



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA  
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Memento Parking**

**Juan Bausá Arpón**

**Diciembre, 2015**



MEMENTO PARKING





**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA  
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

**Tecnologías y Sistemas de Información**

**TECNOLOGÍA ESPECÍFICA DE  
TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Memento Parking**

Autor: Juan Bausá Arpón

Director: Dr. Manuel Ángel Serrano Martín

Diciembre, 2015



## **Juan Bausá Arpón**

Ciudad Real – Spain

*E-mail:* juanbausa@gmail.com

© 2015 Juan Bausá Arpón

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Se permite la copia, distribución y/o modificación de este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, versión 1.3 o cualquier versión posterior publicada por la *Free Software Foundation*; sin secciones invariantes. Una copia de esta licencia esta incluida en el apéndice titulado «GNU Free Documentation License».

Muchos de los nombres usados por las compañías para diferenciar sus productos y servicios son reclamados como marcas registradas. Allí donde estos nombres aparezcan en este documento, y cuando el autor haya sido informado de esas marcas registradas, los nombres estarán escritos en mayúsculas o como nombres propios.



**TRIBUNAL:**

**Presidente:**

**Vocal:**

**Secretario:**

**FECHA DE DEFENSA:**

**CALIFICACIÓN:**

**PRESIDENTE**

**VOCAL**

**SECRETARIO**

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:



# Resumen

El presente documento es un ejemplo de memoria del Trabajo de Fin Grado según el

Entero

formato y criterios de la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real. La intención es que este texto sirva además como una serie de consejos sobre tipografía, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, redacción y estructura de la memoria que podrían resultar de ayuda. Por este motivo, se aconseja al lector consultar también el código fuente de este documento.

Este documento utiliza la clase L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X *esi-tfg*, disponible como paquete Debian/Ubuntu, consulta:

[https://bitbucket.org/arco\\_group/esi-tfg](https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg).

Si encuentra cualquier error o tiene alguna sugerencia, por favor, utilice el *issue tracker* del proyecto *esi-tfg* en:

[https://bitbucket.org/arco\\_group/esi-tfg/issues](https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg/issues)

El resumen debería estar formado por dos o tres párrafos resaltando lo más destacable del documento. No es una introducción al problema, es decir, debería incluir los logros más importantes del proyecto. Suele ser más sencillo escribirlo cuando la memoria está prácticamente terminada. Debería caber en esta página (es decir, esta cara).



# **Abstract**

English version of the previous page.



# Agradecimientos

A mis padres, sin vuestro apoyo no hubiera podido tomar esta decisión, gracias por confiar en mí y ayudarme a llegar hasta el final. Sólo lamento no poder teneros a mi lado en este día.

A mis hermanos, unos me habéis apoyado cuando más lo necesitaba, otros me habéis regañado para que no tirase la toalla y algunos siempre estabais al otro lado del teléfono para escucharme. Pero siempre podía contar con vuestro amor incondicional.

Manuel, sin ti no hubiera podido terminar este proyecto, tu pasión por enseñar y aprender me hizo volver a ilusionarme con aquello que tanto disfruto, gracias por recordarme todo esto y acompañarme en el último tramo.

Jose, tantos años juntos me han servido para valorar una amistad como la tuya. Algo extraordinariamente difícil de encontrar. Siempre recordaré nuestros años viviendo juntos.

Gloria, gracias por estar a mi lado. Gracias por tantos cafés. Gracias por tus correcciones. Gracias por tus discusiones. Gracias por tu sinceridad. Gracias.

Blanca, no tengo palabras suficientes con las que agradecerte todas las horas que hemos pasado juntos. Siempre podrás contar conmigo.

Ana, terminemos juntos esta etapa y comencemos juntos la siguiente.

¡Oh, capitán! ¡mi capitán! nuestro terrible viaje ha terminado,  
el barco ha sobrevivido a todos los escollos,  
hemos ganado el premio que anhelábamos,  
el puerto está cerca, oigo las campanas, el pueblo entero regocijado,  
mientras sus ojos siguen firme la quilla, la audaz y soberbia nave.  
Mas, ¡oh corazón!, ¡corazón!, ¡corazón!  
¡oh rojas gotas que caen,  
allí donde mi capitán yace, frío y muerto!

Walt Whitman

Juan Bausá



*A mi padre, in memoriam.*



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>V</b>
<b>Abstract</b>	<b>VII</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>IX</b>
<b>Índice general</b>	<b>XIII</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>XVII</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>XIX</b>
<b>Índice de listados</b>	<b>XXI</b>
<b>Listado de acrónimos</b>	<b>XXIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Título del proyecto . . . . .	7
1.2. Estructura del documento . . . . .	7
1.3. Más texto para que ocupe varias páginas . . . . .	7
<b>2. Objetivos</b>	<b>11</b>
2.1. Objetivo general . . . . .	11
2.2. Objetivos específicos . . . . .	12
2.2.1. Objetivo 1 . . . . .	12
2.2.2. Objetivo 2 . . . . .	13
2.2.3. Objetivo 3 . . . . .	13
2.2.4. Objetivo 4 . . . . .	13
2.2.5. Objetivo 5 . . . . .	14
2.2.6. Objetivo 6 . . . . .	14
2.3. Objetivos académicos . . . . .	14

<b>3. Antecedentes</b>	<b>17</b>
3.1. Localización geográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIG) . . . . .	17
3.1.1. Funcionamiento de los gps . . . . .	21
3.1.2. Cartografía y SIG <sup>1</sup> . . . . .	22
3.2. Internet y la World Wide Web (www) . . . . .	27
3.2.1. Tecnologías del lado del servidor . . . . .	31
3.2.2. Tecnologías del lado del cliente . . . . .	33
3.3. Dispositivos móviles . . . . .	33
3.4. Aplicaciones similares . . . . .	38
3.4.1. Foursquare . . . . .	39
3.4.2. Swarm . . . . .	39
3.4.3. Glympse . . . . .	39
3.4.4. Strava . . . . .	40
3.4.5. Waze . . . . .	41
3.4.6. Ingress . . . . .	41
3.4.7. Life360 Family Locator . . . . .	42
3.4.8. ¿Dónde está mi coche? . . . . .	43
3.4.9. Find my car . . . . .	43
<b>4. Método de Trabajo</b>	<b>45</b>
4.1. Dispositivos empleados . . . . .	45
4.1.1. Ordenador portátil . . . . .	45
4.1.2. Teléfono móvil . . . . .	46
4.2. Desarrollo evolutivo . . . . .	46
4.3. Kanban . . . . .	47
4.3.1. Mostrar el proceso . . . . .	48
4.3.2. Limitar el trabajo . . . . .	49
4.4. TDD . . . . .	50
4.4.1. Algoritmo Test-driven development (TDD) . . . . .	50
4.4.2. Ventajas de usar TDD . . . . .	51
4.5. Marco tecnológico . . . . .	51
4.5.1. Herramientas de diseño . . . . .	52
4.5.2. Herramientas de gestión del proyecto . . . . .	52
4.5.3. Herramientas, tecnologías y frameworks para el desarrollo . . . . .	52

<sup>1</sup>La labor de documentación está basada en: [DSA11].

4.5.4. Herramientas para la gestión de bases de datos . . . . .	52
4.5.5. Herramientas documentales . . . . .	52
4.5.6. Herramientas de implantación . . . . .	52
<b>A. Ejemplo de anexo</b>	<b>55</b>
<b>Referencias</b>	<b>57</b>



# Índice de cuadros

2.1. Objetivos parciales del Trabajo Fin de Grado (TFG) . . . . .	12
4.1. Ordenador utilizado para el desarrollo TFG . . . . .	46
4.2. Dispositivo móvil utilizado para el desarrollo TFG . . . . .	46



# Índice de figuras

1.1. Nokia 3310 con el juego Snake . . . . .	1
1.2. iPhone 1 . . . . .	2
1.3. Árbol de la ciencia de Llull y l'Encyclopédie de Diderot y d'Alembert . . .	3
1.4. Primeros enciclopedistas . . . . .	4
1.5. Mapa de Arpanet . . . . .	4
1.6. Crecimiento Internet . . . . .	5
1.7. Logotipos de proyectos de geolocalización . . . . .	6
2.1. Aproximación de la aplicación . . . . .	11
2.2. Arquitectura de la aplicación . . . . .	12
2.3. Prototipo. Home . . . . .	13
2.4. Prototipo. Home . . . . .	14
3.1. Primeros instrumentos de navegación . . . . .	18
3.2. Jones Live Map . . . . .	19
3.3. Plus Fours Routefinder . . . . .	19
3.4. Iter Avto . . . . .	20
3.5. Triangulacion satelital . . . . .	22
3.6. Tablilla babilónica y reconstrucción . . . . .	23
3.7. Mapa Ptolemáico . . . . .	23
3.8. Mapamundi de Beato de Liébana . . . . .	24
3.9. Mapamundi de Abu Abd Allah Muhammad al-Idrisi.1154 . . . . .	25
3.10. Primeros mapas de América . . . . .	26
3.11. Doctor Sir John Snow . . . . .	27
3.12. Mapa del Soho con los casos de fallecimiento por cólera . . . . .	27
3.13. Detalle del mapa del Doctor Snow . . . . .	28
3.14. Módem Bell. 1958 . . . . .	29
3.15. Modelo cliente-servidor . . . . .	30
3.16. Comunicación con servidor DNS . . . . .	31

3.17. Petición a servidor estático . . . . .	31
3.18. Petición a servidor dinámico . . . . .	32
3.19. Tecnologías utilizadas en servidores . . . . .	32
3.20. Telégrafo óptico . . . . .	34
3.21. Telégrafo . . . . .	35
3.22. Primer telegrama . . . . .	35
3.23. Inventores del teléfono . . . . .	36
3.24. Primeros teléfonos . . . . .	37
3.25. Primeros teléfonos . . . . .	37
3.26. Teléfono de segunda generación. Siemens A56 . . . . .	38
3.27. iPhone de Apple . . . . .	38
3.28. Foursquare . . . . .	39
3.29. Logo de Swarm . . . . .	40
3.30. Glympse . . . . .	40
3.31. Strava . . . . .	41
3.32. Waze . . . . .	42
3.33. Ingress . . . . .	42
3.34. Life360 Family Locator . . . . .	43
 4.1. Prototipado Evolutivo . . . . .	47
4.2. Secciones tablero kanban . . . . .	48
4.3. Columnas tablero kanban . . . . .	49
4.4. Cuello de botella en kanban . . . . .	50
4.5. Algoritmo TDD . . . . .	51

# Índice de listados

3.1. «Hola mundo» en HTML y CSS . . . . .	33
---	----



# Listado de acrónimos

<b>AJAX</b>	Asynchronous JavaScript And XML
<b>ARPANET</b>	Advanced Research Projects Agency Network
<b>ARPANET</b>	Advanced Research Projects Agency Network
<b>CERN</b>	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheet
<b>DDR</b>	Double Data Rate
<b>DNS</b>	Domain Name System
<b>DNS</b>	Domain Name System
<b>DynaTAC</b>	Dynamic Adaptive Total Area Coverage
<b>EE.UU.</b>	Estados Unidos
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>GLONASS</b>	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>HDD</b>	Hard Disk Drive
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>IRNSS</b>	Indian Regional Navigation Satellite System
<b>NCGIA</b>	NationalCentre of Geographic Information and Analysis
<b>OS</b>	Operative System
<b>RAF</b>	Royal Air Force
<b>SDD</b>	Solid-State drive
<b>SDRAM</b>	Synchronous Dynamic Random-Access Memory
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>SMS</b>	Short Message Service

<b>TB</b>	Terabyte
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TDD</b>	Test-driven development
<b>TFG</b>	Trabajo Fin de Grado
<b>UCLA</b>	University of California, Los Angeles.
<b>URSS</b>	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas
<b>USA</b>	United States of America
<b>WIP</b>	Work In Progress
<b>www</b>	World Wide Web

# Capítulo 1

## Introducción

Es evidente que las nuevas tecnologías han cambiado nuestra forma de ver el mundo. No hace más veinte años, durante los primeros años de la década de los 90, era raro ver teléfonos móviles, ya que eran productos considerados elitistas. Al poco tiempo de comenzar la socialización mediante la bajada del precio medio, debido a la bajada del coste y las mejoras en las tecnologías de producción, la posesión de un aparato de telefonía móvil, era la norma. Si bien en un principio únicamente servían para realizar llamadas sin necesidad de estar localizado en un punto fijo anclado a la red telefónica, poco a poco fueron cambiando los hábitos de consumo para llegar a lo que actualmente podemos observar. Las pequeñas pantallas en blanco y negro, útiles para ver la identidad de la llamada que recibías, poco a poco fueron dando a pantallas capaces de mostrar varias líneas de texto al mismo tiempo, necesario para la creciente demanda de mensajes de texto y para albergar pequeños juegos como el famoso *snake* de Nokia (figura 1.1).



Figura 1.1: Nokia 3310 con el juego Snake

La llegada de Apple a este mercado (figura 1.2) supuso una auténtica revolución, ya que cambió el paradigma del teléfono móvil como elemento comunicativo, para convertirlo en algo más. Una estación de trabajo integral llamada a sustituir agendas de trabajo, relojes, reproductores de música, centralitas...

Falta buscar y poner algo de bibliografía

Internet, puede ser considerado una de las diez tecnologías que más ha cambiado el mundo,



Figura 1.2: iPhone 1

y probablemente la que más rápidamente lo ha conseguido. La aparición de las primeras enciclopedias (figura 1.3), escritas y editadas con la intención de acercar el conocimiento a las masas, fueron escritas con el propósito de recoger y presentar todo el conocimiento que existía en aquella época. Los enciclopedistas (figura 1), acorde a las ideas de la ilustración, consideraban que cualquier tipo de mal provenía de la ignorancia, y por tanto la manera de combatir la raíz de los problemas era brindar a las personas la oportunidad de acceder al corpus de conocimientos existente, hasta entonces encerrado en las instituciones académicas y eclesiásticas.

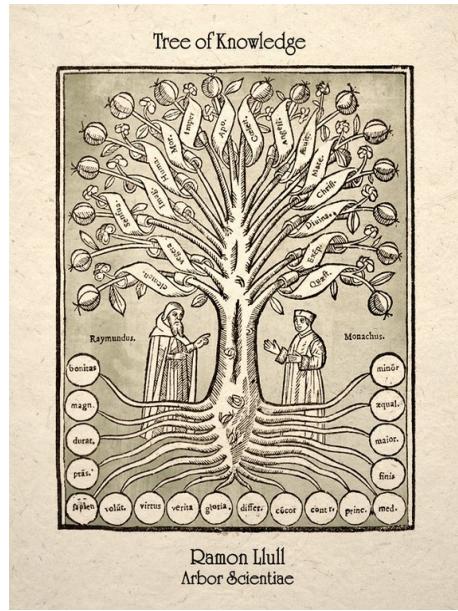
Aunque inicialmente las redes de computadores que finalmente acabarían desembocando en lo que actualmente conocemos como Internet, eran de uso militar, en el año 1983 comienza su andadura ARPANET permitiendo el intercambio masivo de datos dando acceso de universidades y centros de investigación (figura 1.5).

En el año 2012 existían en internet 634 millones de páginas web. La enciclopedia de Diderot y d'Alembert comprendía un total de 28 volúmenes con 72.999 artículos (figura 1.6).

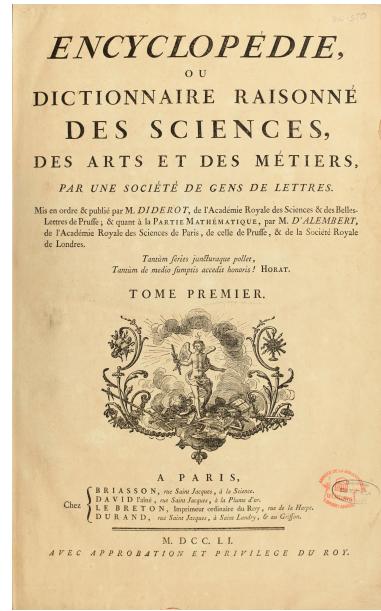
Pero la cantidad disponible de información no es una cuantificación válida de su calidad. El acceso a la información es extremadamente sencillo, pero también lo es la creación de contenidos. De la misma manera que los grandes proyectos enciclopédicos fueron escritos por grandes científicos, matemáticos, ingenieros y filósofos de la época, actualmente cualquier persona con un ordenador puede crear contenido fácilmente y ponerlo a disposición del mundo.

La geolocalización es una faceta omnipresente en la vida diaria actual, es por ello que no resulta extraño que los dispositivos móviles guarden automáticamente la posición en la que se realiza una fotografía o el lugar desde donde se escribe un comentario en una red social. Aunque existen varios proyectos de geolocalización (figura 1.7), como Galileo, GLONASS, IRNSS y Beidou, Global Positioning System (GPS) es el más conocido, y su nombre se utiliza como sinónimo de cualquier proyecto de posicionamiento por satélite.

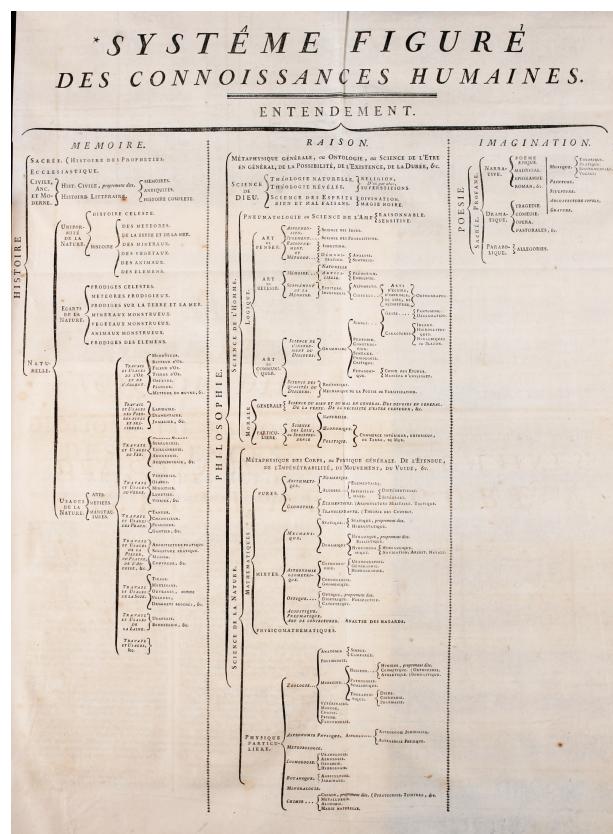
Conociendo estos hechos y teniendo en cuenta que prácticamente todos los modelos de



(a) Árbol de la ciencia de Llull. 1505



(b) Portada de l'Encyclopédie. 1751



(c) Estructura organizada del conocimiento humano. 1752

Figura 1.3: Árbol de la ciencia de Llull y l'Encyclopédie de Diderot y d'Alembert



(a) Retrato de Denis Diderot. 1767



(b) Retrato de Jean Le Rond d'Alembert. 1753

Figura 1.4: Primeros enciclopedistas

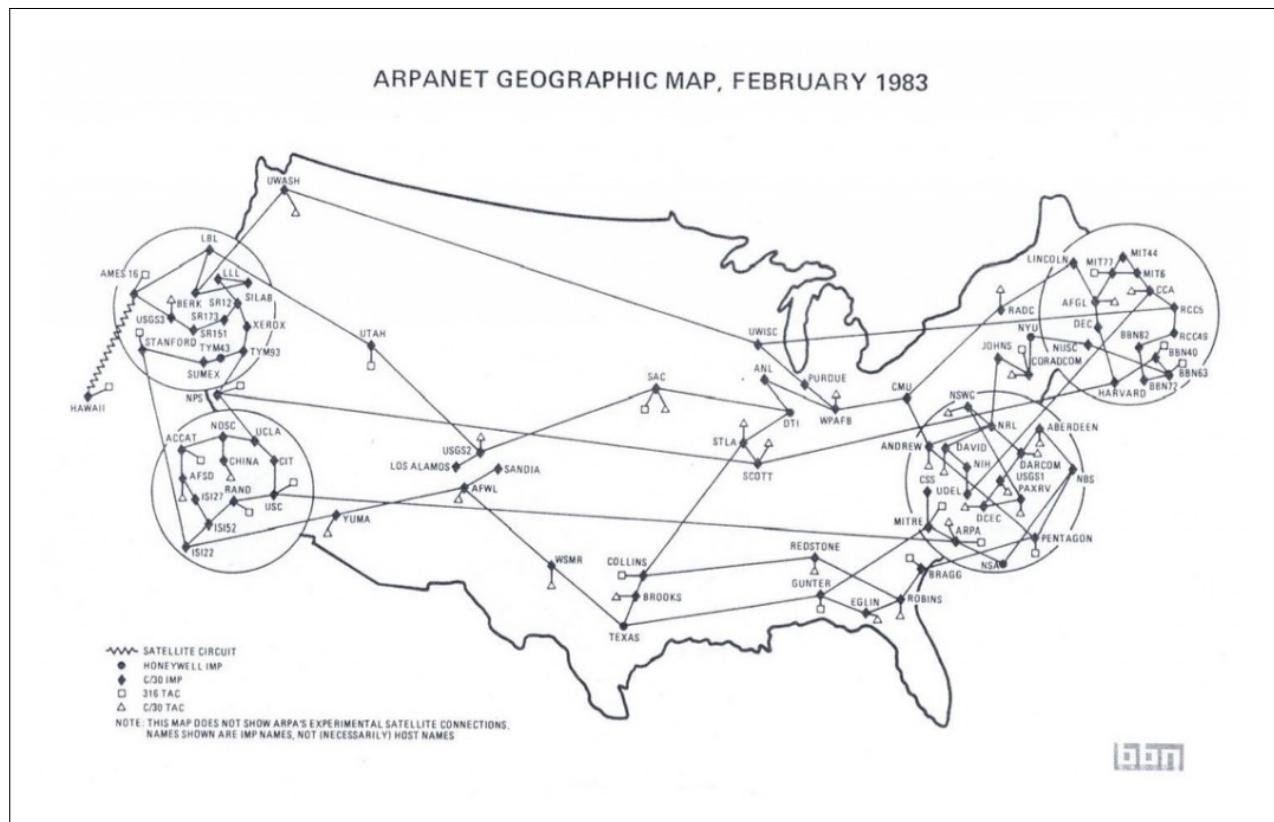


Figura 1.5: Mapa de Arpanet

# THE INCREDIBLE GROWTH OF WEB USAGE [1984-2013]

Households worldwide have become increasingly connected to the Internet at home and on the go. With technological advances and an increasing number of startups focused on mobile apps, Internet and mobile device usage continues to skyrocket.

## INTERNET USERS

- 1984 The Internet originally linked 1,000 hosts at university and corporate labs in 1984.
- 1998 It had grown to 50 million users by 1998.
- 2009 By 2009, it topped 1 billion users and linked more than 440 million
- 2012 The global Internet population reached 2.1 billion people in

TODAY

2.7BILLION USERS  
39% OF THE WORLD'S POPULATION  
41% = 750M HOUSEHOLDS

95% USE INTERNET AT HOME

60% DO SO FOR AT LEAST 3 HOURS EVERY DAY

\*Out of 10,000 U.S residents surveyed.

## WEBSITES

The number of websites have grown from:

- 1993 130 websites
- 1996 100,000 websites
- 2012 634 million websites

## SEARCH QUERIES

- 1998 Google saw 9,800 queries per day  
3.6 million annually
- 2007 1.2 billion per day  
438 billion annually
- 2012 3 billion per day  
1.2 trillion annually

Figura 1.6: Crecimiento Internet



Figura 1.7: Logotipos de proyectos de geolocalización

dispositivos móviles del mercado permiten el acceso a internet e incorporan receptores GPS, resulta interesante abordar un trabajo dedicado a ahondar en el conocimiento de temas tan extendidos como la geolocalización, los dispositivos móviles y el desarrollo web.

Es un hecho cotidiano olvidar el lugar de aparcamiento del vehículo, la dirección exacta del alojamiento hotelero y un sinfín de ejemplos similares. Desarrollar una aplicación que permita guardar, recuperar y mostrar el camino hacia una dirección exacta, resulta una opción interesante.

La idea general, consiste en un sistema que permita al usuario almacenar de forma sencilla y rápida una posición geográfica para más tarde permitir recuperarla. Aunque los usos pueden ser variados, el desarrollo se centrará en el almacenamiento de la posición de aparcamiento de vehículos. Se permitirá que varios usuarios accedan a una misma posición almacenada, bien para mostrarla, bien para modificarla, ateniéndonos a la posibilidad de que varios usuarios pueden compartir el uso o propiedad de un mismo vehículo.

## 1.1 Título del proyecto

En la portada —y otras páginas de presentación— el nombre o título del proyecto debe aparecer sin comillas, cursiva u otros formatos. Si se cita el título de otra obra, o el nombre de un capítulo sí debe aparecer entre comillas. Por cierto, las comillas que deben usarse en castellano son las «latinas», dejando las “inglesas” para los raros casos en los que aparezca una cita en el cuerpo otra [?].

## 1.2 Estructura del documento

Pueden incluirse aquí una sección con algunos consejos para la lectura del documento dependiendo de la motivación o conocimientos del lector. También puede ser útil incluir una lista con el nombre y finalidad de cada uno de los capítulos restantes.

### Capítulo 3: Antecedentes

Explica herramientas y aspectos básicos de edición con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

### Capítulo 2: Objetivos

Finalidad y justificación (con todo detalle) del presente documento.

## 1.3 Más texto para que ocupe varias páginas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi

sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

- First itemtext
- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha y^2} dy = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed

elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_0 q^k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^n a_0 q^k = \lim_{n \rightarrow \infty} a_0 \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q} = \frac{a_0}{1 - q}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-p \pm \sqrt{p^2 - 4q}}{2}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## Capítulo 2

# Objetivos

**E**N este capítulo se expone el objetivo principal del TFG, así como los objetivos parciales que se intentarán conseguir con la realización de este trabajo.

### 2.1 Objetivo general

El objetivo principal de este TFG consiste en el desarrollo de un producto software que permita al usuario almacenar una posición geográfica (típicamente, el lugar de aparcamiento de uno o varios vehículos) y recuperar más tarde esta posición para mostrarla. El usuario podrá utilizar el producto bien desde un navegador web, accediendo y autenticándose en el servidor, bien a través del dispositivo móvil (ver figura 2.1). En este último caso, se brinda la opción, una vez recuperada la posición, de mostrar una ruta guiada hasta el lugar de aparcamiento.

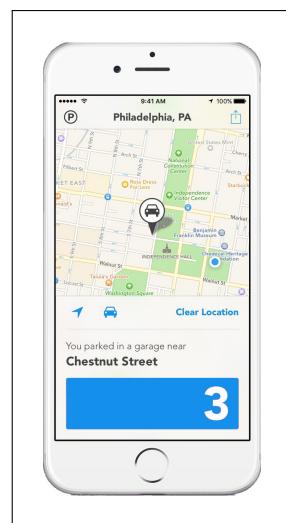


Figura 2.1: Aproximación de la aplicación.

El objetivo del TFG será la realización de una página web diseñada para almacenar y recuperar coordenadas geográficas y la modificación de las mismas por parte de varios usuarios.

En la figura 2.2 se puede ver un diagrama de la arquitectura del sistema que se implemen-

tará en el presente TFG.

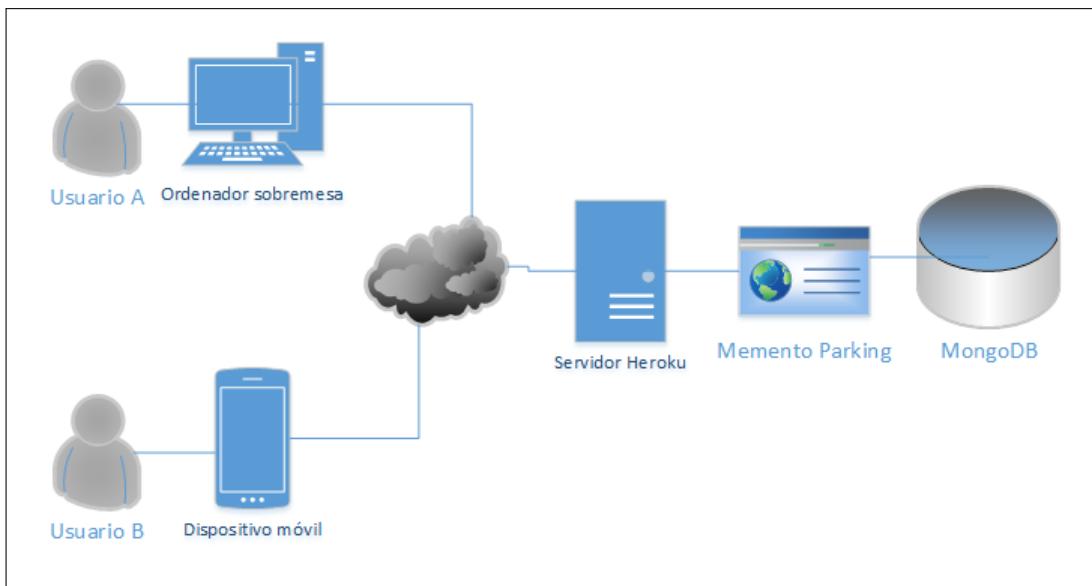


Figura 2.2: Arquitectura de la aplicación

## 2.2 Objetivos específicos

En la tabla 2.1 se puede observar los objetivos necesarios para la consecución del TFG.

<b>Id Objetivo</b>	<b>Descripción del objetivo</b>
Objetivo 1	Realizar una página web para el acceso a la herramienta
Objetivo 2	Añadir gestión de usuarios a la página (registro y control de acceso)
Objetivo 3	Permitir el almacenamiento, edición y recuperación de datos a través de la página web
Objetivo 4	Mostrar los datos almacenados mediante la inclusión de mapa
Objetivo 5	Facilitar a un usuario permitir a otros usuarios la edición de los datos almacenados
Objetivo 6	Añadir opción para mostrar recorrido desde el punto actual al punto almacenado

Cuadro 2.1: Objetivos parciales del TFG

### 2.2.1 Objetivo 1

*Realizar una página web para el acceso a la herramienta.*

El comienzo del desarrollo será la implementación de una página web que sirva como marco y base para el resto de objetivos. Al termino de este punto debe existir una página web accesible con todos los elementos típicos que se un usuario espera encontrar, esto es, una página de inicio, contacto, acerca de, y una estructura reconocible y visualmente agradable. También se prestará atención a la accesibilidad desde dispositivos móviles comprobando que

la visualización es correcta y no se pierde ni funcionalidad ni estética al cambiar el método de acceso. En la figura 2.4 se puede observar un prototipo inicial de la página principal de la aplicación.

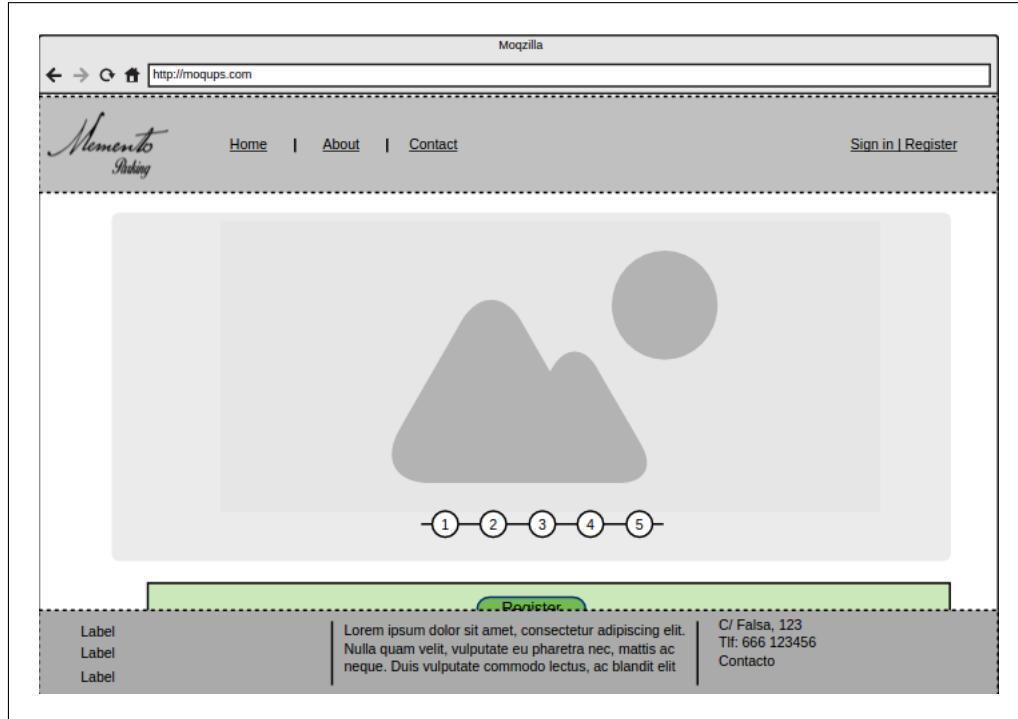


Figura 2.3: Prototipo. Home

## 2.2.2 Objetivo 2

*Añadir gestión de usuarios a la página (registro y control de acceso).*

El segundo paso consistirá en realizar la gestión de usuarios permitiendo su registro y controlando el acceso de los mismos. Al terminar este punto la página web estará compuesta de contenido accesible a cualquier visitante y contenido accesible a aquellos usuarios autenticados en el sistema. Se prestará especial atención al almacenado seguro de las contraseñas mediante encriptación.

## 2.2.3 Objetivo 3

*Permitir el almacenamiento, edición y recuperación de datos a través de la página web.*

El tercer objetivo consistirá en permitir al usuario almacenar las coordenadas introduciéndolas manualmente y mostrarlas por pantalla cuando así se requiera.

## 2.2.4 Objetivo 4

*Mostrar los datos almacenados mediante la inclusión de mapa.*

El objetivo número cuatro refina la entrada de coordenadas haciendo que el usuario no deba incluirlas a mano. Se mostrará un mapa por pantalla mediante el cual podrá seleccionarse una ubicación concreta para que el sistema recuperé sus coordenadas geográficas y las alma-

cene. La salida será similar, mostrándose las coordenadas mediante la inclusión de elementos reconocibles dentro del mapa.

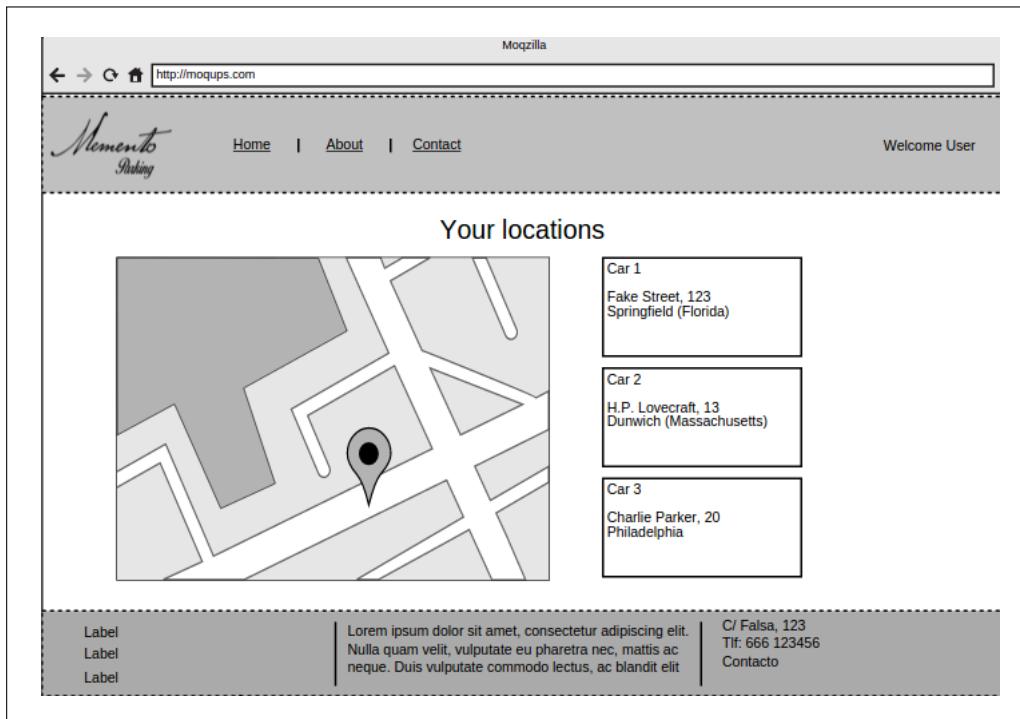


Figura 2.4: Prototipo. Home

## 2.2.5 Objetivo 5

*Facilitar a un usuario permitir que otros usuarios editen de los datos almacenados.*

En este punto daremos un paso más en la gestión de usuarios permitiendo que interactúen entre ellos. El usuario propietario podrá dar permiso a ciertos usuarios, llamados *usuarios conocidos*, para acceder a sus datos almacenados y poder modificarlos.

## 2.2.6 Objetivo 6

*Añadir opción para mostrar recorrido desde el punto actual al punto almacenado.*

El objetivo final será añadir funcionalidades auxiliares, como mostrar una ruta desde la localización del usuario hasta la posición almacenada.

## 2.3 Objetivos académicos

La consecución del TFG lleva una serie de objetivos académicos aparejados, entre los que cabe destacar el aprendizaje y asentamiento de las siguientes tecnologías:

- Ruby on Rails
- MongoDB
- AngularJS
- Bootstrap

- Android



# Capítulo 3

## Antecedentes

**E**n este capítulo se muestra el trabajo de documentación e investigación previa a la realización del presente TFG. En primer lugar se abordarán los sistemas de posicionamiento, su historia y el desarrollo del gps<sup>1</sup>

y los antecedentes de los SIG, más tarde se comentarán algunos aspectos relevantes de la web y de las tecnologías móviles. Para terminar, se enumerarán algunas aplicaciones similares que podemos encontrar actualmente en el mercado.

### 3.1 Localización geográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los GNSS permiten conocer en tiempo real la posición de un objeto cualquiera en la superficie terrestre.

Según Scott Gleason y Demoz Gebre-Egziabher [GGE09] podríamos definir la navegación como:

El proceso de determinación de la posición, la velocidad y, en algunos casos, la orientación de un objeto.

Por tanto, un GNSS consiste en una constelación de satélites que permiten determinar con precisión las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado en cualquier punto de la superficie terrestre.

El inicio de este tipo de sistemas podríamos encontrarlo en los primeros marinos. La decisión de alejarse de las rutas que transcurrían a lo largo de la línea de visión de la costa, con la intención de reducir el tiempo, los costes derivados de los viajes y la posibilidad de encontrar nuevos mercados, planteó un nuevo reto tecnológico consistente en conocer con exactitud la localización en la que se encontraban. La primera solución vino de la mano de un gran conocimiento de la bóveda celeste y la posición de las estrellas. Usando instrumentos

<sup>1</sup>Debido al extendido uso de la denominación *GPS* como sinónimo de los Global Navigation Satellite System (GNSS), se usará de este modo. Para referirse al sistema de posicionamiento propiedad del gobierno de los Estados Unidos Global Positioning System (GPS) se utilizará el acrónimo en mayúsculas

como el astrolabio y el sextante (ver figura 3.1), se podía calcular con asombrosa exactitud la posición.



Figura 3.1: Primeros instrumentos de navegación

Hasta tiempos recientes (segunda mitad del S. XX), con la irrupción del posicionamiento satelital, este era el método usado para conocer la ubicación en la que se encontraban. Los primeros prototipos del gps se desarrollan a principios del S. XX, coincidiendo con los comienzos de la automoción, aspecto este último que ha dado la gran fama a esta tecnología. El primer gps data de 1909, que consistía en un odómetro que giraba un mapa indicando los hitos más importantes que se podían encontrar en el punto kilométrico en el que estabas. Este primer prototipo se llamaba *Jones Live Map* (ver figura 3.2), cada mapa era válido para unos 160 km y después había que cambiarlo por el siguiente mapa. Este primer intento dejó de fabricarse en los años 20, cuando las carreteras estaban correctamente señalizadas [GPS12].

También en la década de los veinte, hizo su aparición el *Plus Fours Routefinder* (ver figura 3.3), consistente en un pequeño reloj de muñeca con una serie de papiros con la información de la ruta que debían ir desenrollándose de forma manual para ir viendo las indicaciones [Plu14].

Otro de los padres del gps moderno es el llamado *Iter Avto* (ver figura 3.4), consistente en un mapa enrollado conectado al velocímetro del coche para sincronizarlo. La dos grandes ventajas con respecto al *Plus Fours Routefinder*, consistía en que se instalaba sobre el salpicadero del coche y mostraba de forma gráfica la posición. Su inconveniente, cualquier desviación de la ruta era completamente indetectable [Par13].



Figura 3.2: Jones Live Map



Figura 3.3: Plus Fours Routefinder

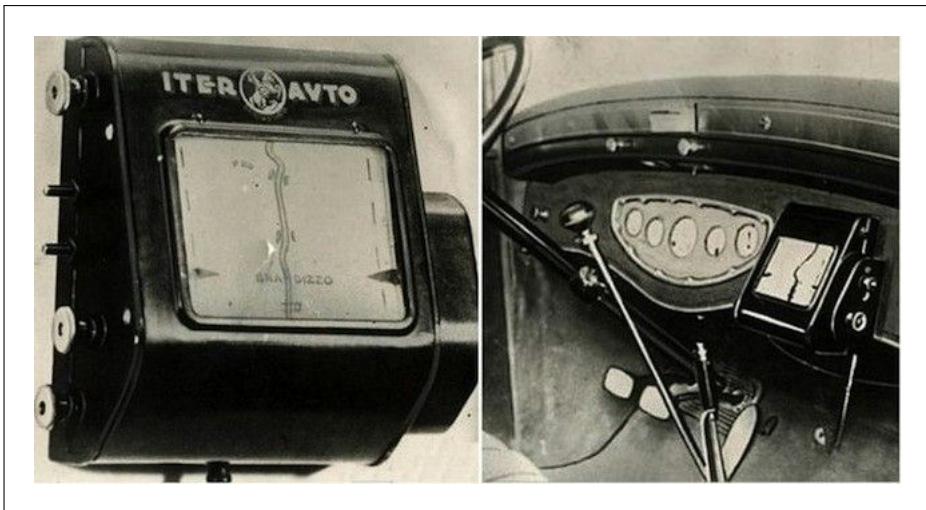


Figura 3.4: Iter Avto

Durante la segunda guerra mundial, la RAF desarrolló un sistema de posicionamiento para sus bombarderos consistente en tres estaciones de radar que localizaban con precisión al avión [Ori13]. Los verdaderos orígenes de los gps como sistema de navegación satelital se remontan a 1957 con el programa *TRANSIT*. Por un lado la marina de los estados Unidos inicia el programa *Polaris*, que consiste en el despliegue de misiles transcontinentales suboceánicos. Alcanzar los objetivos con los misiles dependía de la capacidad de determinar con precisión la posición de los submarinos en cualquier punto de la superficie terrestre. Por otro lado, la universidad Johns Hopking de Maryland, consigue determinar con precisión la órbita del *Sputnik 1* a partir del desplazamiento Doppler sufrido por la señal que emitía y el conocimiento preciso de la posición del receptor. Con estos elementos, invertir los términos del problema resultó relativamente sencillo, esto es, conociendo la posición de un satélite de forma precisa, es posible determinar la de un receptor situado en el submarino de posición desconocida midiendo el desplazamiento Doppler sufrido por la señal emitida del satélite.

El sistema *TRANSIT* entró en funcionamiento en 1964 con el lanzamiento de 10 satélites y se mantuvo en servicio hasta 1996. En 1967 se permitió su uso civil. El error típico de este sistema era de unos 250 metros, por lo que resultaba muy útil para la navegación de aviones, barcos y submarinos, pero por razones obvias (precisión y tamaño de los receptores) aún estaban lejos de los sistemas de navegación personal actuales.

La Unión Soviética había desarrollado casi al mismo tiempo, un sistema muy parecido con idénticas prestaciones, el *TSICADA*, lo que resultaba inadmisible para los norteamericanos en el contexto de la guerra fría, por lo que comenzó a desarrollarse lo que posteriormente sería el GPS [Pal10]. El *NAVSTAR-GPS* nació en 1973 para uso exclusivamente militar, con una constelación de 24 satélites en órbitas inclinadas de 12 horas, lo que se traducía en que cualquier receptor en el mundo tendría en su horizonte visible al menos 5 satélites dispo-

nibles en todo momento. El TRANSIT, no sólo no podía garantizar esto, debido a que sus satélites eran de órbita baja, si no que con sus 6 satélites, algunos receptores podían estar varias horas esperando señal. El primer satélite se puso en órbita en 1978. La precisión de este nuevo sistema era de 1 metro y podía ser incorporado en misiles, bombas inteligentes, vehículos, etc. Debido a su consideración de recurso de gran valor estratégico, su uso estaba limitado al ámbito estrictamente militar. El 31 de agosto de 1983 tuvo lugar uno de los incidentes internacionales más graves de la guerra fría, que a la postre resultaría decisivo para el uso actual del GPS, el derribo del vuelo de *Korean Airlines KAL007* por parte de la URSS [Kor15].

El citado vuelo, usando los sistemas de navegación tradicionales disponibles en aquella época, y usando el piloto automático, invadió en dos ocasiones el espacio aéreo de la Unión Soviética, que acabó interceptándolo mediante dos cazas militares y derribándole con un ataque con misiles, matando al pasaje y la tripulación completa, con un resultado de 269 fallecidos. La respuesta internacional no se hizo esperar, y el entonces presidente de USA, Ronald Reagan, anunció que el sistema GPS estaría disponible para propósitos civiles una vez finalizase el proyecto, con la intención de que no se volvieran a repetir incidentes similares. Para evitar que sus enemigos pudieran hacer uso de esta nueva tecnología para construir misiles de precisión con los que atacarlos, el Departamento de Defensa de EE.UU. impuso una serie de restricciones en la precisión de los receptores, de manera que el error en el posicionamiento fuera mayor que el de los disponibles para uso militar. Por ello los receptores de gps de uso civil eran incapaces de mostrar una resolución menor de 20 metros. Durante la primera guerra del golfo, en 1991, se desarrolló una mejora en la precisión del GPS llamada, GPS Diferencial, que conseguía precisiones de entre 1 y 3 metros de exactitud.

### 3.1.1 Funcionamiento de los gps

La base sobre la que se asienta el funcionamiento del posicionamiento mediante satélites consiste en que sea cual sea nuestra localización en la corteza terrestre, siempre estaremos a la vista de al menos cuatro satélites distintos.

Cada uno de estos satélites transmite información acerca de su localización que será utilizada por nuestro receptor para calcular la distancia a la que se encuentran, en función del tiempo que tardan las señales en llegar. Conociendo la distancia a la que se encuentran, como mínimo, tres satélites, es posible conocer con un cierto grado de aproximación la zona en la cual debemos estar posicionados. Este proceso de localización se conoce como triangulación.

Si estamos al alcance de un único satélite, la posible zona en la que nos encontraremos será todo el área de influencia del mismo. En el caso de utilizar dos satélites, la zona en la que podríamos encontrarnos sería la superficie de la intersección de las dos esferas imaginarias creadas con centro cada uno de los satélites y radio la distancia a nuestra posición.

En el caso de utilizar tres satélites, que como hemos comentado anteriormente es el mínimo necesario, la posible localización se ve reducida a dos puntos. Para conocer con precisión cual de esos dos puntos es el correcto haría falta un cuarto satélite, pero en términos generales, uno de ellos no estará ubicado en la corteza terrestre, por lo que podrá descartarse y conocer de esta manera nuestra localización (ver figura 3.5).

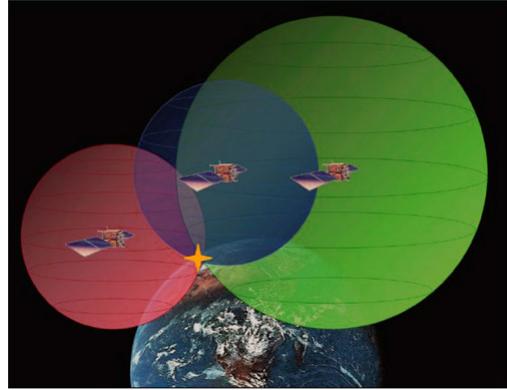


Figura 3.5: Triangulación satelital

Debido a razones de obvias de estrategia militar, la precisión dada por los satélites GPS incluía un cierto grado de error aleatorio llamado *disponibilidad selectiva*. Este error fue eliminado el 2 de mayo del año 2000. Habitualmente la precisión para usos civiles se veía limitada a 100 metros [Cor00].

### 3.1.2 Cartografía y SIG<sup>2</sup>

Antes de la aparición de la historia, esto es, antes de la constatación escrita de los acontecimientos, se produjo la aparición de los mapas. Estos estaban realizados con la intención de establecer distancias, recorridos y localizaciones de elementos de cierta importancia.

El mapa más antiguo del que se tiene noticia proviene de la antigua Babilonia y está fechado alrededor de 4500 años a.C. Actualmente está conservado en Museo Británico (ver figura 3.6).

La antigua Grecia fue quien colocó las bases para la cartografía actual, aportando grandes conocimientos geométricos, matemático geográficos y astronómicos. Los cartógrafos griegos, que admitían la forma esférica de la tierra, fueron los iniciadores del sistema de localización geográfica, es decir, las latitudes y longitudes, hicieron las primeras proyecciones [Sch07] y dieron una cifra bastante aproximada del tamaño de nuestro planeta [AB09].

Prácticamente todo lo que conocemos de la cartografía de este tiempo se debe a los escritos de Herodoto y Estrabón que mencionan a Anaximandro de Mileto como el realizador de un mapa completo de la tierra incorporando mares y ríos [Kap10]. Pero de entre todos los personajes de la antigua gracia, fue Claudio Ptolomeo el más importante para el campo de la

---

<sup>2</sup>La labor de documentación está basada en: [DSA11].



Figura 3.6: Tablilla babilónica y reconstrucción

cartografía con su obra *Geographia* en la que se puede apreciar un mapamundo que abarca desde las islas Canarias por el oeste hasta China por el este (ver figura 3.7). Debido a que en este mapa aparecen las latitudes, el ecuador la escala y está orientado al norte, es posible apreciar las bases de las cartas de navegación modernas.

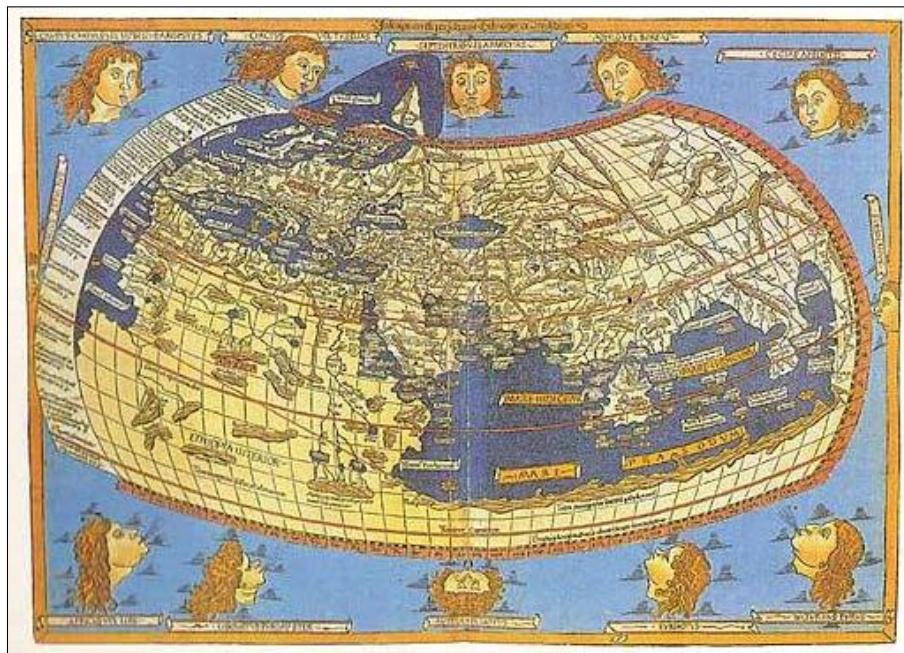


Figura 3.7: Mapa Ptolemaico

Durante la era romana se sufrió un retroceso en la cartografía, que no volvería a los niveles griegos hasta el siglo XVI, ya que estaban más interesados en la realización de mapas

prácticos de fines militares, administrativos y comerciales que en plasmar la realidad sobre el papel.

Durante la edad media, se pierde el concepto de esfera en los mapas y se representa el mundo ateniéndose más a conceptos místicos y religiosos que a la propia realidad. Normalmente aparece Jerusalén en el centro del mapa, como ejemplo en la figura 3.8 se puede observar el mapamundi incluido de Beato de Liébana.



Figura 3.8: Mapamundi de Beato de Liébana

En el año 1154, Al Idrisi, cartógrafo ceutí, presenta un mapa alejado de las convenciones europeas existentes en la época y más cercanos a los planteamientos griegos. En su mapa se puede observar con gran detalle los perfiles de Europa, norte de África y gran parte de Asia, aunque está orientado hacia el sur, en lugar de la orientación norte a la que estamos acostumbrados (ver figura 3.9).

A mediados del siglo XV da comienzo la cartografía moderna como consecuencia de la recuperación de los escritos de Ptolomeo, la invención de la imprenta y la posibilidad de divulgar los mapas con facilidad y los grandes avances técnicos respecto a la brújula y las embarcaciones, que permitían hacer viajes más largos, para lo que necesitaban mejores cartas de navegación.

En el año 1500 aparece el mapa de Juan de la Cosa, y aunque no existe consenso al respecto, la mayor parte de los autores consideran que este es el primer mapa en que aparece América [VPE06], aunque hay que esperar al año 1507 para poder ver el nuevo continente



Figura 3.9: Mapamundi de Abu Abd Allah Muhammad al-Idrisi.1154

con su nombre, propuesto por Américo Vespucio, en el mapa de Martin Waldseemüller (ver figura 3.10).

Ya en el siglo XX, el desarrollo de la fotografía y la aviación, en el contexto de la Gran Guerra y sobre todo durante la Segunda Guerra Mundial, permitió una gran revolución cartográfica. Siendo conscientes de la gran ventaja militar que suponía el profundo conocimiento del terreno, empiezan a desarrollarse grandes proyectos en este sentido, que culminarán durante la segunda mitad del siglo, en la cartografía de precisión mediante satélites [LH06].

Debido a que el término SIG engloba la integración de muy diversas áreas, no existe una única definición totalmente consensuada [Chr97]. La definición aportada por el National-Centre of Geographic Information and Analysis (NCGIA) resulta ampliamente aceptada:

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Uno de los elementos relevantes de los SIG son la asociación de información a una imagen concreta y una de las primeras muestras de esto lo podemos encontrar en el Londres victoriano de mediados del siglo XIX. En el año 1854, el doctor John Snow (ver figura 3.11) utilizó un mapa del Soho londinense para ubicar los casos de un brote de cólera (ver figura 3.12). Con la ayuda de los registros del hospital de Middlesex y de Henry Whitehead, párroco local, recogió las defunciones producidas mediante una fina línea de color negro que se



(a) Mapamundi de Juan de la Cosa. 1500



(b) Mapamundi de Martin Waldseemüller. 1507

Figura 3.10: Primeros mapas de América

apilaban unas sobre otras a medida que se producían las muertes, consiguiendo el efecto de asociación de información a imagen comentado en el párrafo anterior [Cai11].

Este ejemplo temprano, combinado con la geolocalización nos permite identificar las líneas base de representación de lo que será el presente TFG.

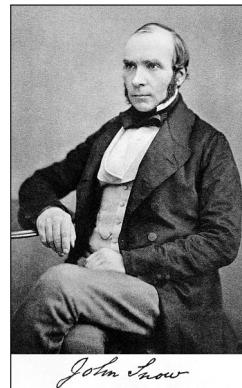


Figura 3.11: Doctor Sir John Snow

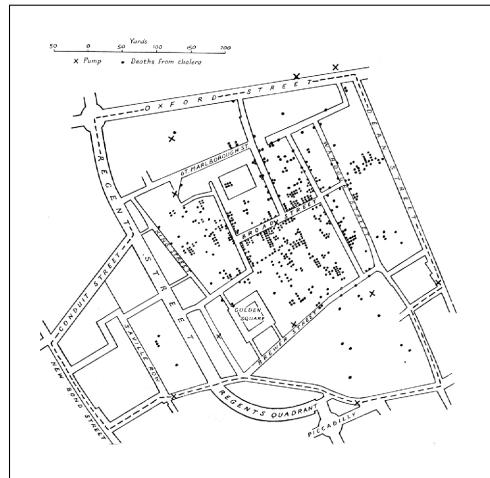


Figura 3.12: Mapa del Soho con los casos de fallecimiento por cólera

Gracias a ello y referenciando en el mapa la posición de los pozos de agua, pudo comprobar como una gran cantidad de víctimas se encontraban dentro de la zona de influencia de una bomba de agua en Broad Street (ver figura 3.13), que a la postre resultó estar contaminada con heces. Recomendando la clausura de la misma consiguió acabar con la epidemia [GM07]. Debido a estos logros se le considera el padre de la epidemiología moderna y podemos ilustrar uno de los primeros ejemplos del uso de los SIG.

## 3.2 Internet y la www

Internet puede considerarse como una de las tecnologías que más ha cambiado el mundo y la que más rápidamente lo ha hecho. Gracias a este nuevo concepto, se puede acceder rápidamente a la mayor cantidad de información nunca antes recopilada en la historia de la

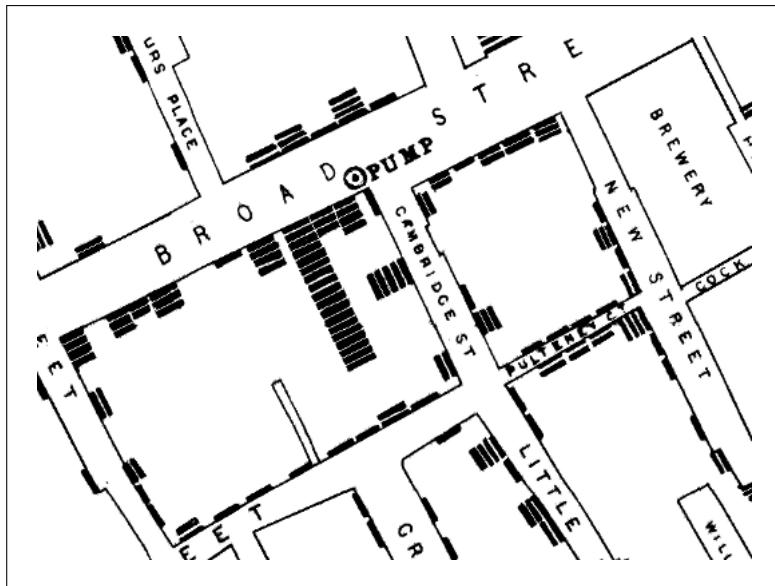


Figura 3.13: Detalle del mapa del Doctor Snow

humanidad.

La gran biblioteca de Alejandría, la mayor de las bibliotecas del mundo antiguo, contenía, según Flavio Josefo, antes de su destrucción unos 200.000 volúmenes y consideraban que todo el conocimiento de la humanidad ocuparía un total de 500.000 volúmenes [Jos94]. Autores modernos han recalculado el posible número de volúmenes, aportando una cifra de unos 50.000 rollos, que podría equivaler a unos 12.500 libros actuales [ES01].

Los Archivos Secretos Vaticanos contienen un total de 1.600.000 volúmenes [Bav], la biblioteca nacional de España 28 millones [San] y la biblioteca del congreso de los EE.UU. 160 millones de documentos [Lib]. Comparando las cifras de algunas de las mayores bibliotecas del mundo con el número de documentos existentes en Internet, podemos hacernos una idea de lo que esta tecnología a supuesto para la humanidad, no solamente en el volumen de información existente, si no en la facilidad de acceso a los mismos. En el año 2012, en Internet existían un total de 8.310 millones de documentos accesibles.

Aunque no es lícito comparar estas cifras en bruto, ya que tal la cantidad no siempre está relacionada con la calidad, como dijo el escritor Neil Gaiman [Gai10]:

Google puede devolverte cien mil respuestas, un bibliotecario puede devolverte la correcta.

En el año 1958 la compañía Bell crea el primer módem, un dispositivo capaz de transmitir datos binarios utilizando una línea telefónica (ver figura 3.14). En el año 1962 J.C.R Licklider

describe su concepto de *Red galáctica*, consistente en una red interconectada globalmente que permitiera acceder a todo tipo de datos y programas desde cualquier sitio. Un año antes, en 1961, Leonard Kleinrock publicó su tesis doctoral acerca de la teoría de colas, que sería publicado como libro en el año 1964 ([Kle64]) y que sirvió de fundamento a la teoría de conmutación de paquetes. Los datos se troceaban en partes, llamadas *paquetes*, a los que se les asignaba un número de secuencia antes de enviarlos. De esta manera, no importaba en orden en que llegasen al receptor, puesto que podría recomponer el mensaje original. En el año 1967 en una conferencia, se presentaba el proyecto inicial de ARPANET. Durante las discusiones iniciales del proyecto se llegó a la conclusión de desligar la comunicación de la máquina principal, crean pequeños computadores que fuesen quienes cargasen con la responsabilidad de lidiar con las líneas telefónicas. El 29 de Octubre de 1969 se transmite el primer mensaje a través de ARPANET y el 21 de Noviembre de ese mismo año se establece la primera conexión entre las computadoras de la universidad de Stanford y University of California, Los Angeles (UCLA).



Figura 3.14: Módem Bell. 1958

En el año 1972 al calor de una grande y exitosa demostración de ARPANET, se introduce la primera gran aplicación de esta nueva tecnología, el correo electrónico. Ray Tomlinson, había desarrollado para ARPANET unos años antes un programa llamado SNDMSG para enviar mensajes entre las distintas terminales de una computadora, por lo que adaptó este programa para permitir el envío dentro de una red más amplia.

Con el crecimiento de la red, se desarrollaron tres protocolos que actualmente siguen en uso, Transmission Control Protocol (TCP), Internet Protocol (IP) y Domain Name System (DNS). El año 1983, ARPANET se abre definitivamente a la vida civil permitiendo el intercambio masivo de datos entre universidades y centros de investigación. Este es el motivo último por el que se celebra ese año como el nacimiento de Internet.

La *web* (www) es probablemente el punto más visible de Internet. Fue desarrollado entre 1989 y 1990 por Tim Berners-Lee y Robert Cailiau mientras trabajaban en el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN).

En la web, es utilizado HyperText Transfer Protocol (HTTP) como protocolo de comunicación, que define la sintaxis y la semántica necesarias para el correcto funcionamiento de los distintos componentes de la comunicación web, consiguiendo una abstracción que permite unificar la forma de comunicación en la red. En las comunicaciones en red el modelo de arquitectura más extendido es el paradigma Cliente - Servidor (ver figura 3.15), mediante el cual se define una máquina *servidor* encargada de generar la corriente datos y una serie de máquinas conocidas como *clientes*, que realizan peticiones para consumir estos datos. El funcionamiento básico de este modelo podría verse como una farmacia abierta 24 horas (servidor), que está permanentemente a la espera de que alguna persona decida entrar a comprar algún medicamento, momento en el cual busca la droga pedida y se la facilita.

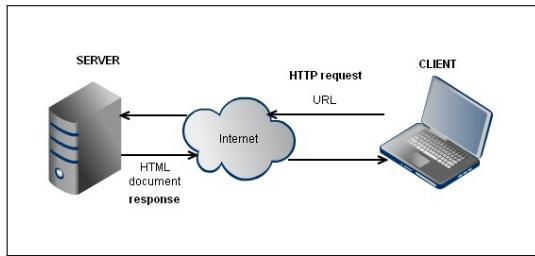


Figura 3.15: Modelo cliente-servidor

Para que estas transacciones puedan darse, los computadores deben poder conocer cómo comunicarse, lo que en este caso se logra mediante las direcciones IP, una serie de 32 bits que designan únicamente un elemento de una red, y unos pocos pasos intermedios, y transparentes, para el usuario. El cliente, normalmente mediante un navegador web, es decir, mediante un programa creado específicamente para la navegación y visualización de páginas web, introduce el nombre de la página web con la que quiere comunicarse. Este nombre, por ejemplo, [www.us.ipv6.com](http://www.us.ipv6.com), es enviado automáticamente a unos servidores llamados DNS, que son capaces de buscar la dirección IP asociada al nombre de la página tecleada y devolver su dirección IP, que en este caso podría ser 123.45.67.89 (ver figura 3.16). Es fácil ver el porque se utiliza este paso intermedio, debido a que al usuario le resultará mucho más sencillo recordar una página web que una serie de números. Una vez realizada la traducción, el computador se comunica con el servidor a través de la dirección IP obtenida y este le responde enviándole la información solicitada.

Aunque en sus orígenes, la web se desarrolló para transmitir únicamente texto, actualmente, como es fácil ver, se permite la emisión de todo tipo de contenidos multimedia, como audio, vídeo o imágenes. La tarea del cliente, consiste en recibir los datos enviados por el emisor y reinterpretarlos y mostrarlos de manera coherente para el usuario.

Todo esto nos lleva a poder diferenciar claramente dos trabajos distintos dentro de la comunicación web, el trabajo llevado a cabo por el cliente y el trabajo llevado a cabo por el servidor. Para poder desarrollar cada una de estas tareas, existen una serie de tecnologías específicas para el lado del cliente y para el lado del servidor.

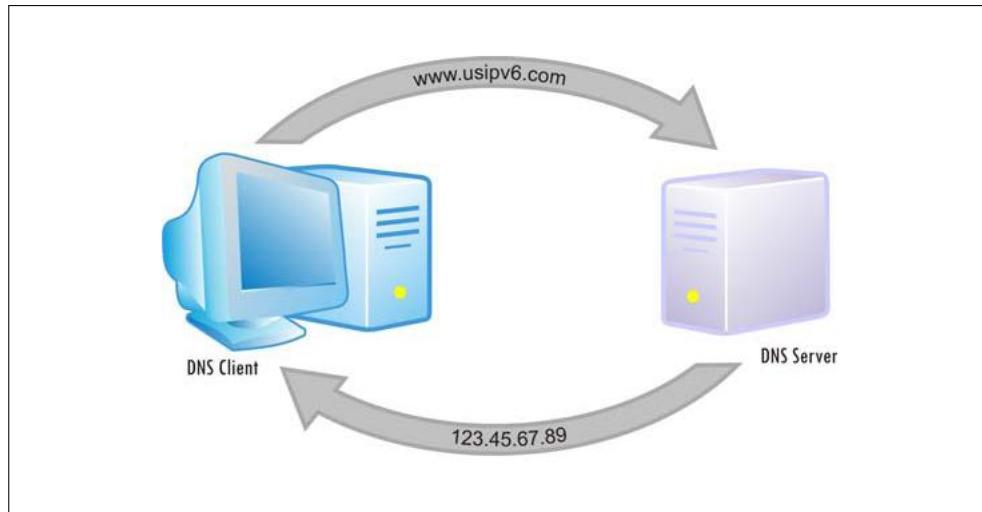


Figura 3.16: Comunicación con servidor DNS

### 3.2.1 Tecnologías del lado del servidor

Como se ha explicado en la sección anterior, el servidor es el encargado de atender las peticiones que los clientes le envían y responderlas adecuadamente. En los comienzos de la web los servidores eran meras estaciones de *almacenaje*, que devolvía al cliente peticionario una página web estática (ver figura 3.17) mientras que en la actualidad, los servidores son capaces de generar el contenido a enviar de forma dinámica (ver figura 3.18).

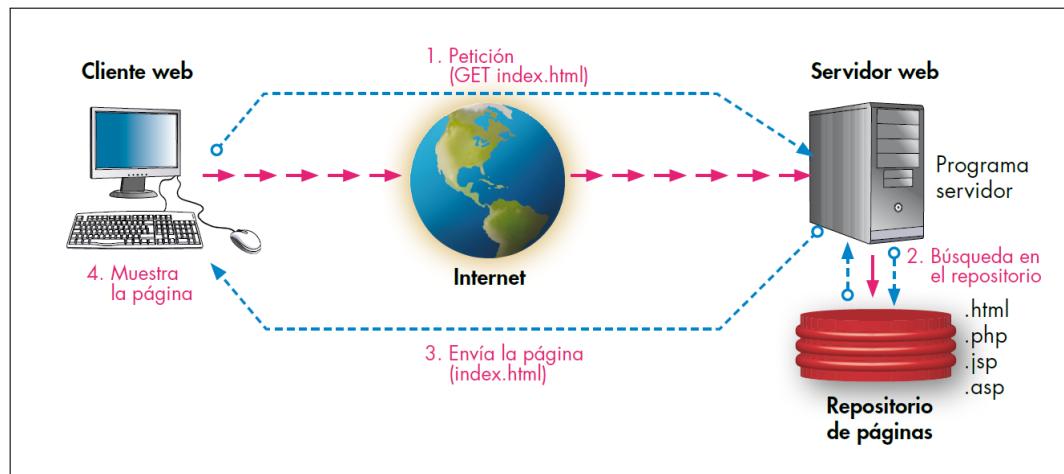


Figura 3.17: Petición a servidor estático

Algunas de las tecnologías más utilizadas en el lado del cliente son Apache, PHP y MySQL.

Apache es un software que permite a un computador realizar un comportamiento de servidor, esto es, atender a las peticiones de los clientes, ofrecerles servicios y enviarles la información pedida. Esta desarrollado en C y es de código abierto [Apa].

PHP es uno de los lenguajes de programación del lado del servidor más extendido y fue uno de los primeros en poder ser incorporado directamente en el código HTTP. Fue creado

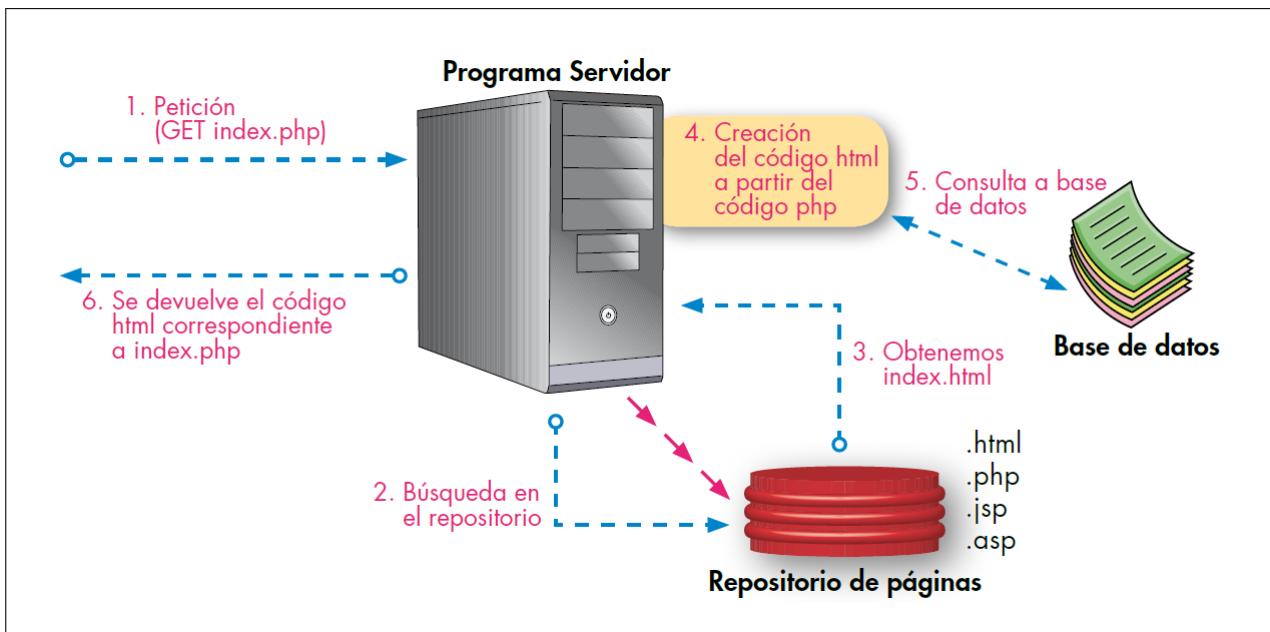


Figura 3.18: Petición a servidor dinámico

por Rasmus Lerdorf en 1994 y actualmente se encuentra en su versión 5.6.14 [His].

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado por MySQL AB (actualmente parte de Sun Microsystems) en 1995 por Michael Widenius, David Axmark and Allan Larsson [Dat14].

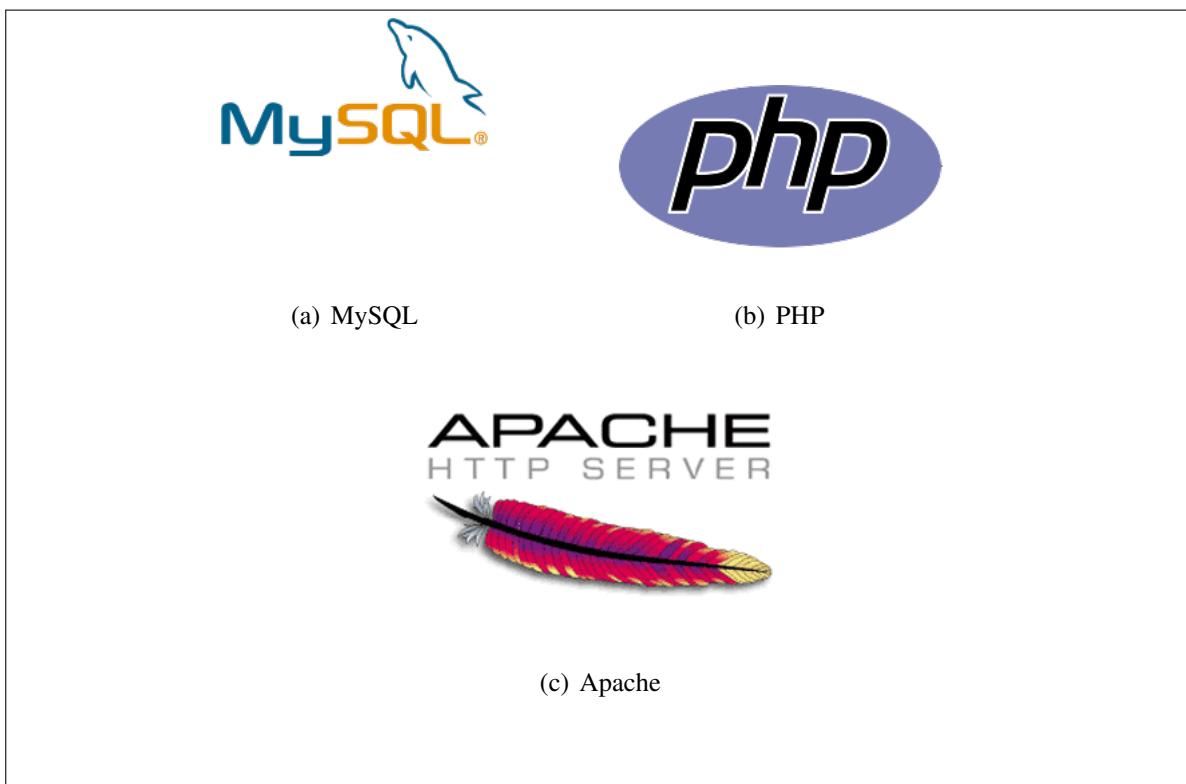


Figura 3.19: Tecnologías utilizadas en servidores

### 3.2.2 Tecnologías del lado del cliente

Dejando de lado la necesidad de contar con un navegador web que permita mostrar e interactuar con las páginas web mostradas, el cliente debe interpretar los datos recibidos por el servidor de manera que pueda traducirlos convirtiéndolos en el concepto de *página web* que conocemos. Tres de los lenguajes más utilizados en este intercambio de datos son HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheet (CSS), JavaScript y Asynchronous JavaScript And XML (AJAX).

HTML es un lenguaje de marcado que se utiliza para la representación visual de una página web. Está considerado el lenguaje de programación más importante y está a cargo de la W3C [Wor]. Aunque permite dar formato al texto, actualmente esto suele ser responsabilidad de las hojas CSS.

La última versión, HTML5, publicada en octubre de 2014 [Ada14] incorpora novedades como etiquetas con codecs, para manejar grandes conjuntos de datos o mejoras en los formularios.

CSS es usado para definir el formato de una página web escrita en HTML.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Hola Mundo en HTML</title>
    <style>
        body {background-color:lightgrey}
        h1   {color:blue}
        p    {color:green}
    </style>
</head>
<body>
    <h1>Hola Mundo</h1>
    <p>Mi primera web en HTML y CSS.</p>
</body>
</html>
```

Listado 3.1: «Hola mundo» en HTML y CSS

Javascript es un lenguaje interpretado orientado a objetos implementado normalmente como parte del navegador web. AJAX es utilizado para poder realizar peticiones a un servidor modificando partes concretas de una página, eliminando de esta forma la necesidad de recargar la página completa.

## 3.3 Dispositivos móviles

Los teléfonos móviles han cambiado nuestra manera de relacionarnos tanto con el mundo como entre las personas. No hace más de diez años era imposible pensar en poder acceder a Internet desde cualquier lugar o tener la posibilidad de enviar mensajes a través de las aplicaciones de mensajería instantánea. Hace veinte o treinta años nadie imaginaba que los

teléfonos móviles serían un elemento imprescindible y omnipresente de nuestras vidas ya que en aquella época era símbolo de estatus y gran lujo.

Podríamos comenzar a explicar los intentos de comunicarse a través de grandes distancias con el telégrafo, primer gran antecedente del teléfono, y es que este invento fue algo revolucionario cuando se presentó. Por primera vez se podían comunicar dos puntos distantes de manera instantánea.

Los orígenes del telégrafo se remontan al S. XVIII cuando Claude Chappe desarrolló para el ejército Francés su precursor inmediato, el telégrafo óptico. Este invento consistía en un sistema de comunicación que emitía una señal visual que podía repetirse en la distancia, aunque solo tenía utilidad en las distancias a las que el ojo pudiera abarcar (ver figura 3.20) [HP94].



(a) Telégrafo óptico de Claude Chappe



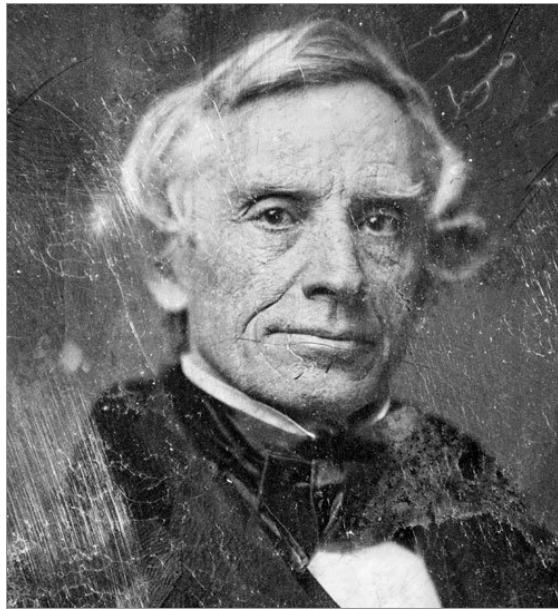
(b) Claude Chappe

Figura 3.20: Telégrafo óptico

Con la intención de mejorar el alcance de la comunicación y aprovechando los estudios de electromagnetismo de Michael Faraday y las innovaciones de William Sturgeon y Joseph Henry sobre el electroimán, Samuel Morse (ver figura 3.21) ideó una manera de enviar señales entre dos puntos aprovechando las corrientes eléctricas. En un primer momento, el telégrafo consistía en un péndulo que ante la existencia de corriente movía un lápiz que dibujaba de esa manera una línea sobre un papel. Mejorando el prototipo se llegó a inventar el famoso código morse, que consta de los consabidos dos elementos: el punto y la raya.

En 1837 Samuel Morse hizo la primera demostración pública del telégrafo en un áula de la universidad de Nueva York. La gran aportación de Morse.

El 24 de mayo de 1844, se terminó la línea que unía Baltimore y Washington, enviando



(a) Samuel Morse

Morse Code Alphabet		
The International morse code characters:		
A .-	N -.	O -----
B -...	O ---	I ....
C -.-.	P .-.	2 ...-
D -..	Q ...-	3 ...-
E .	R ..	4 ....-
F ...-	S ...	5 .....
G --.	T -	6 -....
H ....	U ...	7 -...-
I ..	V ...-	8 ---..
J ---.	W ..-	9 ----.
K -.-	X ...-	Fullstop ..--
L ...-	Y ...-	Comma ---..
M --	Z ...-	Query ....-

(b) Código morse

Figura 3.21: Telégrafo

un mensaje desde la Cámara de Corte Suprema de en el Capitolio de EE.UU. en Washington hasta el ferrocarril B & O en Baltimore con la frase *What hath God wrought?* perteneciente al libro de los Números (ver figura 3.22).



Figura 3.22: Primer telegrama

El siguiente gran paso en las comunicaciones viene de la mano de un dispositivo capaz de retransmitir, a través de cables, las señales acústicas derivadas de la voz humana. El teléfono.

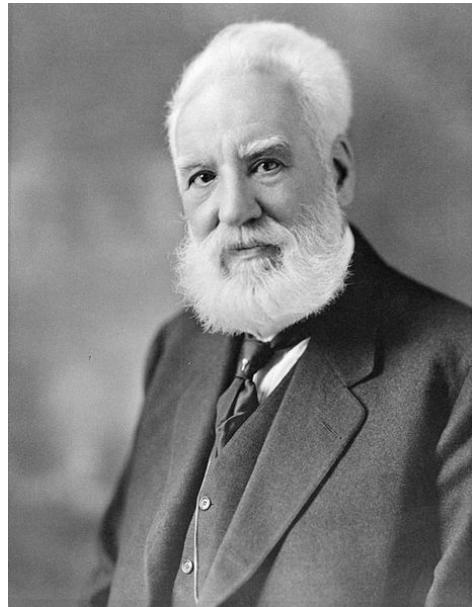
Históricamente, la invención del teléfono se atribuyó a Alexander Graham Bell [Cab79], aunque el 11 de junio de 2002 fue reconocido el italiano Antonio Meucci (ver figura 3.23) como el verdadero inventor de este aparato por el Congreso de los Estados Unidos [Sen03].

Antonio Meucci, nacido en Florencia, emigró junto a su esposa Ester Mochi primero a Cuba en octubre de 1835 y después a Staten Island, Nueva York EE.UU. en 1850.

Ya que vivían en una casadevarios pisos y debido al reumatismo de su esposa, Meucci construyó el primer teléfono alrededor de 1857, que consistía en un aparato que permitía comunicar su despacho con el dormitorio donde se encontraba su esposa debido a la enfermedad [Meu10]. El 28 de diciembre de 1871 presentó la documentación previa a la patente, pero solo consiguió el dinero para renovarla en 1872 y 1873. Meucci ofreció una demostra-



(a) Antonio Meucci



(b) Alexander Graham Bell

Figura 3.23: Inventores del teléfono

ción de su *teletrófono* a la *Western Union Telegraph Company* pero viendo la falta de interés de la empresa en su desarrollo, pidió que la devolución de los materiales presentados, a lo que contestaron diciendo que habían sido perdidos.

Aunque este hecho no está probado, parece ser que estos materiales cayeron en manos de Alexander Graham Bell, que en aquella época trabajaba en los laboratorios de la compañía utilizándolos más tarde para desarrollar su propio teléfono. En 1876, Bell presentó, unas horas antes que su compatriota Elisha Gray, la patente de su teléfono.

Ante las reclamaciones de Meucci de la autoría del invento, y gracias a la intervención de un amigo, se pudo saber que las patentes relacionadas con el *telégrafo parlante*, se habían extraviado. En investigaciones posteriores se descubrieron pagos a funcionarios por parte de Bell para hacer desaparecer estos documentos. Debido a las pruebas de prevaricación, en 1886 el Secretario de Estado llegó a confirmar que existían suficientes pruebas para otorgar la autoría del invento a Antonio Meucci. La demanda cesó como consecuencia de la muerte del demandante en octubre de 1889, después de que los abogados de Bell consiguieran dilatar el proceso mediante recursos judiciales. Como curiosidad, Thomas Alva Edison enviaría una carta al juez posicionándose a favor de Meucci en sus reivindicaciones [CF07].

El 9 de octubre de 1876 se realizó una demostración en la Bell y su ayudante Thomas Watson mantuvieron una conversación telefónica entre Cambridge y Boston. La primera frase pronunciada durante este evento fue "*Mr. Watson, come here. I want to see you.*" [Eve01].

Dejando de lado los primeros intentos de radiotelefonía, el primer teléfono móvil fue desarrollado por Motorola en 1983. El modelo Dynamic Adaptive Total Area Coverage

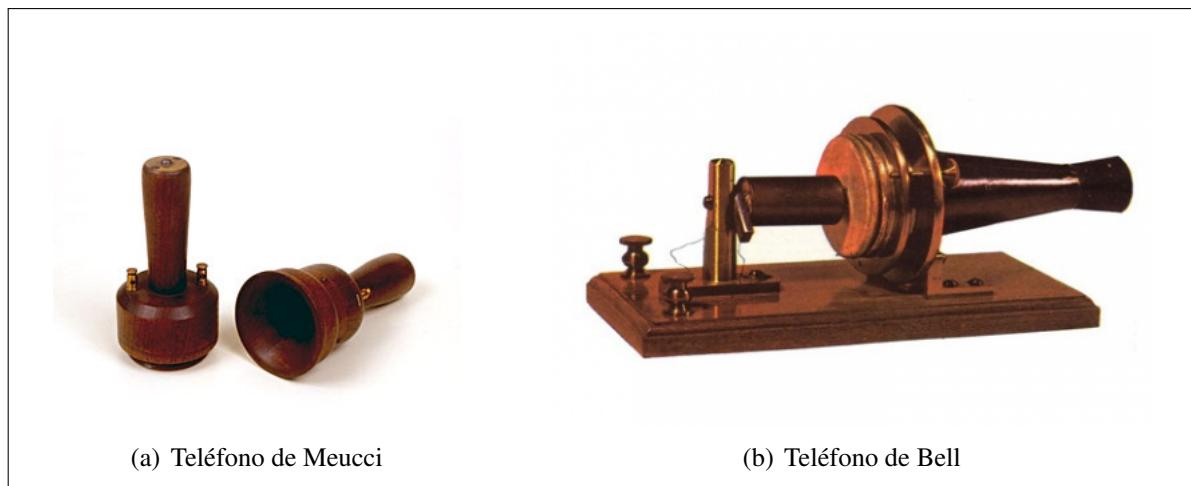


Figura 3.24: Primeros teléfonos

(DYNATAC) 8000x que tenía una autonomía de 1 hora y permitía treinta minutos de conversación. El precio de venta al público se estableció en casi 4.000 dólares.

Aunque la comercialización se llevó a cabo en la mencionada fecha, la primera llamada se realizó diez años antes, en abril de 1973 por Martin Cooper, director de Motorola al teléfono fijo de Joel Engel, investigador de los laboratorios Bell, su principal competidora. En una entrevista para la BBC, Cooper comentaba cómo se desarrolló esa primera conversación: "Joel it's Martin and I'm calling you from a cell phone but a real cell phone" [BBC13]<sup>3</sup>.

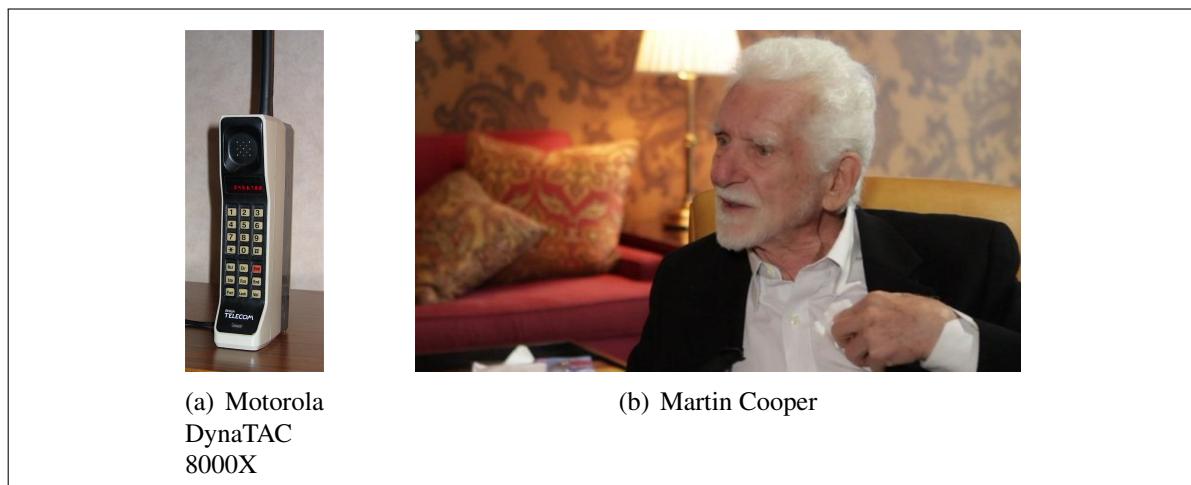


Figura 3.25: Primeros teléfonos

La gran novedad de estos primeros modelos sobre los aparatos de radiotelefonía es que podían ser trasladados y manejados por una sola persona.

La primera generación de teléfonos móviles se desarrolló hasta finales de los años 80. Estos primeros modelos únicamente permitían el intercambio de voz.

<sup>3</sup>Cómo curiosidad se incluye el enlace al vídeo promocional del DynaTAC 8000X <https://www.youtube.com/watch?v=0WUF3yjgGf4>

La segunda generación llegó en los años 90, poniendo el acento en la digitalización de las comunicaciones, ya que ofrecían un aumento sustancial de la calidad de voz y se simplificaba la fabricación reduciendo los costes. En este momento se integró uno de los servicios más populares de los teléfonos móviles hasta la aparición de la mensajería instantánea, los Short Message Service (SMS).



Figura 3.26: Teléfono de segunda generación. Siemens A56

El siguiente gran salto vino de la mano de Apple y su iPhone, sacado al mercado en el año 2007. Con un diseño estudiado y una pantalla multitáctil, aprovechando la buena imagen de marca conseguida a través del iPod, Apple sacó un teléfono que revolucionó la manera en la que hasta entonces se entendían los teléfonos. Siendo una mezcla de teléfono, ordenador, reproductor de música, agenda personal y reproductor multimedia, no tardó en convertirse en un producto casi imprescindible para el consumidor y por tanto algo a imitar por las compañías rivales. Había nacido la era de los smartphones.



Figura 3.27: iPhone de Apple

### 3.4 Aplicaciones similares

En este apartado presentaremos aplicaciones similares a la que se pretende desarrollar. El parecido viene dado bien por el uso de la localización, bien por la compartición de la ubicación o bien por ser aplicaciones con la misma finalidad que la desarrollada en el presente TFG.

### 3.4.1 Foursquare

Sin duda alguna, Foursquare (<https://es.foursquare.com/>) es la aplicación más conocida de las presentadas. Fue creada en 2009 por Dennis Crowley y Naveen Selvadurai. Básicamente consistía en una red social que permitía indicar el punto geográfico en el que el usuario se encuentra en ese momento [Rub13] y opinar acerca del lugar, establecimiento o comercio y mostrar los puntos de interés cercanos a su posición [CF14].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

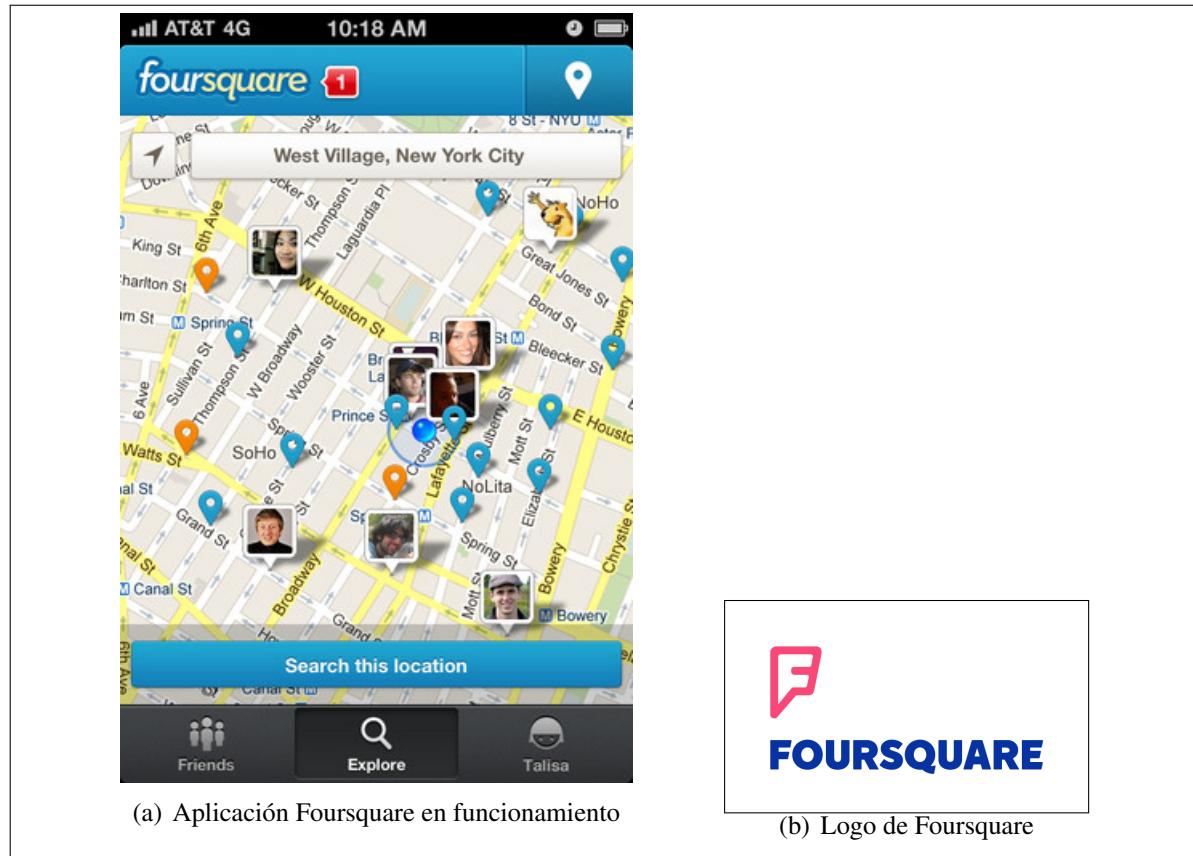


Figura 3.28: Foursquare

### 3.4.2 Swarm

En el año 2014 Foursquare lanza Swarm (<https://es.swarmapp.com/>), que es una escisión dedicada más a compartir la posición y permitir concertar lugares de encuentro y saber que contactos tenemos cerca dejando de lado la parte lúdica y la compartición de experiencias, que se traslada definitivamente a Foursquare [Buz14].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

### 3.4.3 Glympse

Glympse (<https://www.glympse.com/>) es una aplicación que permite compartir en tiempo real la ubicación del usuario con los contactos que desee. Es una forma rápida de indicar y



Figura 3.29: Logo de Swarm

compartir la posición en la que te encuentras, viniendo a responder a la pregunta,"¿Dónde te encuentras en este momento?", sin necesidad de abrir el móvil. Los destinatarios de los "Glympses" no necesitan tener instalada la aplicación para acceder a nuestros recorridos [Unk15].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

(a) Aplicación Glympse en funcionamiento

(b) Logo Glympse

Figura 3.30: Glympse

### 3.4.4 Strava

Strava (<https://www.strava.com/>) es una aplicación que permite hacer un seguimiento al usuario mientras realiza actividades deportivas. Permite el seguimiento entre usuarios y genera estadísticas de rendimiento que pueden ser comparadas. Puede utilizarse a través de la página web, sin necesidad de descargarse las distintas aplicaciones [Moy12].

Esta aplicación está disponible para Android y iOS.

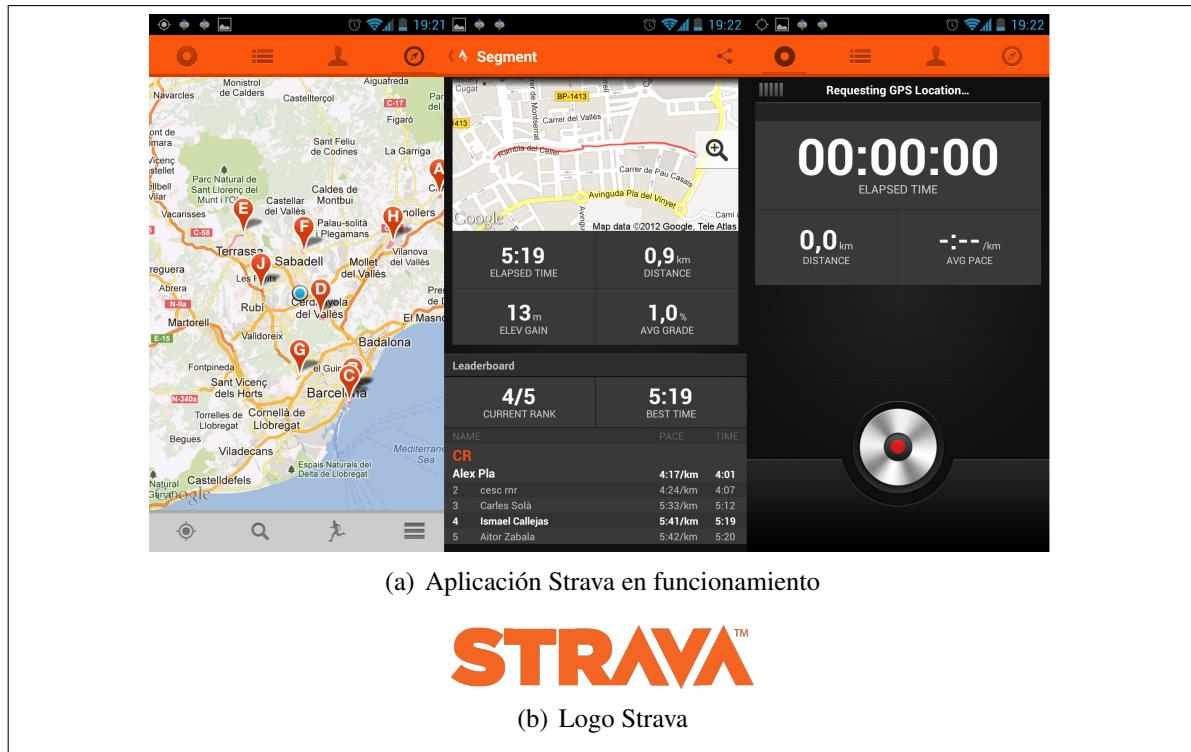


Figura 3.31: Strava

### 3.4.5 Waze

Waze (<https://www.waze.com/es/>) es una aplicación que permite compartir en tiempo real información sobre el estado del tráfico, de manera que recibas y envíes el estado de las carreteras a todos aquellos usuarios de la comunidad conectados en ese momento. Permite adecuar las rutas de tráfico en función de los atascos detectados, informa de los precios de las gasolineras y permite avisar al resto de conductores de la posición de patrullas de tráfico o radares, último aspecto este que le ha dado gran controversia [dC13]. También permite interactuar automáticamente con Foursquare, marcando la posición de llegada justo al terminar el viaje, y con otras redes sociales como Facebook o Twitter [Pen11]. A mediados de 2013 fue adquirida por Google por un total de 966 millones de dólares [ABC13].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

### 3.4.6 Ingress

Como curiosidad del uso de los gps y la comunicación social, alejándonos de lo habitual, se encuentra Ingress (<https://www.ingress.com/>), un juego de realidad aumentada a través de gps que permite "conquistar" zonas de interés mientras estés cerca de ellas. Estas zonas normalmente coinciden con puntos emblemáticos y conocidos de las ciudades. La interacción social se consigue debido a que existen dos bandos enfrentados por conseguir los recursos de las zonas. Este juego está desarrollado por Niantic y distribuido por Google [Pen13].

Desde diciembre de 2013 está disponible para Android mientras que el lanzamiento para



Figura 3.32: Waze

iOS fue en julio de 2014.

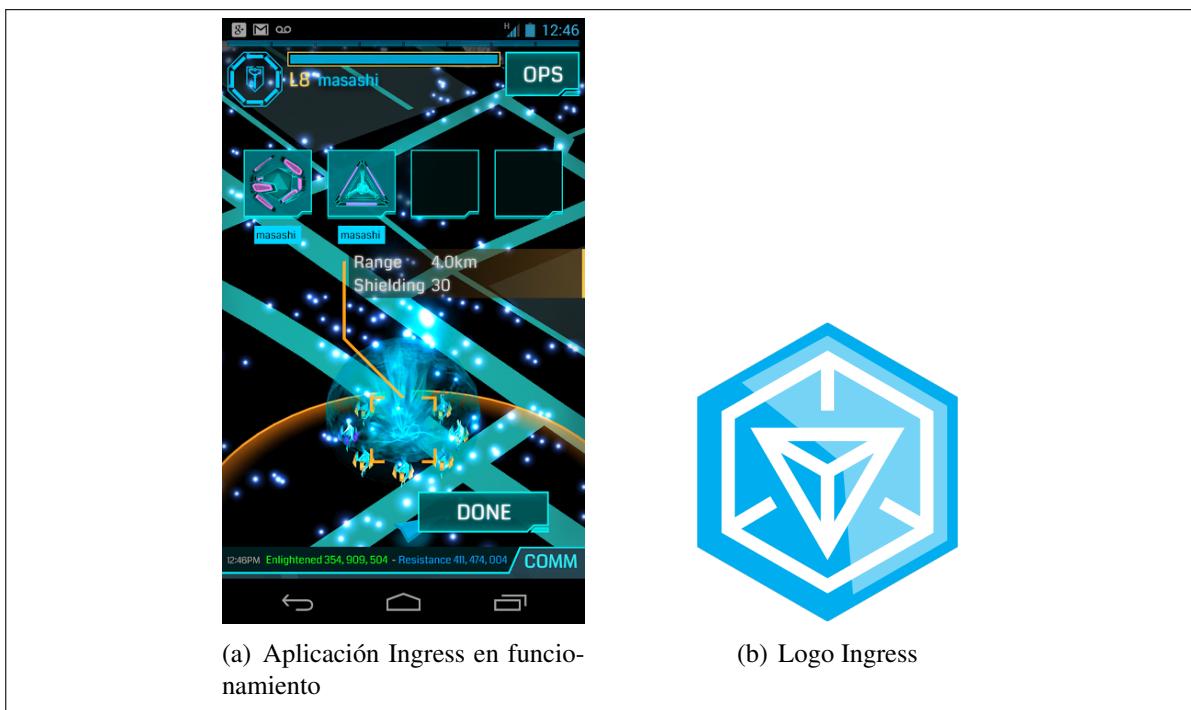


Figura 3.33: Ingress

### 3.4.7 Life360 Family Locator

El concepto que subyace detrás de esta aplicación (<https://www.life360.com/family-locator/>) es extremadamente sencillo, tener localizados en un mapa a todos los miembros de una familia mediante el gps del móvil [Unk13].

Esta aplicación está disponible para Android, iOS y Windows Mobile.

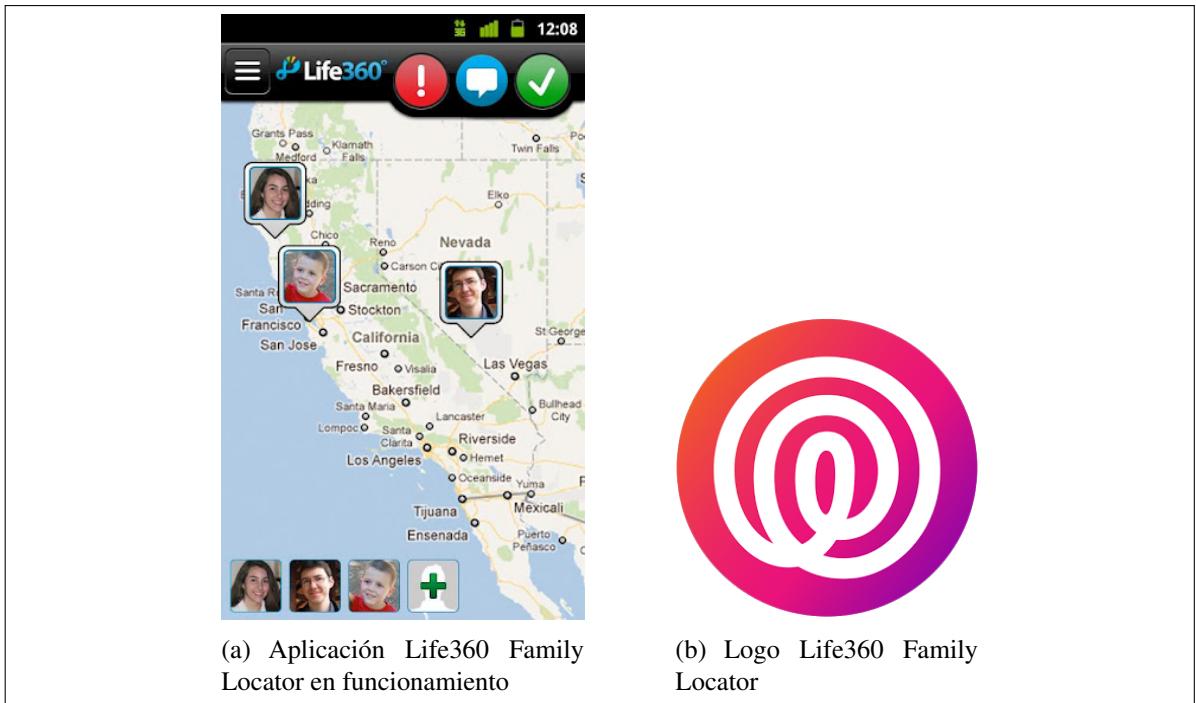


Figura 3.34: Life360 Family Locator

### 3.4.8 ¿Dónde está mi coche?

Esta aplicación guarda la ubicación marcada por el gps en cuanto pierda la conexión bluetooth con del coche [Unk14].

Está disponible para Android e iOs.

### 3.4.9 Find my car

Aplicación que almacena la posición indicada por el gps cuando el usuario lo solicita. Permite acciones secundarias como cronometrar el tiempo que pasas desde que has aparcado, mostrar el camino de vuelta o sacar fotos del lugar de aparcamiento [Unk14].

Está disponible para Android e iOs.



## Capítulo 4

# Método de Trabajo

**E**N este capítulo se detalla la metodología utilizada para el desarrollo del presente TFG así como las tecnologías utilizadas para llevar a término el proyecto.

Para la gestión y el desarrollo del TFG se utilizará Kanban y TDD, haciendo uso del desarrollo evolutivo.

Kanban proporciona un método productivo bien delineado en fases que garantiza que el cambio a la siguiente fase no se producirá hasta haberse completado correctamente la fase actual.

El desarrollo del producto software se realizará mediante TDD, ya que es una solución que permite asegurarse del correcto funcionamiento de los componentes antes de permitir el siguiente paso.

Mediante el prototipado evolutivo conseguiremos ir perfilando el producto final mediante un acercamiento por fases terminadas.

Por tanto, el prototipado nos marcará la meta de cada fase, kanban nos indicará los objetivos individuales necesarios para alcanzar el final de cada una de las fases y TDD nos permitirá asegurarnos que los componentes desarrollados poseen la calidad exigida por kanban para terminar el desarrollo del objetivo individual.

## 4.1 Dispositivos empleados

Para el desarrollo del TFG se utilizarán los siguientes dispositivos:

### 4.1.1 Ordenador portátil

Para el desarrollo del TFG se ha utilizado un ordenador portátil con las características que se detallan en la tabla 4.1.

Fabricante	Acer
Modelo	Aspire V 15 Nitro
Fabricante Procesador	Intel
Modelo Procesador	i7-5500U
Velocidad y Núcleos del Procesador	2.4 GHz; 2 núcleos
Memoria RAM	16 GB DDR3L SDRAM
Disco Duro Principal y Secundario	250 GB SSD y 1 TB HDD
Sistema Operativo	Elementary OS

Cuadro 4.1: Ordenador utilizado para el desarrollo TFG

#### 4.1.2 Teléfono móvil

Para las pruebas del desarrollo en dispositivos móviles se ha utilizado un teléfono móvil con las características que se detallan en la table 4.2.

Fabricante	LG
Modelo	D820 (Nexus 5)
Fabricante Procesador	Qualcomm
Modelo Procesador	Snapdragon 800
Velocidad Procesador	2.26 GHz
Memoria RAM	2 GB
Sistema Operativo	Android 6.0
Tamaño Pantalla	4.95 pulgadas

Cuadro 4.2: Dispositivo móvil utilizado para el desarrollo TFG

## 4.2 Desarrollo evolutivo

También conocido como prototipado evolutivo, este tipo de desarrollo se basa en exponer una implementación inicial al usuario permitiendo, a través de sus comentarios, refinar el sistema mediante versiones hasta alcanzar el producto final. Este tipo de enfoque es más efectivo que un desarrollo en cascada debido a que satisface las necesidades inmediatas del cliente y debido a que utiliza un enfoque evolutivo, la especificación del producto se desarrolla de forma creciente en tanto el cliente comienza a mejorar su comprensión y acercamiento al problema que pretende solucionar. Debido a su propia naturaleza, el buen funcionamiento de este tipo de desarrollo, requiere de una gran vinculación por parte del cliente, que en este caso estará representado por el director del proyecto, ya que el elemento más importante en este prototipado, es la retroalimentación proveniente de numerosas entrevistas que ayuden a marcar el rumbo del desarrollo [Som06].

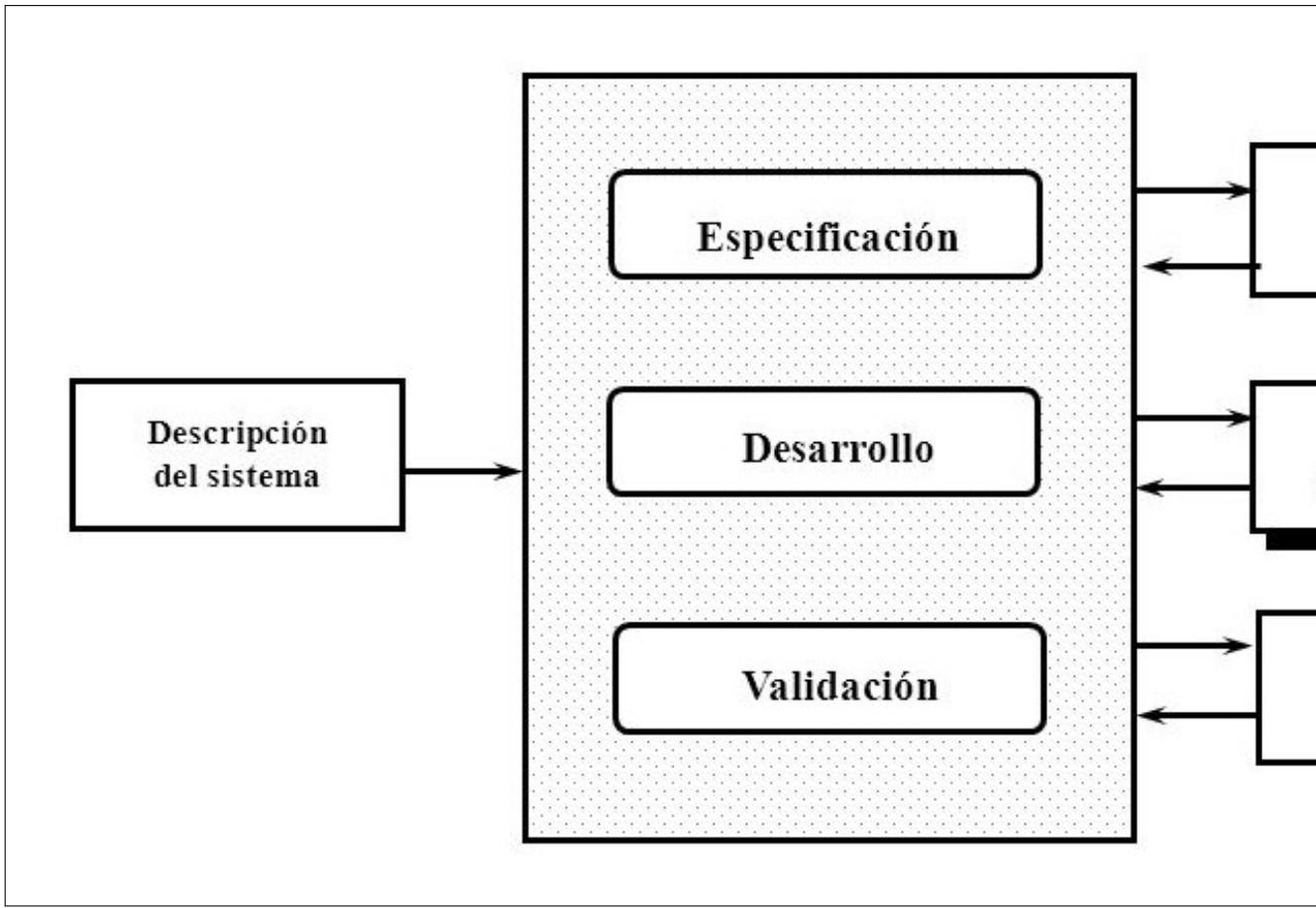


Figura 4.1: Prototipado Evolutivo

### 4.3 Kanban

Kanban es una palabra japonesa que se deriva de *kan* (visual) y *ban* tarjeta. Se desarrolló como parte de una estrategia industrial japonesa para conseguir adecuar la producción a la demanda. Consiste en un sistema de visualización por medio de tarjetas de los recursos en procesos de producción.

Según Scrum Manager, una comunidad profesional para la difusión de Scrum, podríamos definir kanban [Pal15] de la siguiente manera:

El término kanban aplicado a la gestión ágil de proyectos se refiere a técnicas de representación visual de información para mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas de un proyecto.

Kanban se basa en un sistema de producción que dispara el trabajo solo cuando existe capacidad real para procesarlo[Bah11]. Este disparador está representado por las tarjetas kanban, que están limitadas en número. Cada tarjeta representa un trabajo a realizar durante todo el proceso de desarrollo. Al llegar a la última fase, la tarjeta queda liberada para

representar un nuevo trabajo.

Kanban mantiene únicamente tres reglas de funcionamiento, mostrar el proceso, limitar el trabajo en curso y optimizar el flujo de trabajo.

#### 4.3.1 Mostrar el proceso

Consiste en la visualización de todo el proceso de desarrollo mediante un tablero físico (o un tablero virtual accesible por todas las partes, como es el caso de Trello). El objetivo de este tablero es mejorar el entendimiento del proceso de trabajo actual, anticipar los posibles problemas y ayudar a la toma de decisiones resolutivas. Los tableros kanban están formados por tres secciones, tal y como podemos ver en la figura 4.2, *To Do*, *Doing* y *Done*, que corresponden a la pila de entrada, el Work In Progress (WIP) y la salida. Estas secciones se dividen en columnas representativas de los procesos de trabajo. En la figura 4.3 podemos ver un tablero típico con la pila de entrada (pending) y el WIP (analysis, development, test y deploy).

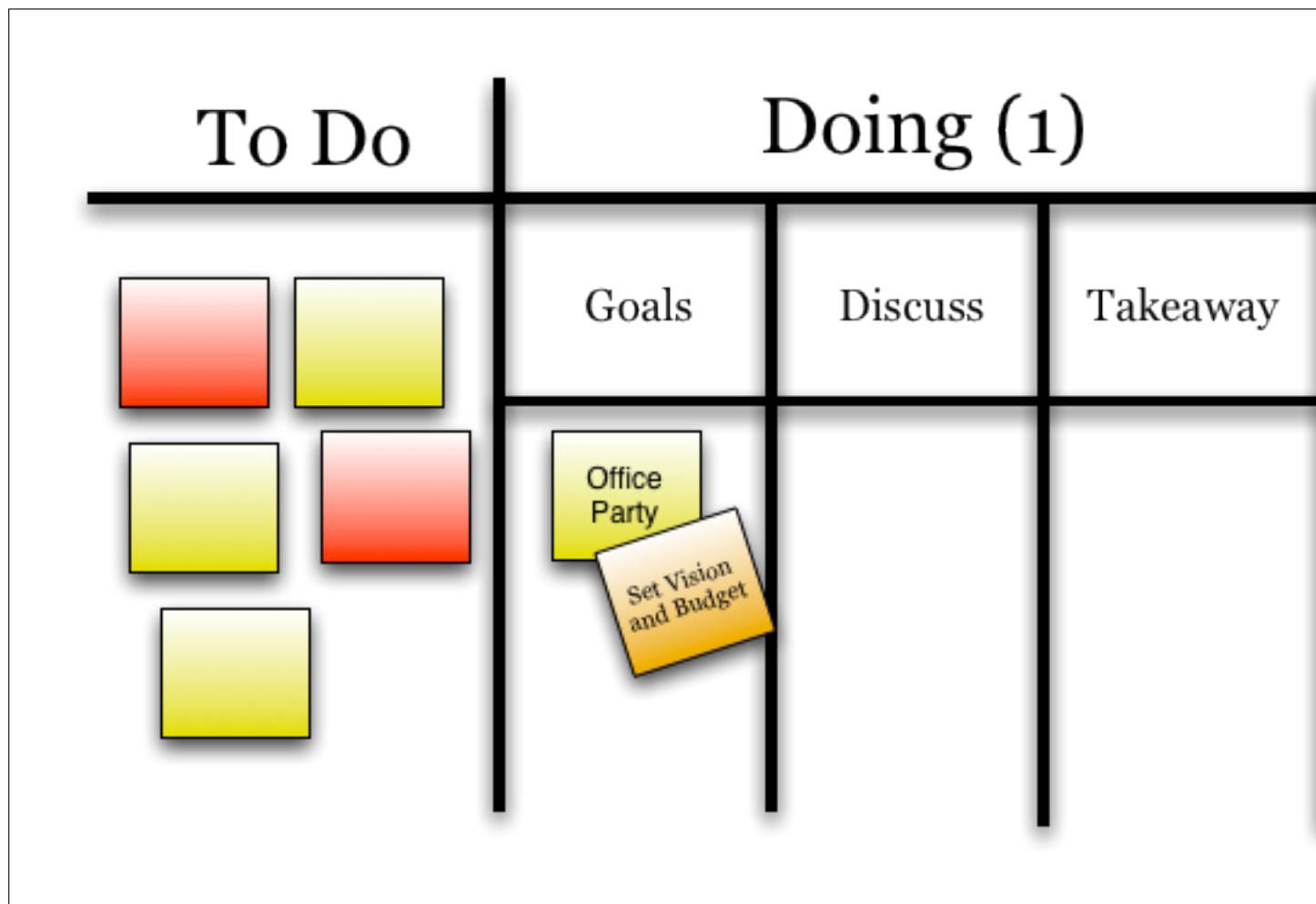


Figura 4.2: Secciones tablero kanban

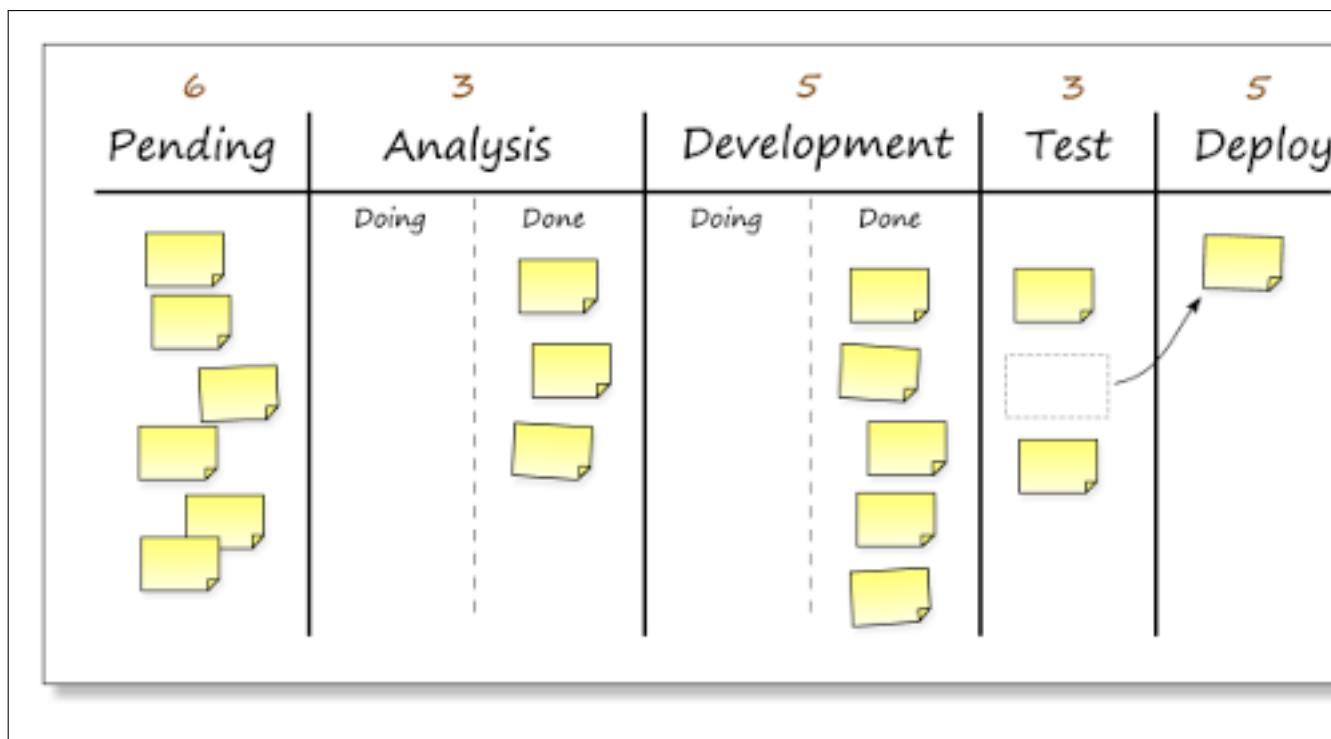


Figura 4.3: Columnas tablero kanban

### 4.3.2 Limitar el trabajo

Consiste en limitar la cantidad de ítems o tarjetas que pueden abordarse al mismo tiempo para un proceso definido, es decir, las columnas del tablero. Esta cantidad puede ser visualizada añadiendo el número máximo de tarjetas permitidas a cada columna como un número entre paréntesis al lado del nombre del proceso. Esta regla es muy útil para detectar rápidamente los posibles cuellos de botella que puedan producirse. En la imagen 4.4 podemos observar un desarrollo con un cuello de botella en el proceso *Pruebas*.

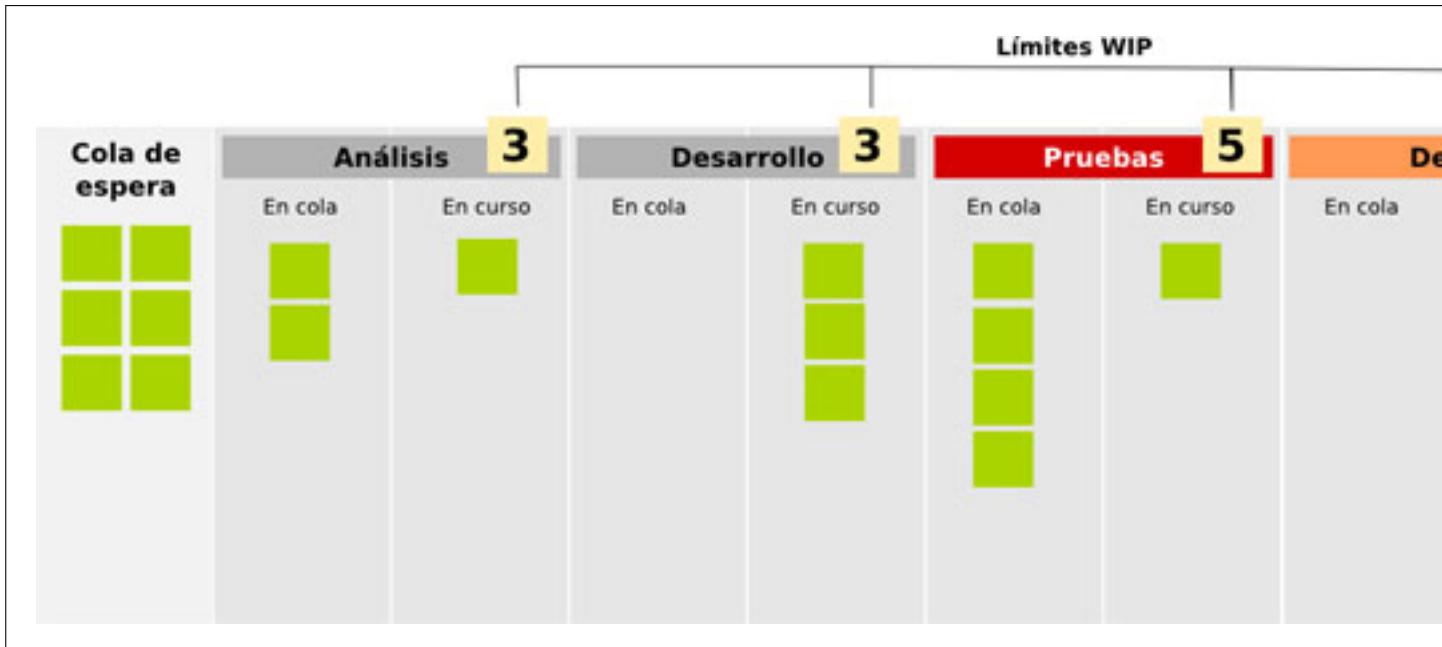


Figura 4.4: Cuello de botella en kanban

## 4.4 TDD

Test-driven development (TDD) es una metodología de desarrollo ágil consistente en escribir primero las pruebas para después implementar el código necesario para pasarlas satisfactoriamente. Según Carlos Blé [BJ10], podríamos definirlo como:

TDD es una técnica para diseñar software que se centra en tres pilares fundamentales:

- La implementación de las funciones justas que el cliente necesita.
- La minimización del número de defectos que llegan a la fase de producción.
- La producción de software modular, altamente reutilizable y preparado para el cambio.

### 4.4.1 Algoritmo TDD

El algoritmo para realizar TDD consta únicamente de tres pasos (ver figura 4.5):

1. Escribir el test para el requisito a desarrollar elegido
2. Implementar el código necesario para pasar el test
3. Refactorizar el código para eliminar duplicidades y mejorarlo.

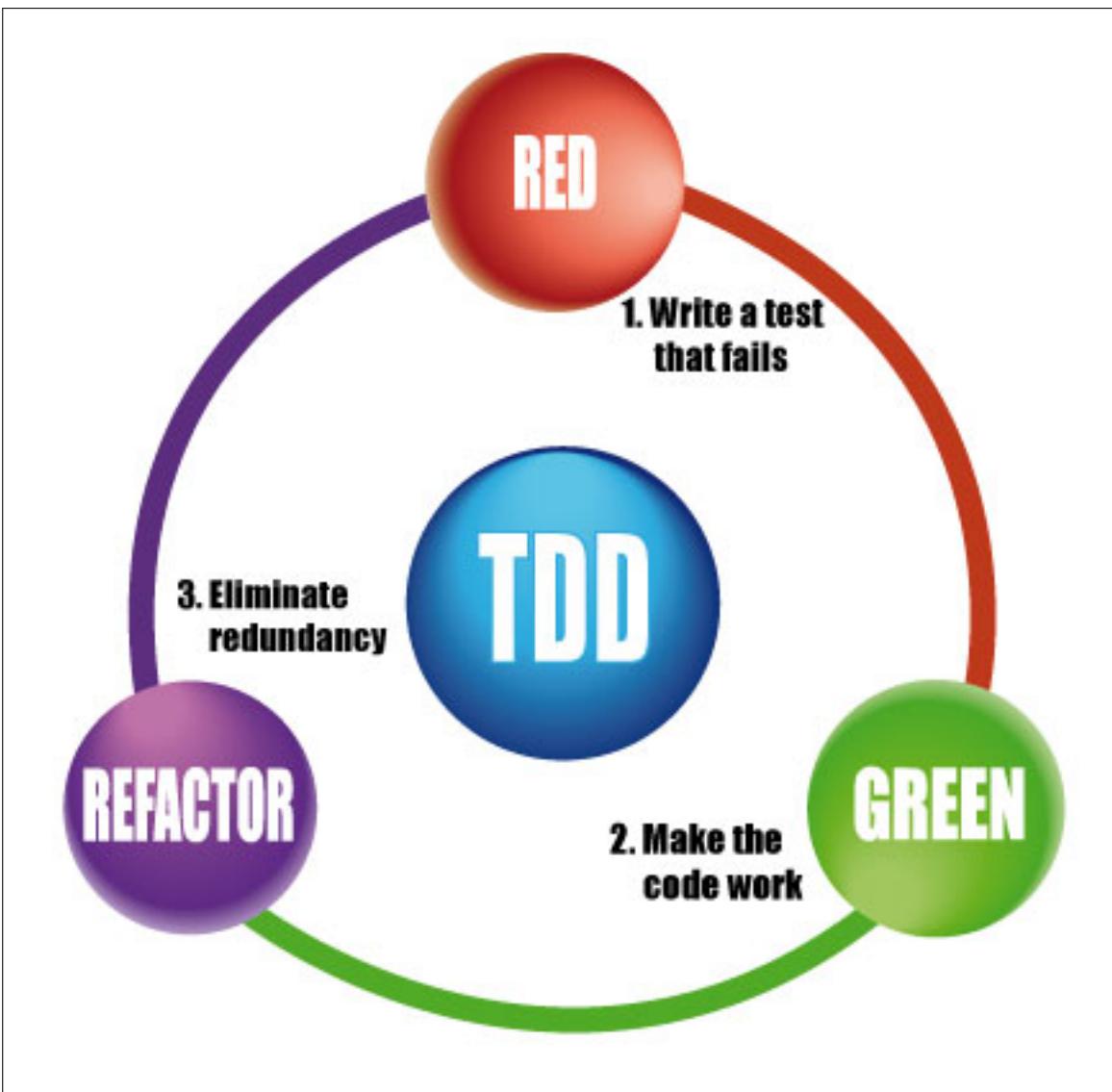


Figura 4.5: Algoritmo TDD

#### 4.4.2 Ventajas de usar TDD

Según Kent Beck [Bec04], creador de TDD, estas son algunas de las principales ventajas de su uso:

- La calidad del software aumenta.
- Escribir el test antes que el código obliga a escribir el mínimo de funcionalidad necesaria evitando diseños innecesarios.
- Los tests son la mejor documentación técnica para consultar qué misión cumple cada parte del código.

### 4.5 Marco tecnológico

En esta sección se incluyen las herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo del TFG.

#### **4.5.1 Herramientas de diseño**

**Visual Paradigm**

**Gantt Project**

**Moqups**

#### **4.5.2 Herramientas de gestión del proyecto**

**Git**

**Github**

**Trello**

#### **4.5.3 Herramientas, tecnologías y frameworks para el desarrollo**

**Ruby**

**Rails**

**Java Android**

**AngularJS**

**Bootstrap**

**Rspec**

**HTML**

**CSS**

**JSON**

**Sublime Text 3**

**Midori**

#### **4.5.4 Herramientas para la gestión de bases de datos**

**MongoDB**

**RoboMongo**

#### **4.5.5 Herramientas documentales**

**TexMaker**

**GIMP**

**Microsoft Visio**

#### **4.5.6 Herramientas de implantación**

**Heroku**

# ANEXOS



## Anexo A

## Ejemplo de anexo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## Referencias

- [AB09] J. Auping Birch. *El origen y la evolución del universo*. Universidad iberoamericana, 2009.
- [ABC13] ABC. Google revela que compró Waze por 966 millones de dólares. <http://www.abc.es/tecnologia/moviles-aplicaciones/20130726/abci-google-compro-waze-menos-201307261832.html>, July 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Ada14] D. Adams. HTML 5 Finalized. [http://www.osnews.com/story/28003/HTML\\_5\\_Finalized](http://www.osnews.com/story/28003/HTML_5_Finalized), October 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [Apa] Apache. HTTP Server Project. <https://httpd.apache.org/>. Consultado: Octubre 2015.
- [Bah11] E. Bahit. Desarrollo Ágil con Kanban. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/desarrollo-agil-kanban.html>, November 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [Bav] BAV - Vatican library. <https://www.vatlib.it/home.php?pag=stampati&ling=eng>. Consultado: Octubre 2015.
- [BBC13] BBC. Interview with mobile phone inventor Marty Cooper. [InterviewwithmobilephoneinventorMartyCooper](http://www.bbc.co.uk/news/technology-22053111), April 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Bec04] K Beck. *Test-driven Development: By Example*. Pearson Education, 2004.
- [BJ10] C. Blé Jurado. *Diseño ágil con TDD*. Lulu.com, 2010.
- [Buz14] Buzzko. Qué es y para qué sirve Swarm, la nueva app de Foursquare. <http://buzzko.com/blog/2014/05/16/que-es-y-para-que-sirve-swarm-la-nueva-app-de-foursquare/>, May 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Cab79] J. A. Cabezas. *Alejandro Graham Bell*. Susaeta Ediciones, 1979.
- [Cai11] A. Cairo. *El arte funcional*. Alamut, 2011.

- [CF07] J. A. Carballar Falcón. Paraninfo, 2007.
- [CF14] C. Cano Fernández. ¿Qué es Foursquare y para qué sirve? ¿Qué es Foursquare y para qué sirve?, February 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Chr97] N. R. Chrisman. *Exploring Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons, 1997.
- [Cor00] P. Correia. *Guía práctica del GPS*. Marcombo, 2000.
- [Dat14] Database Friends: Histoty of MySQL. <http://www.databasefriends.co/2014/02/history-of-mysql.html>, February 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [dC13] C. del Castillo. Waze: qué es, cómo funciona y para qué sirve. <http://computerhoy.com/noticias/apps/waze-que-es-como-funciona-que-sirve-4231>, June 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [DSA11] A. Díaz San Andrés. Biogeografía. <http://biogeografia.netau.net/cartografia.html>, October 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [ES01] H. Escolar Sobrino. *La biblioteca de Alejandría*. Gredos, 2001.
- [Eve01] A. E. Evenson. *The Telephone Patent Conspiracy of 1876*. McFarland & Company, 2001.
- [Gai10] N Gaiman. Neil Gaiman on Libraries. <https://www.youtube.com/watch?v=uH-sR1uCQ6g>, April 2010. Consultado: Octubre 2015.
- [GGE09] S. Gleason y D. Gebre-Egziabher. *GNSS Applications and Methods*. Artech House, 2009.
- [GM07] S. William A. Gunn y Michele Masellis. *Concepts and Practice of Humanitarian Medicine*. Springer, 2007.
- [GPS12] El GPS de 1909 Look, Ma, no wires! Cornell class project tests wireless networking. <http://resolviendolaincognita.blogspot.com.es/2012/02/el-gps-de-1909.html>, February 2012. Consultado: Octubre 2015.
- [His] Historia de PHP. <http://php.net/manual/es/history.php.php>. Consultado: Octubre 2015.
- [HP94] G. J. Holzmann y B. Pehrson. *The early history of data networks*. Wiley-IEEE Computer Society, 1994.
- [Jos94] T. F. Josefo. *Sobre la antigüedad de los judíos*. Gredos, 1994.
- [Kap10] R. Kapuscinski. *Viajes con Heródoto*. Anagrama, 2010.

- [Kle64] L. Kleinrock. *Redes de comunicación: flujo y retraso estocástico de mensajes*. McGraw-Hill, 1964.
- [Kor15] Vuelo 007 de Korean Air. [http://es.wikipedia.org/wiki/Vuelo\\_007\\_de\\_Korean\\_Air](http://es.wikipedia.org/wiki/Vuelo_007_de_Korean_Air), June 2015. Consultado: Octubre 2015.
- [LH06] A. Lindón y D. Hiernaux. *Tratado de geografía humana*. Anthropos Editorial, 2006.
- [Lib] Library of Congress. <https://www.loc.gov/about/fascinating-facts/>. Consultado: Octubre 2015.
- [Meu10] S. Meucci. *Antonio and the electric Scream: The man who invented the telephone*. 2010.
- [Moy12] P. Moya. Strava: una gran aplicación. <http://www.palabradorrunner.com/2012/11/strava.html>, November 2012. Consultado: Noviembre 2015.
- [Ori13] Los orígenes del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). [http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wiki/index.php/Los\\_or%C3%ADgenes\\_del\\_Sistema\\_de\\_Posicionamiento\\_Global\\_\(GPS\)](http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wiki/index.php/Los_or%C3%ADgenes_del_Sistema_de_Posicionamiento_Global_(GPS)), April 2013. Consultado: Octubre 2015.
- [Pal10] A. Palazzi. Historia del GPS: Cómo el mundo dejó de perderse. <http://www.neoteo.com/historia-del-gps-como-el-mundo-dejo-de-perderse/>, July 2010. Consultado: Octubre 2015.
- [Pal15] J. Palacio. *Gestión de proyectos Scrum Manager*. Scrum Manager, 2015.
- [Par13] S. Parra. ¿Como funcionaba el primer GPS de la historia, construido en a principios del siglo XX? <http://www.xatakaciencia.com/tecnologia/como-funcionaba-el-primer-gps-de-la-historia-construido-en-a-principios-del-siglo-xx>, June 2013. Consultado: Octubre 2015.
- [Pen11] A. Pena. GPS Android: Waze, conducir es un juego social. <http://www.xatakanroid.com/navegacion-y-mapas/gps-android-waze-conducir-es-un-juego-social>, August 2011. Consultado: Noviembre 2015.
- [Pen13] A. Pena. Ingress, cómo un juego de realidad virtual te cambia la vida. <http://www.xatakanroid.com/juegos-android/ingress-como-un-juego-de-realidad-virtual-te-cambia-la-vida>, December 2013. Consultado: Noviembre 2015.

- [Plu14] Plus Fours Routefinder - Worlds First Navigation System. [http://avaxnews.net/educative/plus\\_fours\\_routefinder\\_worlds\\_first\\_navigation\\_system.html](http://avaxnews.net/educative/plus_fours_routefinder_worlds_first_navigation_system.html), March 2014. Consultado: Octubre 2015.
- [Rub13] F. Rubira. ¿Qué es Foursquare y para qué sirve? [http://www.elconfidencialdigital.com/opinion/tribuna/libre/Foursquare-sirve\\_0\\_2097990200.html](http://www.elconfidencialdigital.com/opinion/tribuna/libre/Foursquare-sirve_0_2097990200.html), July 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [San] E. Sanz. ¿Cuántos libros hay en la Biblioteca Nacional de España? <http://www.muyhistoria.es/curiosidades/preguntas-respuestas/icuantos-libros-hay-en-la-biblioteca-nacional-de-espana>. Consultado: Octubre 2015.
- [Sch07] K. Schlögel. *En el espacio leemos el tiempo*. Siruela, 2007.
- [Sen03] United States Senate. Bill Text: 108th Congress (2003–2004) S.RES.223.IS. <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/z?c108:S.+Res.+223:>, September 2003. Consultado: Octubre 2015.
- [Som06] I. Sommerville. *Ingeniería del software*. Pearson Addison Wesley, 2006.
- [Unk13] Unknown. Life360 - Family Locator, tenlos controlados a todos. <https://www.life360.com/family-locator/>, June 2013. Consultado: Noviembre 2015.
- [Unk14] Unknown. Colega, ¿dónde está mi coche? Tu móvil te lo puede decir. <http://108tendencias.com/colega-donde-esta-mi-coche-tu-movil-te-lo-puede-decir/>, September 2014. Consultado: Noviembre 2015.
- [Unk15] Unknown. GLYMPSE – Un camino seguro y fácil de compartir su ubicación con el dispositivo móvil. <http://descargarinstagramapp.com/glympse-un-camino-seguro-y-facil-de-compartir-su-ubicacion-con-el-dispositivo-movil/>, January 2015. Consultado: Noviembre 2015.
- [VPE06] C. Verlinden y F. Pérez-Embíd. *Cristóbal Colón y el descubrimiento de América*. Rialp, 2006.
- [Wor] World Wide Web Consortium (W3C). <http://www.w3.org/>. Consultado: Octubre 2015.

Este documento fue editado y tipografiado con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X empleando  
la clase **esi-tfg** (versión 0.20151109) que se puede encontrar en:  
[https://bitbucket.org/arco\\_group/esi-tfg](https://bitbucket.org/arco_group/esi-tfg)

[respeta esta atribución al autor]

