TFG

● Documentación
 ● Implementación
 ● Estudio previo y anteproyecto
● Definición general

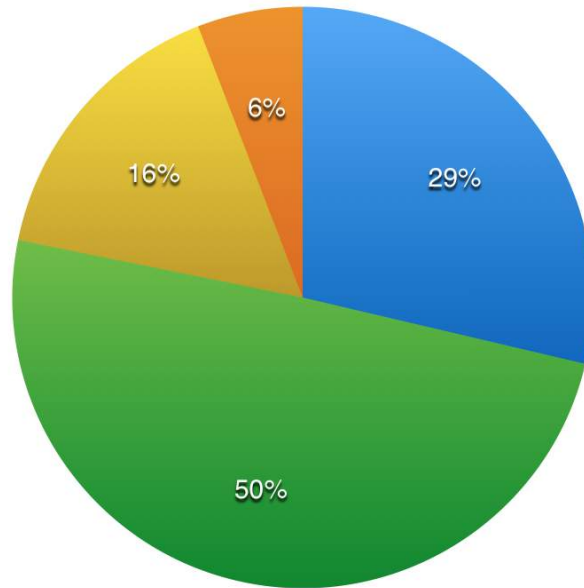


Figura D.4

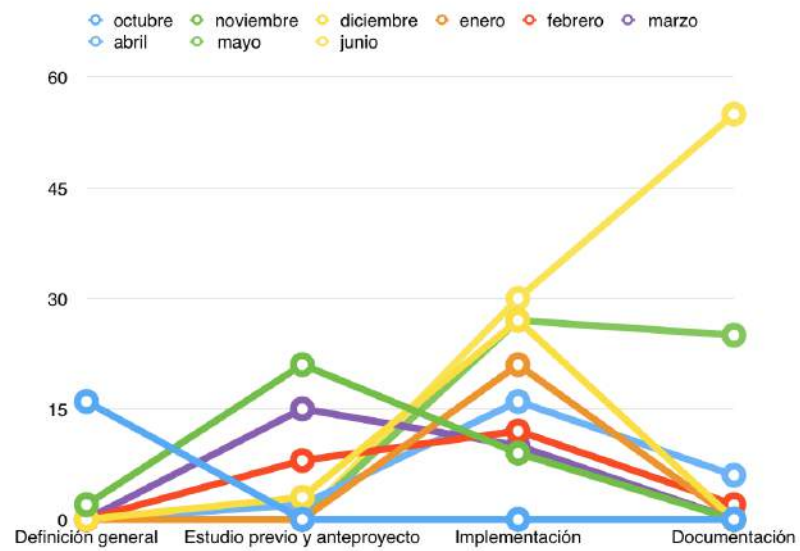


Figura D.5

Referencias

- [Anda] Android. <http://www.android.com>.
- [Andb] Android developers. <http://developer.android.com/index.html>.
- [app] ios. <https://www.apple.com/es/ios/>.
- [ASt] Android studio. <https://developer.android.com/sdk/index.html>.
- [Bah12] Eugenia Bahit. *Scrum & eXtreme Programming - para programadores*. safeCreative, 2011-2012.
- [BG12] J.V. Carmona B. Gómez. *¿sabes quien soy abuelo? Moncada, Valencia*, Septiembre 2012.
- [Dra] Draw.io. <https://www.draw.io/>.
- [Dro] Dropbox. <https://www.dropbox.com/intl/es/>.
- [Eve] Evernote. <https://evernote.com/intl/es/>.
- [Gon09] Raúl Ubeda González. *Métodos ágiles para el desarrollo de software. Master's thesis, Universidad Politécnica de Cataluña*, 2009.
- [Gor14] Antonio Leiva Gordillo. *Como monetizar. guía para desarrollar una app perfecta en android*. 2014.
- [IV05] D. López De Ipiña I. Vázquez. *Inteligencia ambiental: la presenta invisible. Sólo programadores, n° 127*, 2005.
- [JL12] J. Fontecha J. Bravo J.M. Luna, R. Hervás. *A friendly navigation-system based on points of interest, augmented reality and context-awareness. In Proceedings of 6th Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence (UCAmI 2012). Vol 7656 (2012), 137-144*, 2012.

- [Jos08] José Joskowicz. Reglas y prácticas en extreme programming. *Asignatura Nuevas Técnicas de Desarrollo de Software en Ingeniería Telemática, Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo, España*, 2008.
- [Onb] Onbile. <https://www.onbile.com>.
- [Rev08] F. Flórez Revuelta. Vida asistida por el entorno. *Revista informativa de la APETO.*, 2008.
- [RH13] J. Fontecha V. Villarreal R. Hervás, J. Bravo. Achieving adaptive augmented reality through ontological context-awareness applied to all. *Journal of Universal Computer Science*, 2013.
- [SEN] Sociedad española de neurología, sen. <http://www.sen.es/>.
- [SOM12] Idc worldwide mobile phone tracker, 24 de Mayo 2012.
- [Tex] Texpad. <https://www.texpadapp.com/>.
- [VV12] Ramón Hervás José Bravo Vladimir Villarreal, Jesus Manzano. Mobile system for medical control of chronic diseases through intelligent devices. *Ambient Assisted Living and Home Care. 4th International Workshop, IWAAL 2012*, December 2012.
- [WPh] Windows phone. <https://www.windowsphone.com/es-es>.
- [yDLdIGdA08] Iñaki Vázquez y Diego LZ. de Ipiña GZ. de Artaza. Inteligencia ambiental: la presencia invisible. *Facultad de Ingeniería (ESIDE) - Universidad de Deusto*, 2008.

