



# Realidad Aumentada aplicada a la tecnología móvil en el sector turístico

Memoria de Proyecto Final de Máster

**Máster de Aplicaciones Multimedia**

Itinerario Profesional

**Autor: Silvia Zugazaga Echebarria**

Consultor: Sergio Schvarstein Liuboschetz

Professor: David García Solórzano

Junio 2015

## Créditos/Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada  
[3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## Dedicatoria/Cita

Este trabajo se lo dedico a mi familia, por la paciencia que han tenido conmigo mientras estaba estudiando o preparando las asignaturas.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Sergio por todas sus buenas indicaciones cara a encarar este proyecto y a todos aquellos que han compartido o divulgado sus conocimientos y que me han permitido aprender gracias a ellos.

## Resumen

El objetivo del trabajo es preparar un soporte teórico para poder crear y configurar un sistema de realidad aumentada para un destino turístico, de forma que los usuarios puedan disponer de recursos para planificar individualmente o en grupo visitas y rutas turísticas, basándonos para ello en sus preferencias y contexto.

Para ello se hace necesario adoptar técnicas que muestren un número adecuado de puntos en el dispositivo, evitando que un exceso de información resulte incómodo al usuario, por lo que es imprescindible que la respuesta sea personalizada. Además, aunque existen técnicas de recomendación que ofrecen resultados personalizados, estos sistemas son demasiado generalistas y no tienen en cuenta diferentes parámetros contextuales que deben influir en los resultados que se recomienden.

Trataremos por lo tanto de ofrecer un soporte teórico sobre la arquitectura de un sistema de realidad aumentada basado en el contexto aplicado al turismo, de forma que se pueda implantar en cualquier destino turístico, ofreciendo al turista una respuesta personalizada en función de sus preferencias en cada momento, permitiendo además al destino conocer los diferentes perfiles de turistas que lo visitan.

Presentaremos también diferentes aplicaciones y arquitecturas que se encuentran actualmente disponibles en el mercado para el sector turístico utilizando la realidad aumentada, y veremos cómo se encuentran implementadas y sus características.

## Abstract

The aim of this work is to develop a theoretical support to create and configure an augmented reality system for a tourist destination, so that users can have the resources to individual or group plan visits and tours, based on their preferences for it and context.

To do this it is necessary to adopt techniques that show an adequate number of points in the device, preventing information overload uncomfortable to the user, so it is imperative that the response is personalized. Furthermore, although there are technical recommendation that offer personalized results, these systems are too general and do not take into account different contextual parameters that should influence the results to be recommended.

So we try to offer a theoretical support for the architecture of an augmented reality system based on the context applied to tourism, so that it can be implemented in any tourist destination, offering tourists a personalized response according to their preferences in each time, also allowing the destination to know the different profiles of tourists who visit it.

We also present different applications and architectures that are currently available on the market for the tourism sector using augmented reality, and see how they are implemented and their characteristics.

## **Palabras clave**

Realidad Aumentada, Móvil, Contexto, Turismo.

## **Notaciones y Convenciones**

Será usada la siguiente notación:

- Cursiva: para los pies de foto y un tamaño de letra Calibrí 9.

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 1: Introducción .....</b>                                  | <b>10</b> |
| <b>1. Introducción/Prefacio .....</b>                                  | <b>10</b> |
| <b>2. Descripción/Definición .....</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>3. Objetivos generales .....</b>                                    | <b>12</b> |
| 3.1 Objetivos principales.....   | 12        |
| <b>4. Metodología y proceso de trabajo.....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>5. Planificación .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>6. Presupuesto.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>7. Estructura del resto del documento .....</b>                     | <b>18</b> |
| <b>Capítulo 2: Análisis.....</b>                                       | <b>19</b> |
| <b>1. Estado del arte.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2. Análisis del mercado.....</b>                                    | <b>20</b> |
| 2.1 Diferentes arquitecturas .....                                     | 21        |
| 2.2 Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al patrimonio ..... | 21        |
| 2.3 Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al guiado.....      | 21        |
| 2.3 Comparativa de la competencia .....                                | 22        |
| 2.4 Análisis DAFO.....   | 25        |
| <b>3. Definición de objetivos/especificaciones del producto.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>Capítulo 3: Tipos sistemas de recomendación.....</b>                | <b>28</b> |
| <b>1. Sistemas de recomendación basados en contenido.....</b>          | <b>28</b> |
| <b>2. Sistemas de recomendación colaborativos.....</b>                 | <b>29</b> |
| <b>3. Sistemas de recomendación basados en conocimiento .....</b>      | <b>30</b> |
| <b>4. Sistemas de recomendación demográficos.....</b>                  | <b>31</b> |
| <b>5. Sistemas de recomendación contextuales.....</b>                  | <b>31</b> |
| <b>6. Sistemas de recomendación híbridos.....</b>                      | <b>32</b> |
| <b>7. Sistemas de recomendación grupales.....</b>                      | <b>33</b> |
| <b>Capítulo 4: Pasos para el desarrollo app.....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>1. Interacción.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>2. Diseño del sistema.....</b>                                      | <b>36</b> |
| <b>3. Implementación.....</b>  | <b>37</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4. Testeo de la aplicación.</b> .....                                | <b>38</b> |
| 4.1 Implementación. ....  | 38        |
| 4.2 Verificación. ....  | 38        |
| 4.3 Lanzamiento. ....   | 39        |
| 4.4. Vinculación. ....  | 39        |
| 4.5. Validación. ....   | 39        |
| <b>5. Monetización.</b> .....   | <b>41</b> |
| 5.1. Pago por descarga. ....  | 41        |
| 5.2. Pago en aplicación. ....   | 42        |
| 5.3. Publicidad móvil. ....   | 43        |
| 5.4. Participación en ingresos. ....                                    | 43        |
| 5.5 .Ventas indirectas. ....  | 43        |
| 5.6. Mercado de componentes. ....                                       | 44        |
| <b>Capítulo 5: Diferentes arquitecturas.</b> .....                      | <b>45</b> |
| <b>1. Layar.</b> .....  | <b>45</b> |
| <b>2. Locus</b> .....   | <b>47</b> |
| <b>3. Ultra.</b> .....  | <b>48</b> |
| <b>4 Astor.</b> .....   | <b>48</b> |
| <b>5 Polar.</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>6 MoreTourism.</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>Capítulo 6: Diferentes tipos aplicaciones RA para Turismo.</b> ..... | <b>52</b> |
| <b>1 Orientadas al Patrimonio.</b> .....                                | <b>52</b> |
| 1.1. Archeoguide.....   | 53        |
| 1.2. Goggles.....   | 55        |
| 1.3. Visuar. ....   | 56        |
| <b>2 Orientadas al guiado.</b> .....                                    | <b>57</b> |
| 2.1. Wikitude. ....   | 57        |
| 2.2. Layar. ....  | 58        |
| 2.3. Junaio.....  | 59        |
| <b>Capítulo 7: Otros tipos de aplicaciones RA(Restauración).</b> .....  | <b>60</b> |
| <b>1. Yelp.</b> .....   | <b>60</b> |
| <b>2. mTrip.</b> .....  | <b>61</b> |
| <b>3. Inamo.</b> .....  | <b>62</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 8: Arquitectura RAMCAT. ....</b>               | <b>63</b> |
| 1. Sistema de interacción o capa de interfaz .....         | 66        |
| 2. Sistema de gestión de la información. ....              | 66        |
| 3. Sistema gestor de contenidos de realidad aumentada..... | 67        |
| 4. Sistema de procesamiento avanzado .....                 | 67        |
| 5. Sistema de posicionamiento.....                         | 67        |
| 6. Gestor de perfiles de usuarios.....                     | 68        |
| 7. Sistema de trazabilidad.....                            | 68        |
| 8. Módulos de recomendación:.....                          | 68        |
| 9. Gestión de recomendación de puntos. ....                | 68        |
| 10. Gestor de rutas.....                                   | 69        |
| 11. Sistema de información de contexto. ....               | 69        |
| <b>Capítulo 9: Conclusiones y líneas de futuro .....</b>   | <b>70</b> |
| 1. Conclusiones .....                                      | 70        |
| 2. Líneas de futuro .....                                  | 71        |
| <b>Bibliografía .....</b>                                  | <b>72</b> |



## Figuras y tablas

Lista de imágenes, tablas, gráficos, diagramas, etc., numeradas, con títulos y las páginas en las que aparecen.

### Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 :Cuadro comparativo de diferentes SDKs .....  | 22 |
| Figura 2: Aplicaciones que permiten las plataformas.....   | 23 |
| Figura 3: Descargas de las distintas aplicaciones.....   | 24 |
| Figura 4: Idiomas que soportan las aplicaciones .....  | 24 |
| Figura 5: Esquema de interacción .....   | 35 |
| Figura 6: Diagrama de bloques del sistema .....  | 37 |
| Figura 7: Modelos de monetización más lucrativos.....  | 44 |
| Figura 8: Esquema de arquitectura Layar .....  | 46 |
| Figura 9: Pantalla de LocusMap. ....   | 47 |
| Figura 10: Ejemplo de funcionamiento de ASTOR .....  | 49 |
| Figura 11:Modelo del sistema ModerTourism .....  | 50 |
| Figura 12: Relaciones entre etiquetas. ....  | 51 |
| Figura 13:ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia. Imagen real.....   | 54 |
| Figura 14:ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia con la reconstrucción virtual del templo que el usuario verá a través de las gafas de Realidad Aumentada..... | 54 |
| Figura 15: Ejemplo de Goggles. ....  | 55 |
| Figura 16: Aplicación wiktitude.....   | 58 |
| Figura 17: Ejemplo de uso de Layar .....   | 59 |
| Figura 18: Ejemplo de uso de Junaio.. ....   | 60 |
| Figura 19: . Imagen de aplicación Yelp .....   | 61 |
| Figura 20: Pantalla de aplicación mTrip.. ....   | 62 |
| Figura 21: Pantalla Inamo .....  | 63 |
| Figura 22: Arquitectura RAMCAT.. ....  | 64 |
| Figura 23: Componentes de la Arquitectura RAMCAT .....   | 65 |

### Índice de tablas

|                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Tabla 1: Presupuesto ..... | ¡Error! Marcador no definido. |
|----------------------------|-------------------------------|

# Capítulo 1: Introducción

## 1. Introducción/Prefacio

El uso de Internet ha provocado un importante cambio en la realización de muchas tareas y en la forma de trabajar de la sociedad. Actualmente, antes de realizar un viaje, los turistas utilizan recursos web de todo tipo para consultar servicios y actividades, que podrán realizar al llegar al destino. De tal forma que el volumen de información que podemos encontrar de un determinado destino turístico es habitualmente demasiado grande, por lo que se debe dedicar gran cantidad de tiempo a buscar y encontrar lo que se necesita y realmente interesa. Hay países en los que el sector turístico desempeña un importante papel en su economía.

Actualmente, el uso de aplicaciones móviles está constituyendo una auténtica revolución en el mercado de los smartphones y tablets, suponiendo un estímulo para el desarrollo de nuevos sistemas. Por tanto, las aplicaciones móviles orientadas al turismo pueden convertirse en un nuevo canal que posibilite información, promoción y comercialización turística.

Los sistemas de realidad aumentada están tomando relevancia en el turismo, ya que permiten que el mundo real, visualizado por los smartphones, se combine con elementos virtuales, posibilitando la visualización de información de forma atractiva e interactiva. Se pueden lograr herramientas de guía e información de puntos turísticos muy útiles para el turista, que mejoren de forma significativa su experiencia.

Últimamente se están desarrollando una importante cantidad de herramientas para dispositivos móviles basados en realidad aumentada, las cuales pueden tener aplicaciones al turismo. Entre ellas podemos distinguir dos importantes grupos:

- Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al patrimonio. Se trata de las primeras aplicaciones que surgieron y que tienen como principal objetivo la reconstrucción, animación o visualización virtual de monumentos y edificios emblemáticos que se encuentran actualmente en ruinas.
- Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al guiado. En este grupo se encuentran, en general, el resto de aplicaciones. Suelen estar enfocadas a guiar u orientar al turista en un recorrido o ciudad, indicándole dónde se encuentra un determinado recurso turístico.

Estos dos tipos de aplicaciones solucionan las demandas del sector turístico para conseguir una mejor experiencia por parte del turista en la visita del destino. Resulta muy interesante la combinación de ambos tipos de aplicaciones, permitiendo de esta forma conseguir por parte del turista una mayor comprensión de los monumentos, el ambiente y la evolución histórica de los sitios visitados, consiguiendo que la inmersión del turista sea mayor y más gratificante.

## 2. Descripción/Definición

Los sistemas de realidad aumentada están empezando a tomar relevancia en el turismo, ya que permiten que el mundo real, visualizado por la cámara de un dispositivo, se enriquezca con la inclusión de elementos virtuales, que coexisten en un mismo espacio con la imagen capturada por el dispositivo. Además, la realidad aumentada ofrece la posibilidad de mostrar información de forma intuitiva, rápida, interactiva y atractiva. Estas características hacen que su aplicación en sectores como el turismo, patrimonio, cultura y publicidad esté creciendo considerablemente. Varios estudios indican que el número de teléfonos capaces de soportar aplicaciones de realidad aumentada será muy elevada en estos próximos años.

Este dato justifica la importancia de que las organizaciones de gestión de destinos turísticos apuesten por implantar sistemas basados en esta tecnología. Además, las herramientas de guiado e información de puntos turísticos, basados en realidad aumentada, proporcionan una nueva perspectiva de interacción que mejora la experiencia del turista en los destinos.

Se abordará un estudio de la realidad aumentada en el sector turístico que comprenda:

- Componentes hardware y software necesarios para configurar un sistema de realidad aumentada.
- Análisis DAFO de realidad aumentada aplicada al sector turístico.
- Tipos de sistemas de recomendación. Las técnicas de recomendación tienen un amplio abanico de aplicaciones. Para recomendar a un turista la visita de una determinada actividad o punto de interés de un destino, son aplicables varios tipos de técnicas. Pueden utilizarse criterios relacionados con los puntos más visitados en el destino turístico, tipo de visitas que realiza habitualmente el visitante del destino, información demográfica de los turistas, etc.
- Estudio arquitecturas y aplicaciones existentes en el mercado que se pueden aplicar en el sector turístico. Examinaremos las características de algunas aplicaciones turísticas orientados al patrimonio y características de algunas aplicaciones turísticas orientadas a guiado.
- Estudio del sistema de realidad aumentada modelo RAMCAT.

### 3. Objetivos generales

El objetivo del trabajo es definir un soporte teórico para la creación y configuración de un sistema de realidad aumentada para un destino turístico, donde los usuarios puedan disponer de herramientas para planificar individualmente o en grupo visitas o rutas turísticas, teniendo en cuenta sus preferencias y contexto.

Se analizarán distintas arquitecturas existentes en la actualidad, señalando sus características y por último se estudiará más en detalle una de ellas.

#### 3.1 *Objetivos principales*

Objetivos del servicio:

- Describir los componentes hardware y software necesarios para implementar RA.
- Descripción de distintas arquitecturas.
- Descripción de distintos sistemas de recomendación.

Objetivos para el cliente/usuario:

- Descripción de distintas aplicaciones para el sector turístico
- Otros tipos de aplicaciones (sector restauración)
- Descripción de Ventajas e Inconvenientes resultantes de aplicar Realidad Aumentada al sector turístico

## **4. Metodología y proceso de trabajo**

La metodología de trabajo o investigación consiste en la búsqueda de artículos en Internet, así como en distintos libros sobre apps y Realidad Aumentada.

Se describe de forma genérica las necesidades tanto a nivel hardware como software que se tienen que cumplir.

Una vez descubiertas las distintas apps y arquitecturas existentes en el mercado, he buscado sus características en internet, para conocer sus especificidades.

Se estudia más en detalle la arquitectura RAMCAT.

## 5. Planificación

La Planificación original ha ido variando debido a las sugerencias de Sergio ,ya que la entrega inicial de la PEC3 había sido bastante breve ,posteriormente he querido completar más la entrega de la PEC3:

1. Investigación de las diferentes arquitecturas:
  - Layar
  - LOCUS
  - ULTRA
  - ASTOR
  - POLAR

Describiendo las características de cada una de ellas.

2. Estudio de aplicaciones de RA en Turismo. Distinguiremos 2 grupos:
  - Orientadas al patrimonio  
ARCHEOGUIDE  
Goggles  
Visuartour
  - Orientadas al guiado  
Wikitude  
Layar  
Junaio

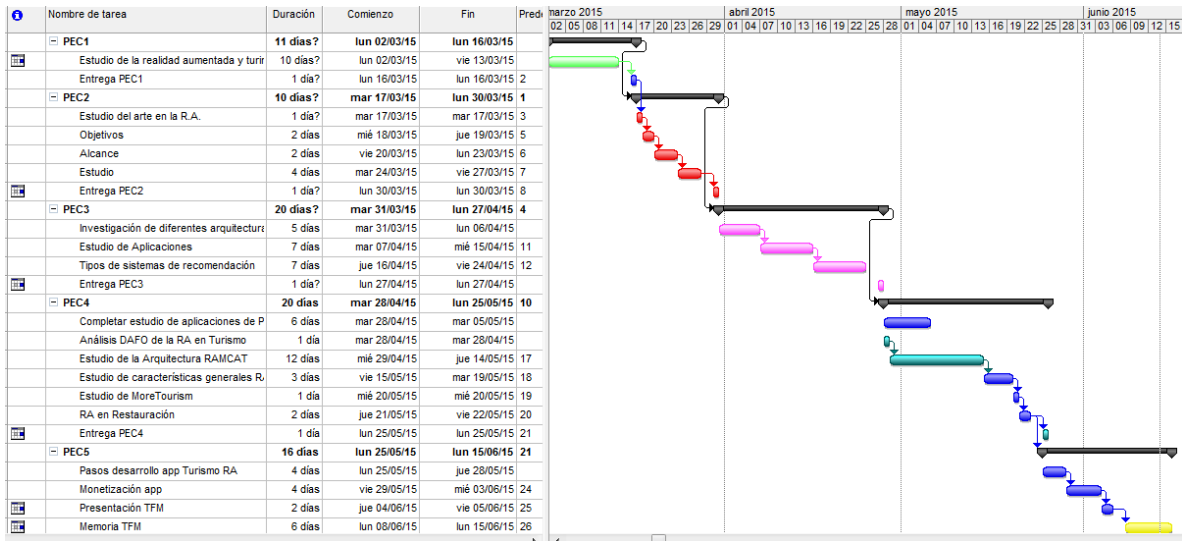
Acompañó a cada una de ellas una breve descripción de su funcionamiento y características.

3. Tipos de sistemas de recomendación. Realizo un estudio de la clasificación de todos los sistemas de recomendación que se pueden utilizar a la hora de aportar soluciones a las consultas de guiado de los usuarios de aplicaciones de RA en el sector turístico.

Para la PEC4 y cara a realizar un estudio más exhaustivo que inicialmente con la PEC3, he definido los siguientes apartados:

1. Desarrollo de la Realidad Aumentada. Este apartado no estaba previsto inicialmente, pero cara a hacer una entrega más completa lo he incluido, se trata de una introducción general a los conceptos clave necesarios para crear aplicaciones de RA.
2. Seguimiento. Este apartado tampoco estaba previsto inicialmente, lo he añadido porque me parece interesante ver los diferentes tipos de seguimiento que se pueden hacer para conocer la posición del usuario.
3. DAFO. Un análisis de breve de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades que surgen de aplicar la realidad aumentada al sector turístico.
4. Descripción del sistema RAMCAT para el guiado en el sector turístico
5. Descripción del Sistema MoreTourism para el guiado en el sector turístico, inicialmente no estaba previsto, pero me ha parecido bueno tener otro sistema, para analizarlo desde otra perspectiva.
6. Otras aplicaciones realidad aumentada, relacionadas con el turismo, como pueden ser algunas aplicaciones en el sector de la restauración. Este punto, tampoco estaba previsto inicialmente pero me ha parecido interesante para completar la información de las aplicaciones en el sector turístico:
  - Yelp
  - mTrip

- Inamo.



Por otro lado, también he decidido completar la PEC5, definiendo los pasos genéricos que se deben de dar en todo desarrollo de una app para el turismo usando realidad aumentada y geolocalización, y definiendo las distintas formas que tenemos de monetizar nuestra aplicación.

|   |                 |                     |                     |           |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|-----------|
| <b>PEC1</b>                               | <b>11 días?</b> | <b>lun 02/03/15</b> | <b>lun 16/03/15</b> |           |
| Estudio de la realidad aumentada y turir  | 10 días?        | lun 02/03/15        | vie 13/03/15        |           |
| Entrega PEC1                              | 1 día?          | lun 16/03/15        | lun 16/03/15        | 2         |
| <b>PEC2</b>                               | <b>10 días?</b> | <b>mar 17/03/15</b> | <b>lun 30/03/15</b> | <b>1</b>  |
| Estudio del arte en la R.A.               | 1 día?          | mar 17/03/15        | mar 17/03/15        | 3         |
| Objetivos                                 | 2 días          | mié 18/03/15        | jue 19/03/15        | 5         |
| Alcance                                   | 2 días          | vie 20/03/15        | lun 23/03/15        | 6         |
| Estudio                                   | 4 días          | mar 24/03/15        | vie 27/03/15        | 7         |
| Entrega PEC2                              | 1 día?          | lun 30/03/15        | lun 30/03/15        | 8         |
| <b>PEC3</b>                               | <b>20 días?</b> | <b>mar 31/03/15</b> | <b>lun 27/04/15</b> | <b>4</b>  |
| Investigación de diferentes arquitecturas | 5 días          | mar 31/03/15        | lun 06/04/15        |           |
| Estudio de Aplicaciones                   | 7 días          | mar 07/04/15        | mié 15/04/15        | 11        |
| Tipos de sistemas de recomendación        | 7 días          | jue 16/04/15        | vie 24/04/15        | 12        |
| Entrega PEC3                              | 1 día?          | lun 27/04/15        | lun 27/04/15        |           |
| <b>PEC4</b>                               | <b>20 días</b>  | <b>mar 28/04/15</b> | <b>lun 25/05/15</b> | <b>10</b> |
| Completar estudio de aplicaciones de P    | 6 días          | mar 28/04/15        | mar 05/05/15        |           |
| Análisis DAFO de la RA en Turismo         | 1 día           | mar 28/04/15        | mar 28/04/15        |           |
| Estudio de la Arquitectura RAMCAT         | 12 días         | mié 29/04/15        | jue 14/05/15        | 17        |
| Estudio de características generales R    | 3 días          | vie 15/05/15        | mar 19/05/15        | 18        |
| Estudio de MoreTourism                    | 1 día           | mié 20/05/15        | mié 20/05/15        | 19        |
| RA en Restauración                        | 2 días          | jue 21/05/15        | vie 22/05/15        | 20        |
| Entrega PEC4                              | 1 día           | lun 25/05/15        | lun 25/05/15        | 21        |
| <b>PEC5</b>                               | <b>16 días</b>  | <b>lun 25/05/15</b> | <b>lun 15/06/15</b> | <b>21</b> |
| Pasos desarrollo app Turismo RA           | 4 días          | lun 25/05/15        | jue 28/05/15        |           |
| Monetización app                          | 4 días          | vie 29/05/15        | mié 03/06/15        | 24        |
| Presentación TFM                          | 2 días          | jue 04/06/15        | vie 05/06/15        | 25        |
| Memoria TFM                               | 6 días          | lun 08/06/15        | lun 15/06/15        | 26        |



## 6. Presupuesto.

En este caso hacemos un estudio teórico de lo que podría costar implementar una app que utilice la realidad aumentada en el sector turístico.

La aplicación se desarrolla para iOS (iPhone/iPad) y Android (smartphones/tablets) El cliente va a disponer del código fuente del desarrollo.

La aplicación principal se alojará en las tiendas correspondientes a cada dispositivo móvil, en este caso "App Store" o "Google Play"

Una vez descargada la aplicación se iniciará el proceso habitual de aceptación de condiciones e instalación de la misma.

Se desarrolla durante unos 4 meses por una sola persona que hace las funciones de Analista y Programador. Contamos un presupuesto de unos 25 euros la hora.

|                                   | Horas | Presupuesto | Personal             |
|-----------------------------------|-------|-------------|----------------------|
| <b>Plan Trabajo</b>               | 8     | 200         | Analista/programador |
| <b>Requerimientos</b>             | 30    | 750         | Analista/programador |
| <b>Selección infraestructura</b>  | 10    | 250         | Analista/programador |
| <b>Contratación componentes</b>   | 20    | 500         | Analista/programador |
| <b>Construcción</b>               | 70    | 1750        | Analista/programador |
| <b>Pruebas funcional</b>          | 70    | 1750        | Analista/programador |
| <b>Explotación implementación</b> | 100   | 2500        | Analista/programador |

Tabla 1: Presupuesto

**TOTAL: 7700 euros**

## 7. Estructura del resto del documento

Capítulo2: Estado del arte. Análisis del mercado de la realidad aumentada aplicada al sector turístico. Análisis DAFO. Aplicaciones orientadas al patrimonio y aplicaciones orientadas al guiado.

Capítulo3: Tipos de sistemas de recomendación. Se describen los distintos sistemas de recomendación que se pueden usar para guiar a los turistas, basados en contenido, en el conocimiento, en el contexto, demográficos, colaborativos, híbridos y grupales.

Capítulo4: Pasos para el desarrollo de una app. Se describen a grandes rasgos los pasos genéricos que hay que realizar en el desarrollo de una app de realidad aumentada con geolocalización para el turismo.

Capítulo5: Distintas arquitecturas. Se describen las características de distintas arquitecturas que se encuentran actualmente disponibles.

Capítulo6: Diferentes tipos de aplicaciones para el turismo. Se describen aplicaciones que se encuentran actualmente en el mercado clasificadas en dos grupos, aplicaciones orientadas al patrimonio y aplicaciones orientadas al guiado.

Capítulo7: Otros tipos de aplicaciones que usan la realidad aumentada, como puede ser el caso de aplicaciones que se usan en la restauración.

Capítulo8: Arquitectura RAMCAT. Se describen las características de esta arquitectura que se puede utilizar para el guiado en el turismo.

# Capítulo 2: Análisis

## 1. Estado del arte

Los estudios sobre realidad aumentada se iniciaron sobre los años 60, sin embargo fue en la década de los 90 cuando comenzó a investigarse más profundamente. Es una tecnología innovadora que se puede aplicar en distintas áreas como la arquitectura, ingeniería, turismo, educación, publicidad... En el ámbito turístico hay muchos proyectos relacionados con el patrimonio, museos, transportes, que hacen que este tipo de tecnología pueda ser relevante para lograr beneficios.

Un sistema de realidad aumentada puede definirse como aquél que enriquece el mundo real con diferentes tipos de elementos virtuales que son generados mediante técnicas hardware y software, permitiendo la coexistencia en un mismo espacio de objetos reales con objetos virtuales. Contiene los siguientes elementos:

- Combinación de imagen real y virtual.
- Interacción en tiempo real.
- Geolocalización.

En los sistemas de realidad aumentada se utilizan dispositivos de visualización DMDs (Digital Micromirror Device), dispositivos basados en monitor y móviles (PDAs, Smartphone, etc.). El uso de estos dispositivos permite mantener las características esenciales de la realidad aumentada, es decir, complementar la realidad en lugar de reemplazarla, consiguiendo de este modo un mayor realismo en todas nuestras acciones.

### **Realidad aumentada y Realidad virtual**

Las características de la realidad virtual son:

- Su entorno de desarrollo es una escena tridimensional generada por ordenador, requiere de un importante rendimiento gráfico para poder conseguir un nivel de realismo adecuado.
- El mundo virtual es interactivo, es decir, se necesitan respuestas en tiempo real por parte del sistema para tener la sensación de interactividad.
- El sistema extrae del usuario información, como por ejemplo movimientos, provocando efectos que se representarán sobre la escena que se muestre en el dispositivo de visualización. Por la contra, la realidad aumentada consiste en ampliar la realidad percibida utilizando elementos de la realidad virtual procedentes de dispositivos tecnológicos concretos.

Una diferencia importante entre realidad aumentada y realidad virtual es que la realidad virtual proporciona un entorno totalmente envolvente para el usuario, la visión y en algunos casos la audición y percepción deben estar controladas por el propio sistema. La realidad aumentada debe complementar el mundo real, siendo necesario que el usuario mantenga el sentido de presencia en dicho mundo. Las imágenes virtuales se mezclarán con la vista real para crear la imagen aumentada, además los objetos virtuales generados por los sistemas deben estar alineados correctamente con el

mundo real, a todo este proceso se le denomina registraci3n. El ajuste de las im3genes debe ser lo m3s exacto posible en todo momento, incluso cuando el usuario se encuentre en movimiento. La realidad aumentada cambia, la percepci3n del usuario del mundo real y la interacci3n con 3l, proporcion3ndole informaci3n que no puede detectar directamente por sus sentidos. Para poder conseguir esta percepci3n e interacci3n, se deber3 utilizar dispositivos adicionales que permitan a1adir informaci3n virtual a la informaci3n que percibe del mundo real. En un sistema de realidad aumentada es necesaria una videoc3mara que capture la informaci3n del mundo real. Adem3s debe poseer un sistema de geolocalizaci3n que detecte la ubicaci3n y orientaci3n del usuario en cada momento, para que de esta forma pueda generarse la escena virtual que se integrar3 con la informaci3n del mundo real capturada. Esta escena aumentada debe presentarse a trav3s de un dispositivo de visualizaci3n, estos sistemas se denominan video-through. Los sistemas en los que la imagen real y virtual se mezclan en el cerebro del usuario, recibiendo solamente la imagen virtual a trav3s del dispositivo de visualizaci3n, se denominan see-through. Existe otro tipo de realidad aumentada que consiste en proyectar la escena virtual sobre el entorno real, combin3ndose ambas en la propia escena real, en este caso se habla de sistemas basados en proyecci3n.

### **Geolocalizaci3n.**

Uno de los aspectos m3s importantes dentro de las tecnolog3as de realidad aumentada es la geolocalizaci3n, para poder localizar la situaci3n del usuario y posicionar en la pantalla adecuadamente las proyecciones virtuales.

La geolocalizaci3n es la capacidad de asignar coordenadas geogr3ficas a diferentes elementos por medio de herramientas inform3ticas. Actualmente los tel3fonos m3viles y ordenadores personales est3n dotados de tecnolog3a GPS, lo que ha permitido que esta capacidad est3 al alcance de cualquiera.

## **2. An3lisis del mercado.**

3ltimamente, se est3n desarrollando una importante cantidad de herramientas para dispositivos m3viles basados en realidad aumentada, de forma que han contribuido a mejores prestaciones en las aplicaciones orientadas al turismo. Entre las aplicaciones de turismo se pueden distinguir dos importantes grupos:

- a) Aplicaciones y proyectos tur3sticos orientados al patrimonio. Fueron las primeras aplicaciones que surgieron y tienen como principal objetivo la reconstrucci3n, animaci3n o visualizaci3n virtual (mediante el uso de modelos 3D) de monumentos y edificios emblem3ticos que se encuentran actualmente en ruinas. Suelen requerir dispositivos m3s o menos especializados y/o potentes por el coste computacional que supone la representaci3n de modelos 3D.
- b) Aplicaciones y proyectos tur3sticos orientados al guiado. En este grupo se encuentran el resto de aplicaciones. Suelen estar enfocadas a guiar u orientar al turista en un recorrido por la ciudad, indic3ndole d3nde se encuentra un determinado punto tur3stico. Son aplicaciones m3s gen3ricas que las anteriores y suponen un menor consumo de recursos, porque no se utilizan modelos en 3D.

## **2.1 Diferentes arquitecturas**

### **LOCUS**

Es un sistema de realidad aumentada que se usa en terminales móviles. Utiliza técnicas de geo-posicionamiento, de forma que el usuario pueda ver información ampliada sobre determinados lugares con su dispositivo. Utiliza modelos 3D para aumentar la escena real. Proporciona herramientas para caracterizar el contexto espacial. Los requisitos del sistema son los siguientes:

- a) Almacenamiento y gestión de la información espacial y posicional de los lugares.
- b) Herramientas de modelado.
- c) Herramientas de navegación y estimación de rutas.
- d) Interfaz para trabajar con realidad virtual y realidad aumentada.

### **ULTRA**

Plataforma de realidad aumentada ultra-ligera y compacta que permite a los desarrolladores la creación de sus propios sistemas. Se utiliza sobre todo en las PDAs.

### **ASTOR**

ASTOR es un prototipo de sistemas de realidad aumentada que está basado en que la información digital se muestra en unas pantallas transparentes, por lo que no es necesario que el usuario utilice ningún dispositivo.

### **POLAR**

De bajo coste, permite superponer información a una escena real utilizando para ello unos mecanismos poco comunes. Utiliza un espejo para reflejar por un lado los objetos reales que se desean ampliar y por el otro lado, la información digital que se desea mostrar, jugando para ello con los ángulos de visión del espejo.

## **2.2 Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al patrimonio**

**Google Goggles**, un servicio de Google que permite reconocer objetos mediante fotos tomadas con un dispositivo móvil, devolviendo información relacionada.

**ARCHEOGUIDE** resulta ser uno de los referentes más destacados en cuanto a la aplicación de la tecnología de Realidad Aumentada al campo patrimonial y más concretamente el arqueológico.

## **2.3 Aplicaciones y proyectos turísticos orientados al guiado.**

**Visuar** es una empresa especializada en el desarrollo de productos y aplicaciones de Realidad Aumentada con más de 14 años en el sector de las nuevas tecnologías.

**Wikitude** permite mostrar sobre la propia vista de la cámara del móvil información relevante como hoteles, monumentos, etc. Los puntos de interés a mostrar vienen dados por el uso del GPS o redes WiFi determinando de esta manera la posición del móvil.

**Layar**, que está desarrollado por la empresa SPRX Mobile y fue lanzado al mercado en 2009 para iOS y para Android. Al igual que Wikitude, Layar hace uso del GPS, compás y acelerómetros, de forma que permite obtener la posición y orientación del móvil y con esta información se pueden superponer distintos puntos de interés a la imagen de la cámara del móvil. En el caso de Layar, los puntos se agrupan en lo que se denominan capas.

**Junaio** es un navegador de Realidad Aumentada diseñado para dispositivos 3G y 4G .Es desarrollado por la empresa Metaio GmbH.

### 2.3 Comparativa de la competencia

| SDKs de Realidad Aumentada | Wikitude SDK | Vuforia Qualcomm | Metaio | Layar | DroidAR | D'Fusion Total Immersion | ARToolworks |
|----------------------------|--------------|------------------|--------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| RA basada en localización  | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| iOS y Android              | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| SDK para RA interactiva    | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Seguimiento híbrido        | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Detección de marcadores    | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Aumentado de imagen 2D     | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Potencial de escalado      | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Detección de pasos         | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Forum de desarrolladores   | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |
| Costes de licencia         | ■            | ■                | ■      | ■     | ■       | ■                        | ■           |

Figura1: Cuadro comparativo de diferentes SDKs

#### Plataformas.

Las principales plataformas para los smartphones de hoy en día son Android e iOS. Existe el triple de móviles Android que iOS, pero gastan más dinero en descarga de aplicaciones los usuarios de iOS que los de Android. Esto puede deberse a que en Android existen más apps gratuitas, o quizá que en iOS existe un mayor número de apps.

Android cuenta con más de 800.000 apps, de una gran calidad muchas de ellas y de las cuales, el 80% son gratuitas (Google Play, 2013). Sin embargo, iOS cuenta con más de 900.000 apps de la mejor calidad posible, algunas en HD (App Store (iOS), 2013). Existen también las plataformas de Blackberry OS (con un total de más de 250.000 apps) y Windows Phone (con unas 145.000 apps). Debido a ello, las principales aplicaciones de realidad aumentada sacan versiones para las plataformas de Android e iOS principalmente. Entrando en detalle, todas las aplicaciones analizadas anteriormente están disponibles para iOS, y también para Android. Algunas como Wikitude y EMT Málaga soportan también la plataforma Windows Phone. Además, Wikitude también acepta Blackberry.

| Plataformas   | Wikitude | Layar | Junaio | Rome MVR | Google goggles | mTrip | Yelp |
|---------------|----------|-------|--------|----------|----------------|-------|------|
| iOS           | x        | x     | x      | x        | x              | x     | x    |
| Android       | x        | x     | x      |          | x              | x     | x    |
| BB            | x        |       |        |          |                |       |      |
| Windows Phone | x        |       |        |          |                |       |      |

Figura2: Aplicaciones que permiten las plataformas

### Precio.

Afortunadamente, tenemos la ventaja de que todas las aplicaciones de realidad aumentada más importantes relacionadas con el turismo son gratuitas. Esto provoca que los visitantes puedan hacer uso de la aplicación que mejor se adapte a sus necesidades, sin tener que arrastrar costes adicionales a los del viaje en sí. En cuanto a mTrip, son múltiples guías individuales de pago por cada ciudad, creadas por una importante editorial europea dedicada al turismo.

### Difusión.

Nos referiremos al grado de distribución y conocimiento que tiene el público en general de estas aplicaciones. Lo valoraremos en cuanto al número de descargas que recibe cada una y las compararemos entre ellas. Estos datos los conseguiremos gracias a la información facilitada por su página web o en la estimación que dan las aplicaciones en su zona de descarga.

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| <b>Wikitude</b>       | ≈10.000.000 |
| <b>Layar</b>          | +30.000.000 |
| <b>Junaio</b>         | +100.000    |
| <b>Rome MVR</b>       | Sin datos   |
| <b>Google goggles</b> | +10.000.000 |
| <b>mTrip</b>          | +1.500.000  |
| <b>Yelp</b>           | +10.000.000 |

Figura3: Descargas de las distintas aplicaciones.

Observamos que la aplicación más descargada es Layar, posiblemente debido a la gran cantidad de capas que se pueden observar con ella. Tras ella nos encontramos con Wikitude, Google goggles y Yelp, todas con más de diez millones de descargas, ya que son bastante conocidas internacionalmente y muy útiles.

### Idiomas.

Se trata de otro de los aspectos más importantes de este tipo de aplicaciones, ya que su principal uso sería el turístico y deberían estar preparadas para todos los visitantes que pueda recibir un destino. El turismo nos exige que, aunque sea una aplicación enfocada a una determinada región, se encuentre traducida en varios idiomas. Debido a que, estas aplicaciones van dirigidas a aquellos visitantes no residentes en esa zona y muchas veces se trata de visitantes extranjeros. Es por ello que una aplicación turística, cuantos más idiomas soporte, mejor valorada y más útil será. Ya no sólo estamos hablando del inglés. Una aplicación traducida al francés, alemán o ruso generará una mejor satisfacción de éstos turistas a nuestro destino.

| <b>Aplicación</b>     | <b>Idiomas</b> |
|-----------------------|----------------|
| <b>Wikitude</b>       | 33             |
| <b>Layar</b>          | 7              |
| <b>Junaio</b>         | 11             |
| <b>Rome MVR</b>       | 1              |
| <b>Google goggles</b> | 44             |
| <b>mTrip</b>          | 6              |
| <b>Yelp</b>           | 13             |

Figura4: Idiomas que soportan las aplicaciones.

Observamos que las mejores aplicaciones, en cuanto al número de traducciones de las que dispone, son Google goggles (44 idiomas disponibles) en primer lugar y Wikitude (33 idiomas) en segundo lugar. Muy por debajo encontramos a Yelp y Junaio (13 y 11 idiomas respectivamente).

### Interfaz.



En este apartado analizaremos la interfaz de cuatro aplicaciones. Estudiaremos su facilidad de uso, su diseño atractivo y demás características relacionadas. Para ello compararemos dos vistas de las aplicaciones, como pueden ser la vista del menú principal y la vista general cuando se está usando la realidad aumentada.

- Wikitude: Observamos que posee un menú muy atractivo, rico en imágenes, con un diseño interesante y colorido. En cuanto a la vista de realidad aumentada, posee una brújula grande que señala los puntos de interés, pero estos puntos aparecen en la imagen real superpuestos entre sí. Fotografías muy pequeñas
- Layar: El menú de Layar es bastante más complicado y requiere una búsqueda previa. Cada capa tiene su propio icono sin estar homogéneos entre sí. Color homogéneo. Brújula demasiado pequeña.
- Junaio. Su menú es el más caótico de todos, con opciones muy variadas y dificultades a la hora de realizar la búsqueda de preferencias. En cuanto a la imagen de realidad virtual, es muy fácil y sencilla de usar. Iconos grandes y muy visuales. Brújula adecuada. Interfaz atrayente.
- Yelp. Menú es muy homogéneo, con sus diferentes opciones y su imagen asociada. Facilidad de uso y simplicidad. La realidad virtual es más confusa, debido a que todos los restaurantes se superponen entre sí y pueden llegar a formar una lista muy larga. Ocupan mucho espacio, pero el diseño es bastante bueno, con sus estrellas y comentarios fáciles de ver.

## **2.4 Análisis DAFO**

El análisis DAFO, también conocido como análisis FODA, es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada. Proviene de las siglas en inglés SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities y Threats).

Es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planear una estrategia de futuro.

Durante la etapa de planeamiento estratégico y a partir del análisis DAFO se deben contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede destacar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede disfrutar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede defender cada debilidad o carencia?
- ¿Cómo se puede detener cada amenaza?

A continuación, vamos a detallar el análisis DAFO de la realidad aumentada aplicada al sector turístico, es decir, Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de la realidad aumentada aplicada al sector turístico.

### **Debilidades**

Las debilidades que se presentan al aplicar la realidad aumentada al sector turístico son:

- El sector turístico es sensible a la coyuntura económica, de forma que si la coyuntura no es la adecuada, no se suele invertir en nuevas herramientas y métodos.
- Las tecnologías se tienen que adaptar a los hábitos de la oferta y la demanda.
- En la actualidad, la realidad aumentada está orientada a un segmento de mercado muy específico, es necesario que tienda hacia la accesibilidad universal.
- Se debe realizar actualizaciones de contenidos.
- En ocasiones, se ofrece un número excesivo de puntos de interés, lo que dificulta su usabilidad.
- Lo ideal sería que las aplicaciones turísticas de realidad aumentada funcionaran con todas aquellas opciones que los turistas señalan como más importantes. Sin embargo, debido a la variedad de ofertas que nos encontramos hoy día, es habitual encontrar aplicaciones que se centran en determinadas características que consideran más importantes.

### **Amenazas**

Las amenazas que se presentan al aplicar la realidad aumentada al sector turístico son:

- Falta de equilibrio entre las políticas de precios de las compañías telefónicas y la demanda de la realidad aumentada. Resulta mucho más evidente cuando el usuario quiere utilizar sistemas de realidad aumentada en países diferentes al suyo. Sería útil que se implantaran tarifas más económicas para satisfacer la demanda de este tipo de tecnología.
- Las bases de datos deben estar constantemente actualizadas, con el coste que ello supone.
- Hoy en día hay mucha competitividad dentro del sector.
- Inversión inicial y de actualización costosa.

### **Fortalezas**

Las fortalezas que resultan al aplicar la realidad aumentada al sector turístico son:

- Mejora la experiencia turística del visitante ampliando la propia realidad del producto turístico, convirtiéndola en una experiencia única.
- Permite al visitante combinar la información virtual con datos reales de manera interactiva y atractiva.
- Permite que el usuario decida los contenidos que le interesan en función de distintos tipos de criterios (contenido, tiempo ...).
- Es una tecnología innovadora en el ámbito turístico, que permite integrarlo en un marco de gestión de proyecto cultural de una zona, ciudad, etc.
- Permite ofrecer un producto de calidad orientado al sector turístico.
- Se puede utilizar en aquellos dispositivos móviles con conexión de datos a Internet, lo que ha extendido su uso en los últimos tiempos.
- Proporciona independencia al turista para organizar su viaje.

### **Oportunidades**

Entre las oportunidades que tienen los sistemas de realidad aumentada aplicada al turismo destacamos:

- La realidad virtual se puede combinar con otro tipo de herramientas como pueden ser los Sistemas de Información Geográficos (SIG).
- Se puede utilizar la experiencia adquirida en otros campos, y trasladarla y aplicarla al sector turístico.

- Se trata de una tecnología innovadora en el ámbito turístico y resulta interesante integrarlo en un marco de gestión completo de un destino.
- El usuario puede decidir los contenidos que le interesan de acuerdo a distintos criterios.
- Permite dar un plus diferenciador dentro del competitivo mercado turístico que busca la calidad.
- Se pueden crear proyectos multidisciplinarios, integrando diferentes ámbitos como el patrimonio cultural, el turismo, urbanismo, ...

### **3. Definición de objetivos/especificaciones del producto**

El objetivo del trabajo es definir un soporte teórico para la creación y configuración de un sistema de realidad aumentada para un destino turístico, donde los usuarios puedan disponer de herramientas para planificar individualmente o en grupo visitas o rutas turísticas, teniendo en cuenta sus preferencias y contexto.

Se analizarán distintas arquitecturas existentes en la actualidad, señalando sus características y por último se estudiará más en detalle una de ellas.

## Capítulo 3: Tipos sistemas de recomendación.

Para ofrecer las recomendaciones a un turista, a la hora de realizar una determinada actividad o visitar un punto de interés, se pueden aplicar varias técnicas. Pueden utilizarse criterios relacionados con los puntos más visitados en el destino turístico, tipo de visitas que realiza habitualmente el visitante del destino, información demográfica de los turistas, etc.

Aunque podemos encontrar diferentes clasificaciones de sistemas de recomendación, podemos distinguir los siguientes.

### 1. Sistemas de recomendación basados en contenido.

Categorizan los ítems a recomendar, proporcionando resultados que tengan características similares a otros que han sido valorados anteriormente por el usuario. Cada objeto a recomendar está asociado y definido por sus características. El sistema debe aprender un perfil de intereses de los usuarios, basándose en las características presentes de los ítems que el usuario selecciona.

Se describen los ítems que se desean recomendar mediante atributos, propiedades, etc. Los sistemas de recomendación basados en contenido tratan de explotar esta información utilizando técnicas de recuperación y de filtrado.

Los sistemas de recomendación basados en contenido se utilizan fundamentalmente en la recuperación de datos en Internet, donde la información existente es muy grande y además creciente y cambiante. Una vez recuperada la información, se hace un filtrado, que consiste en considerar la relevancia de los elementos para el usuario.

Los sistemas de recomendación que utilizan esta técnica analizan las descripciones de los ítems que han sido valorados, para a partir de ellos predecir si un ítem puede adaptarse a sus preferencias. Cada ítem llevará asociado un conjunto de atributos que lo describe. Analizando las características que ha valorado positivamente un usuario, se construye un perfil que es utilizado para buscar ítems que puedan satisfacer sus preferencias.

## 2. Sistemas de recomendación colaborativos.

Es el más utilizado por la mayoría de los sistemas de recomendación y posiblemente sean los más extendidos en el mercado. Añade valoraciones o recomendaciones a los objetos, en función de los gustos comunes de los usuarios. De forma que, los resultados que proporcionan se basan en las valoraciones realizadas por usuarios con gustos similares al que realiza la petición de recomendación. Inicialmente, los sistemas de recomendación colaborativos basaban sus esquemas de funcionamiento en técnicas de datamining. Normalmente constaban de dos fases: primero, conocer y aprender el modelo; segundo, aplicar el modelo obtenido en la fase anterior a situaciones reales, para posteriormente, generar las recomendaciones.

No obstante, resulta mucho más eficiente que el modelo pueda ir adaptándose durante el funcionamiento, debido a que las bases de datos evolucionan dinámicamente según sean las interacciones de los usuarios con el sistema. La práctica diaria ha demostrado que en muchas ocasiones lo que un usuario demanda en un sistema de búsqueda de información es muy parecido a lo demandado por otros usuarios con intereses parecidos. Por tanto, se pueden aprovechar las búsquedas realizadas por unos usuarios para facilitar la tarea a otros con gustos similares a él. En un sistema de recomendación colaborativo se recomienda los ítems no por su contenido, sino porque hay usuarios similares al solicitante que evaluaron positivamente esos ítems. No se analiza la similitud entre lo solicitado sino la similitud entre usuarios.

El problema de este tipo de sistemas aparece cuando un nuevo ítem se incorpora al sistema. Hasta que un usuario no lo evalúe no se dispone de ninguna información para poder recomendarlo, pues no se lleva a cabo ningún análisis de su contenido.

Otro problema importante es cuando el sistema posee pocos usuarios, ya que existe una baja probabilidad que evalúen un mismo ítem y si lo hacen, que la evaluación sea similar. En este caso, el sistema sería bastante ineficiente.

Los sistemas de recomendación colaborativos pueden ser clasificados en dos grupos:

- Basados en modelos:

En estos sistemas, antes de realizar una recomendación, se debe desarrollar un modelo basado en las calificaciones u opiniones de los usuarios. Para la producción de los modelos se usan técnicas de aprendizaje automático como Redes Bayesianas, encasillamiento o enfoques basados en reglas, etc.

- Basados en memoria:

En estos sistemas se utiliza la base de datos completa de usuarios-ítems para generar las predicciones. El sistema de recomendación usa una técnica estadística para hallar un conjunto de usuarios que tengan una historia de concordancia con el usuario objetivo (vecinos). Una vez formada una vecindad, se utiliza un algoritmo que combine las preferencias de los vecinos, para producir una predicción y un ranking de los "N principales" ítems a recomendar al usuario objetivo.

El principal inconveniente se produce cuando se incrementa el número de usuarios, ya que los recursos necesarios para realizar las recomendaciones también crecerán, aumentando de forma inaceptable el tiempo necesario para la realización de recomendaciones. Para disminuir este problema

es habitual utilizar herramientas heurísticas que seleccionen vecinos óptimos dentro de una amplia población de usuarios.

### 3. Sistemas de recomendación basados en conocimiento

Este tipo de sistemas dispone de información sobre cómo un ítem satisface a un usuario y establece una relación entre necesidad y recomendación. Las recomendaciones se basan en la inferencia sobre las necesidades y las preferencias del usuario.

- Se analiza un tipo de problema y el sistema debe recuperar aquellos casos similares a este y que han sido resueltos eficientemente con anterioridad.
- Se deben reutilizar las soluciones de problemas anteriores al nuevo.
- Se prueba que la solución obtenida se pueda aplicar al problema en cuestión.
- En caso satisfactorio, se almacena como un nuevo caso para resolver posibles problemas futuros.

Para su funcionamiento, los sistemas de recomendación basados en conocimiento deben tener información sobre distintos usuarios y los ítems que pueden recomendarse a dichos usuarios, para de esa manera, realizar las recomendaciones con los ítems que satisfacen las preferencias del usuario. En esta técnica es muy habitual realizar recomendaciones de ítems similares a los que le gustaban al usuario. Este tipo de sistemas plantean algunas ventajas sobre los sistemas de recomendación clásicos. Los sistemas de recomendación colaborativos requieren una gran cantidad de valoraciones de los ítems para poder realizar las recomendaciones. El mismo problema se presenta en los sistemas de recomendación cuando se utilizan algoritmos de aprendizaje, ya que estos, necesitan grandes cantidades de información. Los sistemas de recomendación basados en conocimiento no presentan este inconveniente, aunque necesitan grandes cantidades de información, no están basadas en valoraciones de otros usuarios. Por tanto, este tipo de sistemas pueden ser utilizados como complemento en otros sistemas híbridos de recomendación, sobre todo en aquellos casos con poca información sobre ítems utilizados anteriormente por el usuario. El principal inconveniente que presenta, es que las recomendaciones siempre serán similares y el efecto sorpresa no se presentará en ningún caso.

Podremos obtener mejores resultados si se complementan con una mayor información del usuario. Esta podría venir de información demográfica o específica del propio usuario. Además, si la información de los ítems a recomendar está estructurada en características y atributos, esto supondrá más eficiencia de las recomendaciones generadas.

También es muy importante para que este tipo de sistema dé resultados óptimos, disponer de herramientas con una interfaz sencilla y amigable, de forma que se permita al usuario de manera ágil y rápida proporcionar al sistema las consultas que solicita y realizar recomendaciones eficientes.

También puede ocurrir que el usuario deje de utilizar el sistema cuando tiene que describir muchas características de ítems. En la fase de refinamiento, quizá tenga que añadir nuevas características sobre los tipos de ítems que desea, haciendo más tediosa la tarea. En cambio, si el número de atributos que se solicita al usuario es limitado, no se daría este problema. Aún estos inconvenientes, los sistemas de recomendación basados en conocimiento han tenido bastante éxito al solicitar ítems

de un único dominio. Aunque, es muy habitual utilizarlo como complemento en sistemas de recomendación híbridos.

Los sistemas de recomendación basados en conocimiento tienen como principales inconvenientes:

- Necesidad de adquirir el conocimiento
- Incapacidad para descubrir los grupos o tipos de usuarios.

#### **4. Sistemas de recomendación demográficos.**

Clasifica a los usuarios según diferentes parámetros personales y realiza las recomendaciones teniendo en cuenta el grupo demográfico al que pertenece el usuario.

Basan su funcionamiento en conocer la información personal de los usuarios que utilizan el sistema (edad, nivel cultural, sexo, etc.) y a partir de estos datos, realizan recomendaciones que hayan sido evaluadas positivamente por personas con características demográficas similares. En este tipo de sistemas se busca asociar estereotipos a partir de la información demográfica y realizar recomendaciones acordes al perfil del usuario, relacionándolo con algunos de los estereotipos existentes. Los estereotipos se organizan en una estructura jerárquica, de manera que se permitan realizar razonamientos de inferencia.

En ocasiones se emplean metodologías complejas para la predicción de valoraciones en las recomendaciones.

Con posterioridad se utiliza esta información para aplicar medidas de correlación no sólo de la información demográfica, sino también de las similitudes de las valoraciones.

Actualmente solo se aplican en dominios muy concretos, debido a las limitaciones que presenta su utilización. Los principales inconvenientes son:

- Dificultad de disponer de los datos demográficos necesarios.
- Algunos usuarios consideran un ataque a su intimidad y privacidad el proporcionar datos personales.

#### **5. Sistemas de recomendación contextuales.**

El uso de información contextual tales como hora, lugar o la compañía de otras personas es de vital importancia en la prestación de las recomendaciones. El uso de la información contextual puede realizarse en diferentes paradigmas algorítmicos, siendo un nuevo elemento a tener en cuenta en los futuros sistemas de recomendación.

La mayoría de los sistemas de recomendación se centran en recopilar información relevante del usuario, a la hora de realizar una recomendación. Normalmente no se tienen en cuenta factores como lugar, hora, compañía, etc. Es decir, tradicionalmente los sistemas de recomendación son aplicaciones que manejan dos tipos de entidades: usuarios y elementos a recomendar, no utilizando el contexto en la prestación de las recomendaciones. No obstante, en muchas aplicaciones, como podría ser la recomendación de un paquete de vacaciones de un sistema web, puede que no sea suficiente con considerar al usuario y elementos a recomendar. Es muy importante incorporar información contextual en el proceso de recomendación para poder recomendar elementos que a los usuarios les interesan en determinadas circunstancias. Por ejemplo, utilizando el contexto temporal, un sistema de

recomendación de viajes proporcionará una recomendación de vacaciones diferente en invierno que en verano. Estos tipos de informaciones son extrapolables a otros campos como el marketing, donde se ha investigado el comportamiento de los consumidores.

El contexto debe incluirse en los sistemas de recomendación, teniendo en cuenta la dependencia del dominio de aplicación y de los datos disponibles, ya que es indudable que cierta información contextual puede ser útil para proporcionar mejores recomendaciones.

Los sistemas de recomendación contextuales (CARS) se ocupan de modelar y predecir los gustos y preferencias del usuario, mediante la incorporación de información contextual al sistema de recomendación como categorías adicionales de datos. Estas preferencias son presentadas no sólo en función de los usuarios y los ítems, sino también del contexto. En otras palabras, la predicción de interés de un ítem a un usuario se obtendrá mediante una función basada en tres variables (usuario, ítem y contexto).

La información contextual puede ser de diferentes tipos, donde cada uno de ellos define un cierto aspecto del contexto como puede ser el tiempo, localización, compañía, propósito de una compra, etc. Además, cada tipo contextual tiene una estructura que refleja la complejidad de la información contextual, que puede ser definida de diferentes formas, entre ellas una de las más populares es la estructura jerárquica, la cual permite representar mediante árboles la información contextual. Este tipo de estrategia es muy habitual en la mayoría de los sistemas de recomendación basados en contexto y sistemas de perfiles.

## 6. Sistemas de recomendación híbridos.

Todas las técnicas descritas brevemente en los apartados anteriores presentan limitaciones y problemas. Para solucionar estos inconvenientes, se plantea la posibilidad de utilizar técnicas híbridas de recomendación. Podríamos considerar sistemas de recomendación híbridos a aquellos que utilizan dos o más técnicas de recomendación con el objetivo de mejorar el rendimiento de los resultados obtenidos.

Lo más habitual es combinar la técnica colaborativa con otras para evitar el problema de incremento.

Las técnicas de hibridación más conocidas son:

- **Uso de pesos:** se combina las recomendaciones generadas por cada sistema de recomendación y se asigna a cada uno de ellos un peso dependiendo del sistema que las genera. En algunos sistemas los pesos se mantienen fijos y en otros pueden cambiar el valor según las valoraciones que realicen los usuarios sobre las recomendaciones. La principal ventaja de este tipo de técnica es que se usan todas las capacidades del sistema de una manera sencilla. El inconveniente está en que se concede a todas las técnicas una importancia uniforme, lo cual no siempre es acertado, pues en los casos donde un ítem tiene pocas valoraciones, los sistemas de recomendación basados en técnicas colaborativas no ofrecen buenos resultados.
- **Uso de técnicas "switch":** en este tipo de modelo de sistema híbrido, se alternan diferentes motores o técnicas, dependiendo de la situación y el momento en el que se realiza la solicitud de la recomendación. El principal inconveniente que posee es fijar el criterio por el cual se utiliza un motor de recomendación u otro.
- **Mezclas:** este tipo de técnica combina los resultados obtenidos por los diferentes sistemas de recomendación implicados. Un ejemplo es utilizar técnicas colaborativas que aprovechan la información de preferencias de otros usuarios y técnicas basadas en contenido. El principal inconveniente es la necesidad de disponer de datos completos sobre las preferencias del usuario.



- Cascada: consiste en que el primer sistema obtiene unas recomendaciones que luego son refinadas por los siguientes sistemas. Una de las principales ventajas de este tipo de técnica es que es eficiente computacionalmente, ya que excepto el primer sistema, el resto sólo tiene que recomendar entre los ítems seleccionados por el sistema anterior y no sobre el conjunto completo de ítems.

Usando técnicas de hibridación se permite por tanto, mejorar los resultados independientemente del método utilizado para realizar la hibridación. Una estrategia interesante consiste en utilizar modelos basados en conocimiento y la hibridación, ya que no presentan los problemas de incorporar nuevos usuarios o nuevos ítems.

## 7. Sistemas de recomendación grupales.

Inicialmente, los sistemas de recomendación se diseñaban para usuarios individuales. En los últimos tiempos, se ha visto que resulta muy interesante la posibilidad de desarrollar técnicas que permitan proponer recomendaciones a grupos de usuarios que viajan juntos. Esto, no obstante, puede provocar diferentes problemas, fundamentalmente relacionados con la forma de adquirir las preferencias del grupo. Para la adquisición de información, la mayoría de los sistemas grupales utilizan técnicas similares a las aplicadas en los sistemas individuales, complementándola con información sobre las relaciones entre los diferentes miembros del grupo.

Básicamente las preferencias pueden dividirse en:

- Preferencias sin especificación explícita: el sistema funciona con información adquirida implícitamente sobre los usuarios. Por ejemplo, se recomienda páginas web a un grupo de usuarios que están navegando por Internet juntos.
- Especificación de preferencias explícitas: otros tipos de recomendaciones sí necesitan especificación explícita de las preferencias de los usuarios. Por ejemplo ayudar a un grupo de usuarios a acordar unas determinadas características de unas vacaciones que proyectan juntos. Otros sistemas plantean la puntuación de forma individual y cuando se realizan las recomendaciones se intenta minimizar el malestar, basándose en la hipótesis de que la felicidad del grupo será igual a la del menos satisfecho de sus miembros.

Se pueden utilizar dos tipos de técnicas para mejorar las recomendaciones para grupos:

recomendaciones basadas en la personalidad y recomendaciones basadas en factores sociales.

- Recomendaciones basadas en la personalidad: en la mayoría de las recomendaciones para grupos dan la misma importancia a las preferencias de cada uno de los miembros. Pero esto no siempre es así, ya que no todas las personas de un grupo aceptan de igual forma una recomendación. Puede resultar interesante aplicar técnicas que tengan en cuenta la personalidad de los diferentes miembros del grupo, como, la reacción que toma un individuo cuando el sistema le recomienda un tipo de producto diferente al que esperaba recibir. Además, no todos los grupos son iguales, no sólo respecto al número de componentes del grupo, sino también a que a veces un grupo está formado por personas con preferencias similares o diferentes. En esta última situación, donde existen miembros del grupo incompatibles, debe resolverse la dificultad teniendo en cuenta rasgos de la personalidad del grupo, atendiendo a satisfacer al mayor número de usuarios. La satisfacción de un grupo, no puede considerarse por tanto, como la suma de las satisfacciones individuales. Es mejor recomendar una actividad que tenga una satisfacción media aceptable para todos. Para tener en cuenta rasgos de personalidad o flexibilidad es muy común utilizar

cuestionarios para ver las características de los usuarios y de esta forma medir el comportamiento de cada uno de los individuos en situaciones conflictivas, midiendo características relacionadas con el autoritarismo y la cooperación.

- Recomendaciones basadas en factores sociales: en este tipo de técnica se tienen en cuenta informaciones respecto del grado de confianza que tiene un usuario en relación al resto de usuarios. En este caso, el uso de las redes sociales ofrecería una gran cantidad de información muy interesante. Existen muchos factores que pueden servir para el cálculo de la confianza: número de amigos en común, intensidad de la relación entre amigos, distancia social, número de fotos en las que aparece juntos, etc.

## Capítulo 4: Pasos para el desarrollo app.

### 1. Interacción.

En primer lugar nos ocuparemos de la interacción que tiene que existir en la aplicación ejecutada en el dispositivo móvil, los servicios de geolocalización y los servicios web para la obtención de información. Cuando se ejecuta la aplicación se solicita la posición mediante GPS, GLONASS o AGPS según sean las características del móvil, una vez obtenida la posición, ésta se envía al servidor web junto con el radio en kilómetros de tal forma que se pueden verificar los puntos cercanos a la posición y obtener los marcadores en formato JSON al cliente. Al recibir el cliente los datos estos se almacenan en el móvil y se muestran en pantalla con ayuda de la cámara del dispositivo, sobreponiendo la información sobre la pantalla e interactuando cada vez que el móvil cambia de dirección de enfoque. Se puede hacer una solicitud al servidor de Google Maps para ubicar en un mapa los marcadores recibidos. En la aplicación se puede mostrar el mapa de forma normal o auxiliada con la cámara trasera del móvil mostrando los marcadores recibidos con realidad aumentada.



Figura5: Esquema de interacción.

En este sistema se requiere como entrada la ubicación del móvil con tres parámetros: latitud y longitud, la cual es devuelta por el GPS, GLONASS o A-GPS, y un radio de alcance en kilómetros. Tras obtener la ubicación, se obtendrá la lista de lugares o marcadores cercanos (de acuerdo al radio deseado) desde el servidor en formato JSON.

Los marcadores que se reciben se pueden mostrar en tiempo real en la pantalla del dispositivo teniendo en cuenta su ubicación geográfica y se pueden almacenar en caché mientras la aplicación esté activa.

#### Formatos de navegador RA.

La posición del sitio se puede enviar desde el dispositivo móvil al servicio web de la siguiente forma: <http://148.228.xx.xx/ServicioWebRest/Api/Sitios/Sitio/latitud,longitud.radio>, de forma que la latitud y longitud corresponden a la ubicación actual del usuario, y radio corresponde a la distancia en kilómetros a la redonda a la que se quiere obtener marcadores.

El servidor puede devolver una lista de sitios turísticos calculados de acuerdo al radio que se envió como parámetro. Cada uno de los elementos de la lista tiene los siguientes parámetros: id, id\_categoria, summary, tittle, elevation, lng, lat, url\_imagen, de forma que id es el identificador del marcador, id\_categoria es el identificador para la categoría de dicho marcador, summary tiene un pequeño resumen del marcador, tittle contiene el nombre del marcador, elevation tiene la altitud a la que se encuentra geográficamente el marcador, lng es la longitud de acuerdo a la posición geográfica del marcador, lat es la latitud de acuerdo a la posición geográfica del marcador y url\_imagen contiene un vínculo de una imagen del sitio que almacena el marcador.

## 2. Diseño del sistema.

El sistema se puede componer de 5 bloques principales: Presentación, Navegación RA, Mapas, Visualización RA y, Servicios web. De manera que en cada bloque cuenta con distintas capas que ejecutan diversas funciones.

- En el bloque de presentación, las capas se encargan de la comunicación con el servidor web y la interacción con el usuario.  
Contiene las siguientes capas:
  - Capa de vista aumentada y actividades: Esta capa será la encargada de mostrar todas las interfaces al usuario. Para la visualización de objetos en 3D se debe comunicar con el bloque de visualización RA. La visualización de mapas se realiza en conjunto con el bloque de Mapas.
  - Capa de obtención de datos: Esta capa es la encargada de la comunicación con el servidor web para obtener los sitios turísticos.
- El bloque de Navegación RA, contiene las capas encargadas de la manipulación con el hardware del dispositivo y las operaciones que se realizan para mostrar la realidad aumentada.
  - Capa de posicionamiento. Representa la ubicación física del dispositivo móvil y la disposición de los elementos en pantalla.
  - Capa de UI. Es la encargada de dibujar los elementos como líneas, puntos, círculos, textos e imágenes.
  - Capa de componentes. Gestiona los elementos que se muestran en pantalla, dichos elementos son: Marcadores, radar y barra de zoom.
  - Capa de cámara. Obtiene el acceso a la cámara del dispositivo y contiene las clases para mostrar la imagen capturada en pantalla en tiempo real.
  - Capa de utilidades. Contiene las clases que realizan las operaciones matemáticas necesarias para mostrar marcadores y calcular la inclinación del dispositivo.

- Capa global. Esta capa se encarga del almacenamiento general de los sitios mientras corre la aplicación.

- El bloque de Mapas es el encargado de mostrar los mapas, es el encargado de controlar la comunicación con el API de Google Maps para mostrar mapas.
  - Capa de mapas. Esta clase muestra los mapas y los sitios turísticos.
- El bloque de visualización RA es el encargado de gestionar las librerías de Vuforia para mostrar la realidad aumentada con vistas en 3D.
  - Capa de Vuforia. Esta capa se encarga de renderizar y mostrar un objeto 3D, así como del preprocesamiento digital de una imagen en tiempo real.
- El bloque de Servicio Web contiene las capas encargadas de responder a peticiones por parte de los usuarios, así como interactuar con la base de datos de marcadores.
  - Capa de Servicio Web. Esta capa será la encargada de recibir solicitudes desde el equipo móvil. Es capaz de devolver la información de los sitios cercanos a la posición desde donde se hizo la solicitud.
  - Capa de modelo. Esta capa contiene las operaciones y consultas que se realizan con la base de datos y se encarga de procesar la información que se reciba para devolverla en el formato correcto.
  - Capa de API. Esta capa redirige las acciones hacia el Controlador del servicio web a partir de la solicitud url.

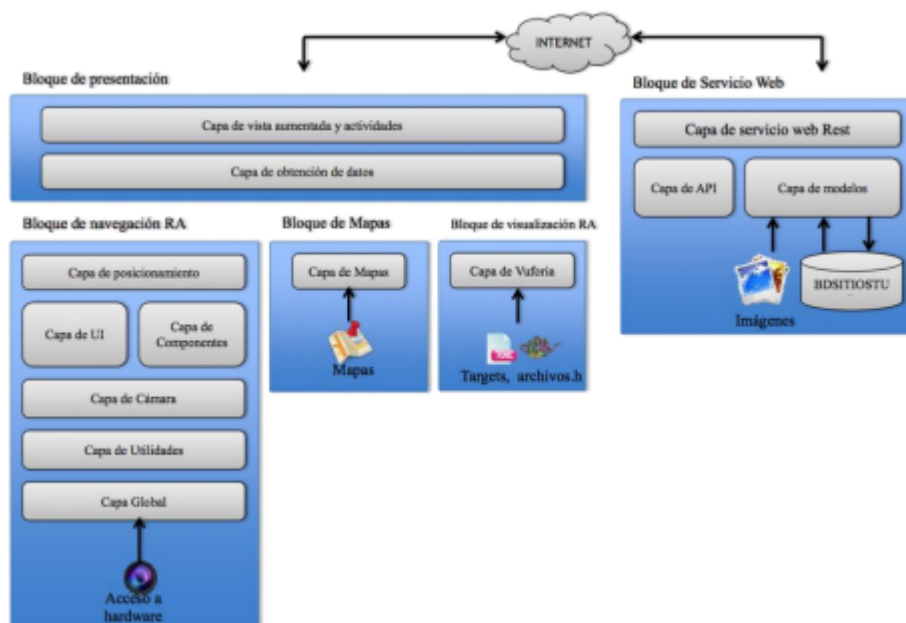


Figura6: Diagrama de bloques del sistema

### 3. Implementación.

La implementación de la aplicación por ejemplo bajo sistema Android y el servicio web. En el caso del desarrollo de la aplicación en Android, se pueden programar las clases en Java y las interfaces en XML con el IDE Eclipse siguiendo el modelo vista controlador. Se puede usar el lenguaje de programación C++ para los objetos 3D que se despliegan mientras se observa la realidad aumentada, además de usar las librerías de Vuforia.

En el caso del servicio web, se puede implementar un Servicio web con las tecnologías de ASP.NET MVC para la programación y SQL Server para el almacenamiento de los sitios turísticos.

De acuerdo al diagrama de bloques del sistema que se muestra en la sección de Diseño, los cuatro primeros bloques contienen las clases para la aplicación móvil, mientras que el último bloque contiene las clases para el servidor web.

## 4. Testeo de la aplicación.

El ciclo de vida completo de una aplicación móvil se define en 5 fases: implementación, verificación, lanzamiento, vinculación y validación, y se prueba en cada una de ellas. Algunas de las decisiones tomadas en las primeras etapas pueden afectar nuestras pruebas en etapas posteriores. Por ejemplo, si decidimos que queremos pruebas automatizadas del sistema en la primera fase, serán más fáciles de aplicar en las fases posteriores.

### 4.1 Implementación.

Esto incluye diseño, código, pruebas unitarias, y creación de tareas. Tradicionalmente, los probadores no están involucrados en estas tareas; sin embargo, un buen testeo aquí puede mejorar significativamente la calidad y el éxito de la aplicación al ayudarnos a asegurarnos de que nuestra implementación se hace correctamente.

En términos de diseño, hay que decidir sobre las siguientes cuestiones:

- Utilizar TDD o no.
- Escribir pruebas unitarias o no cuando utilizamos TDD.
- Posibilidad de preparar pruebas automatizadas.
- Validar la aplicación, a través del uso de analíticas móviles, informes de errores o feedback de usuarios.

Debemos cuestionarnos el diseño para asegurarnos de que cumple con los fines previstos, y también evitar cometer errores graves.

Hay que tener en cuenta también la forma de mejorar la testeabilidad de la aplicación en esta etapa para poder hacer la aplicación más fácil de probar con eficacia y eficiencia. Prácticas tales como pruebas unitarias y TDD se aplican en la fase de implementación. Hay que probar la construcción y los build scripts para asegurarse de que sean eficaces, fiables y eficientes; de lo contrario, es probable que se sufran los efectos de un desarrollo deficiente a lo largo de la vida de la aplicación.

### 4.2 Verificación.

En la fase de verificación se realiza la revisión de las pruebas unitarias de la instalación interna y pruebas de sistema.

Es necesario revisar las pruebas unitarias y evaluar su potencia: ver si son realmente útiles y dignas de confianza.

Para las aplicaciones que requieren instalación, necesitamos ver la manera de llevarlas a dispositivos específicos para las pruebas de pre-lanzamiento. Para algunas plataformas (incluyendo Android, iOS y Windows Phone), los teléfonos deben estar configurados para que las aplicaciones se puedan instalar. También tenemos que decidir en qué teléfonos probar la aplicación. Es aconsejable probar la aplicación en cada versión apropiada de la plataforma móvil. Para iOS esta sólo puede incluir las últimas versiones. En Android es bastante diferente ya que los dispositivos de gama baja se siguen vendiendo con la versión 2.x de Android y nunca se actualizarán a 4.x

También queremos probar diferentes factores de forma de los dispositivos, por ejemplo cuando la relación de las dimensiones de pantalla difiere. Los desarrolladores de Android son muy conscientes de los muchos problemas que diferentes tamaños de pantalla pueden desencadenar.

Las pruebas del sistema son realizadas a menudo de forma interactiva por los probadores. Es necesario evaluar las herramientas de automatización de pruebas y los entornos para algunas de las pruebas del sistema.

También queremos considerar cómo sabremos que la aplicación responde bien en:

- Usabilidad, experiencia de usuario y requisitos estéticos.
- Rendimiento, particularmente tal y como es percibido por los usuarios finales.
- Pruebas de internacionalización y localización

#### **4.3 Lanzamiento.**

En la fase de lanzamiento, se incluyen la pre-publicación y publicación. En algunas tiendas de aplicaciones, no es posible revertir a una versión anterior, así que si la versión actual de la aplicación tiene defectos importantes, es necesario crear una nueva versión que corrija los defectos y, luego, esperar hasta que haya sido aprobada por la tienda de aplicaciones antes de que los usuarios puedan recibir una versión operativa de la aplicación.

Dadas estas limitaciones es útil ampliar las pruebas para incluir verificaciones de pre-publicación, por ejemplo respecto a si es adecuada para el conjunto de los dispositivos de destino.

Los proveedores de las principales plataformas suelen publicar pautas para ayudar a verificar que la aplicación responde a sus criterios de presentación.

#### **4.4. Vinculación.**

Esto incluye búsqueda, confianza, descarga e instalación. Una vez que la aplicación es de disponibilidad pública, los usuarios necesitan encontrarla, confiar en ella, descargarla e instalarla. Podemos probar cada aspecto de esta fase. Podemos buscar la aplicación en la tienda de aplicaciones pertinente y en los motores de búsqueda principales. Observar de cuántas maneras diferentes puede ser encontrada por los usuarios de destino. Pensar la forma en la que podemos hacer que los usuarios confíen la aplicación lo suficiente como para descargarla y probarla. Ver si nuestra aplicación es grande para ser descargada, ver es práctico descargarla mediante la red móvil. Así mismo, también tenemos que ver si cabrá en el teléfono del usuario, especialmente si hay poco espacio de almacenamiento disponible en su dispositivo, ver si se instala correctamente la aplicación. Puede que haya problemas de firmado que causen que sea rechazada por algunos dispositivos.

#### **4.5. Validación.**

Esta fase incluye el pago, el uso y la retroalimentación. Una aplicación móvil con poco feedback es difícil que tenga éxito. Además, muchas de las aplicaciones tienen una vida muy corta en el teléfono de un usuario. Si la aplicación no es del agrado del usuario ni le involucra en pocos minutos, es probable que sea descartada o ignorada.

Si con la aplicación estamos buscando obtener pagos, vale la pena probar las diferentes formas de pago, sobre todo para aquellos integrados en la aplicación.

Considera encontrar maneras de probar los siguientes puntos prácticos:

- Detección y reporting de problemas.
- Analíticas móviles. Ver si tienen sentido los datos recabados, observar las anomalías que hay en los datos reportados, observar la latencia en la recepción de resultados.

#### **Testeo Interactivo**

La variedad y el movimiento pueden ayudar a exponer los errores que permanecen latentes cuando se prueba la aplicación sobre un pequeño conjunto de dispositivos en un lugar fijo. Nos tenemos que fijar en cómo usan la aplicación o aplicaciones similares los usuarios. Debemos diseñar pruebas que imiten las maneras que tienen de utilizar aplicaciones y dispositivos dichos usuarios.

Tres aproximaciones diferentes al testeo interactivo:

- **Dispositivos físicos:** realizar las pruebas con teléfonos reales.
- **Control remoto:** utilizar teléfonos que no están en nuestras manos físicamente, pueden estar a cientos o miles de kilómetros e incluso en otro continente.
- **Testeo “crowd sourced”:** en el que otros probadores realizan tests en nuestro nombre.

##### **a) Dispositivos físicos.**

A pesar de que los emuladores y simuladores pueden proporcionar pruebas primitivas pero efectivas de nuestras aplicaciones, e incluso permitir que las pruebas sean totalmente automatizadas en algunos casos, en última instancia el software necesita funcionar en teléfonos reales, como los

utilizados por los usuarios objetivo. Las características de rendimiento de diferentes modelos de teléfono varían enormemente de unos a otros, así que debemos conseguir varios teléfonos sobre los que probar.

Un buen comienzo es elegir una combinación de los populares, los más recientes y los modelos que incluyen características específicas o características como: pantalla táctil, teclado físico, resolución de pantalla, chipset de redes, etc. Tenemos que probar el software en al menos un dispositivo de gama baja para que los usuarios con esos dispositivos también estén contentos.

Algunos ejemplos de áreas a probar en dispositivos físicos:

**Navegación de la interfaz de usuario:** por ejemplo, podemos analizar si los usuarios pueden utilizar la aplicación con una sola mano. Los efectos de las diferentes condiciones de iluminación, la experiencia de la interfaz de usuario puede ser diferente bajo luz solar real cuando se está en la calle. Al tratarse de dispositivos móviles, la mayoría de usuarios estarán en movimiento. Debemos asegurarnos que al girar la pantalla la aplicación sigue siendo atractiva y funcional.

**Localización:** al usar información de localización en la aplicación, tenemos que movernos, tanto rápido como despacio para probarla. Hay que ir a lugares con cobertura de red y GPS irregular y observar cómo se comporta la aplicación.

**Multimedia:** puede haber diferencia en cuanto al soporte audio, la reproducción de vídeo y la facilidad de grabación de un dispositivo a otro.

**Conectividad a Internet:** hay que probar la conexión a Internet, ya que establecer una conexión puede llevar una cantidad increíble de tiempo. El retardo en la conexión y el ancho de banda dependen de la red, su fuerza y el número de conexiones simultáneas.

Debemos también probar los efectos de la conectividad intermitente sobre nuestra aplicación.

#### b) Control Remoto.

Si no tenemos dispositivos físicos a mano o si necesitamos probar la aplicación en otras redes, especialmente en el extranjero y diversas localizaciones, podemos utilizar un "servicio de dispositivos remotos". Mediante su uso, podemos ampliar el alcance y la profundidad de las pruebas a bajo o ningún coste.

Muchos fabricantes ofrecen este servicio gratuitamente para un subconjunto de sus modelos de teléfono a los desarrolladores de software registrados.

También puedes utilizar servicios comerciales de empresas como PerfectoMobile<sup>6</sup> o

DeviceAnywhere<sup>7</sup> para pruebas similares en una amplia gama de dispositivos y plataformas. Algunos fabricantes promueven estos servicios y crean marca, sin embargo a menudo hay que pagar por ellos después de un corto periodo de prueba. Algunos de los servicios comerciales proporcionan APIs que permiten crear pruebas automatizadas.

#### c) Testeo "Crowd-Sourced"

Hay miles de millones de usuarios con teléfonos móviles en todo el mundo.

Algunos de ellos son probadores profesionales de software y, de éstos, unos cuantos trabajan para compañías de servicios de pruebas externalizadas. Ellos pueden probar la aplicación de forma rápida y relativamente económica, en comparación con el mantenimiento de un amplio equipo especializado en pruebas de software.

Para obtener buenos resultados debemos dedicar parte del tiempo y del esfuerzo en la definición de las pruebas que queremos ejecutar.

#### Automatización de Pruebas.

Las pruebas automatizadas nos pueden ayudar a mantener y mejorar la celeridad, la velocidad produciendo capacidades, proporcionando feedback temprano de problemas. Para ello, tienen que estar bien diseñadas e implementadas. De lo contrario, podemos duplicar la carga de trabajo para mantener un conjunto de pruebas automatizadas averiadas y poco fiables, así como una aplicación en esas mismas condiciones.

Las buenas pruebas automatizadas utilizan patrones de diseño, modularidad, realización de revisiones de código, etcétera.

Es importante evaluar la longevidad y vitalidad de las herramientas de automatización de pruebas que vayamos a utilizar, de lo contrario es posible que se carguen de código de automatización de pruebas no soportado. El SDK de desarrollo también proporciona herramientas de automatización de pruebas, que por lo general son gratis.



## Automatización de Tests de BDD.

BDD es el acrónimo original de Desarrollo Guiado por Comportamiento( Behavior-Driven Development), en el que el comportamiento es descrito en archivos de texto formateado que pueden ser ejecutados como tests automatizados. El formato de los tests está pensado para ser legible y comprensible por cualquier persona implicada en el proyecto de software. Pueden estar escritos virtualmente en cualquier lenguaje humano, y utilizan una estructura consistente, simple.

Hay varios frameworks BDD disponibles para testear aplicaciones móviles.

Incluyen:

- Calabash para Android e iOS: <http://github.com/calabash>.
- Frank para iOS: [www.testingwithfrank.com](http://www.testingwithfrank.com).
- RoboGerk para Android:<http://github.com/leandog/RoboGherk>.
- Zucchini para iOS: [www.zucchiniframe.org](http://www.zucchiniframe.org).

## Automatización de Tests de GUI

La automatización de tests de la interfaz gráfica de usuario (o GUI, Graphical User Interface) es donde las pruebas automatizadas van a interactuar con la aplicación a través de la GUI. Muchos lo han intentado, pero pocos han tenido éxito en la creación de pruebas automatizadas de GUI que para aplicaciones móviles sean útiles y viables. Una de las razones principales por las que la automatización de tests de GUI es tan retardadora es que la interfaz de usuario está sujeta a cambios significativos que pueden romper la forma en que las pruebas automatizadas interactúan con la aplicación.

Si queremos hacer que los tests sean efectivos a largo plazo, conforme cambie la aplicación, los desarrolladores necesitan diseñar, implementar y dar soporte a etiquetas y otros elementos usados por los tests automatizados de GUI

Algunas empresas comerciales tienen sus herramientas en código abierto, tales como GorillaLogic's MonkeyTalk13 y LessPainful's Calabash14.

Estas herramientas se enfocan a proveer de soporte multiplataforma a Android e iOS particularmente. Las empresas cobran por consultoría y otros servicios, mientras que el software es de uso gratuito.

## 5. Monetización.

En general, tenemos las siguientes opciones de monetización de una aplicación:

- Pago por descarga: Vender la aplicación por descarga.
- Pago en aplicación: Para ello añadiremos opciones de pago dentro de la aplicación.
- Publicidad móvil: Podemos ganar dinero por publicidad.
- Participación en ingresos: Se pueden obtener ingresos por servicios del operador que se originen en la aplicación.
- Ventas indirectas: Afiliados, venta de datos y bienes físicos, entre otros.
- Mercado de componentes: Se pueden vender componentes o una versión marca blanca de la aplicación a otros desarrolladores.

### 5.1. Pago por descarga.

Usando el pago por descarga (PPD, del inglés Pay Per Download), la aplicación se vende una vez para cada usuario al descargarla e instalarla en el teléfono. El pago puede ser gestionado por una tienda de aplicaciones, operador móvil o mediante otro mecanismo.

Cuando la aplicación se distribuye en una tienda de aplicaciones, en la mayoría de los casos será ofrecida por el propietario de la plataforma de destino, Apple, Google, BlackBerry, Microsoft o Nokia, y la tienda se encargará del mecanismo de pago por nosotros. A cambio, la tienda cobra una comisión por todas las ventas (habitualmente el 30%). En la mayoría de los casos, las tiendas ofrecen una matriz de precios fijos para elegir por país y moneda a la hora de fijar el precio de una aplicación.

La facturación vía operador puede permitir a los clientes pagar por la aplicación con sólo confirmar que la venta se cargará a su factura de teléfono móvil o mediante el envío de un SMS Premium.

Las APIs de otro operador pueden permitirnos incluir en la aplicación características tales como MMS, devolución de llamada y conferencias multimedia, y obtener ingresos por su uso. Sin embargo, la facturación del operador resulta muy difícil de manejar, sobre todo si queremos vender la aplicación en varios países, ya que es necesario firmar contratos con un operador en cada país.

En 2011, 57 de los principales operadores de redes de telefonía móvil y fabricantes de móviles del mundo fundaron la Wholesale Applications Community (WAC)<sup>1</sup>, una organización sin ánimo de lucro que ayuda a normalizar el ecosistema de aplicaciones móviles. En 2012, WAC se integró en GSMA. Uno de sus productos es la clave WAC OneAPI, que permite a los desarrolladores interactuar fácilmente con todos los operadores conectados. OneAPI proporciona una interfaz de servidor basada en REST para la facturación de operador y SMS Premium.

Cada operador tiene una cuota de ingresos típicamente 45% a 65% del precio de venta, pero algunos operadores pueden quedarse hasta con el 95% del precio de venta.

Seguridad (cómo evitar la copia de nuestra aplicación) y gestión son problemas comunes que nos podemos encontrar con PPD, pero para algunos dispositivos podría ser la única opción.

A partir de Android 4, Google decidió solicitar los datos de la tarjeta de crédito en el momento de inscripción, algo que Apple ya exige desde el año 2008, lo que según los analistas es el diferenciador clave para una mayor ganancia mensual por aplicación. Además de los clientes que tienen contrato, los clientes de prepago pueden utilizar sus créditos para comprar aplicaciones.

La mayoría de los propietarios de tiendas de aplicaciones están llevando a cabo acuerdos de facturación vía operador, teniendo Nokia Store, con mucho, la mejor cobertura con capacidad de facturación vía operador disponible en 46 países.

Google y BlackBerry también están reclutando activamente a los operadores. La razón principal de esto es que normalmente, cuando los usuarios tienen la opción de comprar con tarjeta de crédito o con métodos de facturación vía operador, muestran una preferencia significativa hacia la facturación vía operador.

Nokia, por lo menos, también aísla a los desarrolladores de las variaciones de la cuota de operador, ofreciendo a los desarrolladores el 70% de los ingresos por facturación.

Otra opción es crear nuestro propio sitio web y poner en práctica un mecanismo de pago a través de él, como PayPal móvil.

El uso de PPD se puede implementar sin un diseño o requisitos de codificación especiales para la aplicación. Para comenzar, se puede recomendar utilizar las opciones de facturación de las tienda de aplicaciones, ya que implican un coste mínimo de instalación y gastos administrativos de menor importancia.

## **5.2. Pago en aplicación.**

El pago dentro de nuestra aplicación es una forma de cobrar por acciones o contenidos específicos dentro de la aplicación.

Un uso muy básico podría permitir la compra unitaria de la aplicación (sin suscripciones ni cargos recurrentes) después de un período de prueba, que puede generar más ventas que PPD.

Alternativamente, se pueden ofrecer las características básicas de la aplicación de forma gratuita, pero cobrar por contenido premium (vídeos, créditos virtuales, información premium, características adicionales, eliminación de los anuncios y similares). La mayoría de las tiendas de aplicaciones ofrecen una opción de compra en aplicación, o se puede implementar nuestro propio mecanismo de pago.

En caso de querer algo más que una "licencia completa" por pago, tenemos que pensar cuidadosamente acerca de cómo, cuándo y qué están dispuestos a pagar los usuarios, y diseñar la aplicación en consecuencia.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que algunas tiendas de aplicaciones no permiten implementar opciones de pago vía terceros dentro de la aplicación. Esto se hace para evitar que se utilice la tienda de aplicaciones para una libre distribución evitando el pago a la tienda de la comisión por ingresos. También debería ser obvio que se necesita diseñar y desarrollar la aplicación de manera que incorpore el método de pago en aplicación.

Si la aplicación se ejecuta en varias plataformas, puede ser necesario implementar un mecanismo diferente para cada una de ellas.

Al igual que con PPD, es recomendable comenzar con el mecanismo de compra en aplicación que ofrece una tienda de aplicaciones, especialmente porque algunos de estos servicios pueden incrementar la facturación vía operador, o con el pago en aplicación ofrecido directamente por los operadores.

En Alemania, Deutsche Telekom, Vodafone y Telefónica/O2 se convirtieron en los primeros operadores en lanzar APIs de pago en aplicación que funcionan transversalmente entre operadores y permiten facturar directamente a la cuenta del teléfono del usuario. Desde la perspectiva del usuario, esta es la manera más fácil y más conveniente de pago (uno o dos clics, sin necesidad de introducir números de tarjetas de crédito, nombres de usuario u otras credenciales), por lo que los desarrolladores pueden esperar una gran aceptación por parte del usuario y elevadas tasas de conversión.

### **5.3. Publicidad móvil.**

Al igual que en los sitios web, podemos decidir ganar dinero mostrando anuncios. Hay una serie de entidades que ofrecen herramientas para mostrar anuncios para móviles, siendo ésta la forma más fácil de ganar dinero en aplicaciones de navegador móvil. Admob.com, Buzzcity.com y inmobi.com son algunas de ellas.

Sin embargo, debido a la amplia gama de dispositivos, países y características, en la actualidad hay más de 50 grandes redes de publicidad móvil. Cada red ofrece enfoques ligeramente diferentes y encontrar el que mejor monetice la audiencia de la aplicación puede no ser tarea simple. No hay una regla de oro, sin embargo, para un comienzo rápido es posible considerar el uso de un agregador de publicidad móvil, como Smaato4, Madgic5 o Inneractive6, ya que tienden a dar mejores resultados al combinar y optimizar los anuncios de más de 30 redes móviles de publicidad. La mayoría de las redes de publicidad tienen una participación del 30% al 50% en los ingresos por publicidad y los agregadores de otro 15% o 20% adicional.

Si la aplicación está dando buenos resultados y tiene un gran volumen en un determinado país, se podría considerar vender publicidad directamente a agencias de publicidad o marcas (publicidad Premium) o contratar a una agencia de medios. También aquí, muchos de los fabricantes de dispositivos ofrecen servicios de publicidad móvil como parte de las funciones de su tienda de aplicaciones, e igualmente vale la pena explorar estos mecanismos. En algunos casos puede que se tenga que utilizar los servicios de publicidad del proveedor para poder incluir la aplicación en su tienda.

La publicidad en aplicación requiere diseñar y programar la aplicación cuidadosamente. No sólo debemos considerar con cuidado la ubicación de los anuncios en la aplicación, también las variaciones y el mecanismo de exclusión (opt-out).

Si los anuncios se vuelven demasiado intrusivos, puede que los usuarios abandonen la aplicación, al tiempo que la publicidad demasiado sutil significará pocos o nulos ingresos.

### **5.4. Participación en ingresos.**

Compartir los ingresos con el operador móvil para servicios integrados en las aplicaciones es una nueva oportunidad para los desarrolladores, y vale la pena seguirle la pista. Este método de monetización permite a los desarrolladores construir servicios como SMS, MMS, localización, publicidad, perfil del cliente y facturación del operador en sus aplicaciones. Con APIs bien documentadas de uso gratuito, los ingresos generados se reparten de forma transparente entre el operador y el propietario de la aplicación.

Aunque BlueVia es actualmente la única comunidad de desarrolladores dedicada a este modelo, puede convertirse en un modelo de negocio reconocido por los operadores móviles.

### **5.5. Ventas indirectas.**

Otra opción es utilizar la aplicación para dirigir las ventas se desee.

Habitualmente podríamos ofrecer la aplicación o website de manera gratuita y entonces emplearíamos mecanismos tales como:

1. Programas de afiliación: Promover aplicaciones de pago propias o de terceros en el interior de una gratuita. Esto puede ser considerado una variación de publicidad móvil.
2. Venta de datos: Seguimiento del comportamiento y venta de los datos a partes interesadas. Hay que tener en cuenta que, por razones de privacidad, no se debe revelar ninguna información personal, y que nos debemos asegurar de que todos los datos son proporcionados en informes anónimos y consolidados.

No hay nada que impida combinar esta opción con cualquiera de las otras de monetización si se desean, pero hay que tener la precaución de no dar la impresión de realizar promociones extremadamente intrusivas.

## 5.6. Mercado de componentes.

Un mercado de componentes o CMP (del inglés Component Marketplace) proporciona otra oportunidad para los desarrolladores de monetizar sus productos mediante la venta a otros desarrolladores de componentes de software o aplicaciones de marca blanca.

Un componente es una pieza de construcción de software que ofrece una funcionalidad definida para ser utilizado por el software de nivel superior.

La típica pregunta que surge en este punto es cómo los CMPs conviven con el código abierto. Como usuario, el código abierto es a menudo gratuito, por lo que el código fuente debe ser proporcionado y los usuarios tienen el derecho de modificar el código fuente y distribuir la obra derivada.

Algunos proveedores de componentes requieren una cuota de licencia. Ellos pueden proporcionar el código fuente completo que permite al desarrollador depurar código en el nivel más bajo.

Algunos CMP soportan todos los modelos: componentes de pago así como componentes libres, ambos con o sin el código fuente.

Los CMP ofrecen dos ventajas principales: En primer lugar, no tenemos que abrir su código fuente sólo por usar componentes de software. Todo código abierto viene con una licencia. Algunas licencias como la Apache están comercialmente compatibles, mientras que otras, como AGPL y OSL, requieren abrir el código fuente que se integrará con el suyo.

En segundo lugar, los CMPs proporcionan una forma fácil de encontrar y descargar componentes. Podemos pasar días mirando los repositorios de código abierto para encontrar el componente adecuado.

Los mercados de componentes han existido durante décadas.

El mercado más importante es de componentes para .NET y Visual Basic en la comunidad y Windows. Mercados como componentOne y proveedores como Infragistics son bien conocidos.

En cambio, la idea de los mercados de componentes dentro del ámbito móvil es bastante nueva.

Recientemente, Developer Garden y Verious se introdujeron en este campo. Además, la idea de abrir el mercado a los proveedores semi-profesionales es nueva.

En Developer Garden nos podemos registrar y ofrecer el componente al público de forma gratuita o como un producto de pago.

Los siguientes pasos incluirían proveer de una documentación extensa y detallada y, a continuación, agregar también varios ejemplos utilizando el componente.

Debido a que los clientes probablemente harán preguntas (a mejor documentación, menos preguntas), a menudo también tiene sentido ofrecer una FAQ.

El estudio Developer Economics 20129 identificó los modelos de monetización más lucrativos preguntando a más de 1.500 desarrolladores sus experiencias y estrategias preferidas. La siguiente tabla presenta el porcentaje de desarrolladores que utilizan cada modelo, así como el promedio de ingresos mensual por aplicación para cada uno.

| Modelo de ingresos    | Porcentaje (%) de desarrolladores usando el modelo | Beneficio medio mensual por aplicación |
|-----------------------|--|--|
| Subscripción          | 12%  | \$3.683                                |
| Compras en aplicación | 19%  | \$3.033                                |
| Pago por descarga     | 34%  | \$2.451                                |
| Freemium              | 18%  | \$1.865                                |
| Publicidad            | 33%  | \$1.498                                |

Figura7: Modelos de monetización más lucrativos.

## Capítulo 5: Diferentes arquitecturas.

Podemos definir las diferentes arquitecturas en las que se pueden basar los sistemas basados en esta tecnología. En los sistemas de realidad aumentada es importante la interacción entre el sistema y el usuario, y el tiempo de respuesta es un componente de especial importancia que determina en gran medida su utilidad. Básicamente se pueden encontrar dos tipos de arquitecturas en función de las prestaciones del sistema, de los componentes hardware y de la complejidad de procesamiento:

a) Sistemas autónomos: sistemas en los que la totalidad de operaciones y tareas se llevan a cabo en un único terminal. Se suelen ejecutar en entornos muy limitados en cuanto a espacio y toda la información debe estar almacenada en el terminal. La arquitectura interna de este tipo de aplicaciones suele estar compuesta por los siguientes módulos:

- Captación de escenario.
- Tratamiento de imágenes.
- Reconocimiento visual.
- Juego de patrones.
- Mezcla de realidad y aumento.
- Visualización.

b) Sistemas distribuidos: la mayor parte de los cálculos se realiza en un equipo servidor. En este tipo de sistemas, los terminales se encargan de captar la escena y visualizar la realidad aumentada. El proceso intermedio lo realiza habitualmente el servidor, en algunos casos se pueden llevar a cabo en el mismo terminal varias tareas para evitar sobrecargas en la red. No obstante, no suele ser lo común, por lo que la imagen captada por la cámara se envía completa o comprimida al servidor. Se necesita disponer de dispositivos de envío y recepción de forma inalámbrica. Entre las arquitecturas en sistemas distribuidos de realidad aumentada podemos destacar Layar, Locus, Ultra, Astor entre otros.

### 1. Layar.

La arquitectura de la plataforma Layar básicamente tiene 5 componentes:

- El Reality Browser Layar: Cliente en el dispositivo móvil del usuario
- El Servidor de Layar: El corazón del servicio de Layar, que proporciona las interfaces para el navegador Layar Reality, el sitio Layar editorial y los proveedores externos de servicios Layar.
- La publicación Layar Sitio web: Un sitio web en el que los desarrolladores pueden registrar nuevas capas, gestionar sus capas y cuentas.
- Los proveedores de servicios de Layar que se crearán por terceros desarrolladores externos.
- Los orígenes de contenido de capa que proporcionan el contenido que va a ser visto en el Navegador Layar, como Flickr.com por ejemplo. La Capa orígenes de contenido no está necesariamente separada de la de los Proveedores de Servicios Layar, pero son, en general, diferentes entidades lógicas, bases de datos geo-codificada y servicios web existentes no compatibles con la API para desarrolladores Layar.

Las interfaces que se exponen a terceros son las siguientes:

- La API del cliente de Layar: Esta es la interfaz entre el servidor y la App Layar. Esta interfaz no está abierta al público.
- La API de desarrollador Layar: Esta es la interfaz entre el servidor Layar y los proveedores de servicios de Layar. Los desarrolladores pueden crear sus propias capas y presentarlos a través de la Página Web Publishing Layar que se añadirán al servicio Layar. El API se utiliza para obtener los datos en directo sobre la capa.

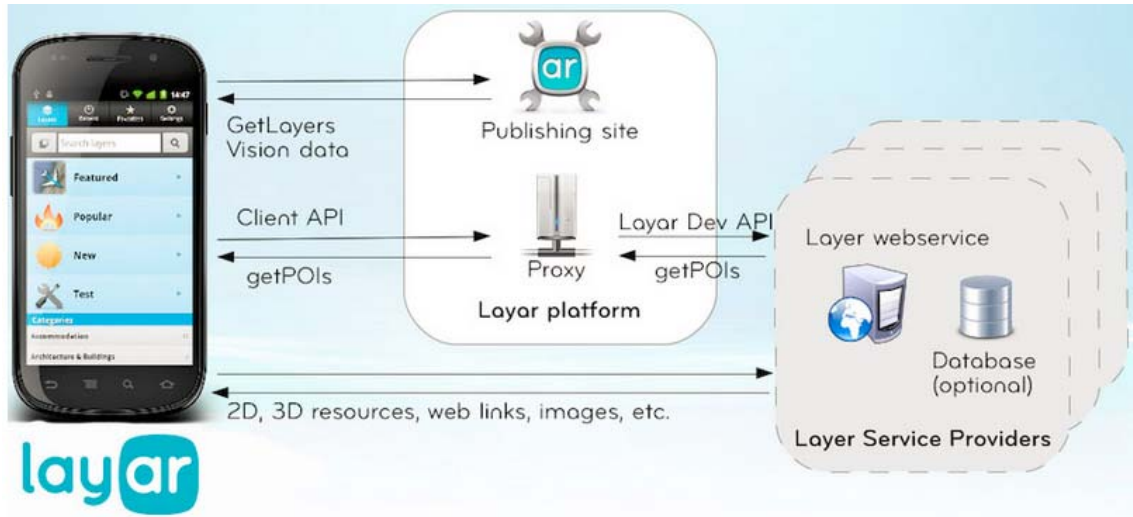


Figura8. Esquema de arquitectura Layar.

Un flujo general de la utilización de la plataforma Layar es:

1. Un usuario lanza Layar Reality Browser en un dispositivo móvil compatible.
2. Layar Cliente enviará una solicitud para el servidor de Layar.
3. Sobre la base de la solicitud, el Layar servidor recuperará definiciones de capas desde el sitio web de la publicación.
4. Una lista de capas recuperadas serán enviados por el servidor de Layar y se muestra en el cliente de Layar.
5. El usuario lanza una capa de esta lista.
6. A petición getPOIs se envía al servidor de Layar.
7. El Layar servidor reenvía el proveedor de servicios de capa de la capa.
8. El proveedor de servicios de capa regresa contenido AR basado en la API para desarrolladores (respuesta getPOIs) de vuelta a la Layar Server.
9. El Layar servidor valida la respuesta getPOIs y lo envía de vuelta al cliente Layar.
10. El Cliente Layar muestra la respuesta getPOIs muy bien al Usuario.

Es una aplicación que permite la visualización de información digital sobre un entorno real utilizando dispositivos móviles. El terminal del usuario va mostrando la imagen real que recoge su cámara. Mediante el GPS del terminal se envía a un servidor la localización del usuario junto a la orientación extraída con la brújula del mismo. Esta información es de vital importancia, para que el servidor responda con la creación de una capa con la imagen o texto del lugar que se está enfocando con el móvil.

Los requisitos que tiene el uso de esta aplicación son:

- a) Disponer de un teléfono móvil que utilice Android o iOS.
- b) Móvil con cámara de video.
- c) Móvil con antena GPS.

Estos requisitos son por parte del usuario, mientras que para poder suministrar este servicio es necesario disponer de un servidor que reciba las peticiones de los distintos terminales y que les envíe la información que deberá mostrarse en el móvil. Es indispensable la utilización de una base de datos con todas las localizaciones y las informaciones a mostrar en las capas, lo que requiere un personal que se encargue de actualizar y mantener los datos.

## 2. Locus

Es un sistema de realidad aumentada que se usa en terminales móviles. Utiliza técnicas de geo-posicionamiento, de forma que el usuario pueda ver información ampliada sobre determinados lugares con su dispositivo. Utiliza modelos 3D para aumentar la escena real. Proporciona herramientas para caracterizar el contexto espacial. Los requisitos del sistema son los siguientes:

- a) Almacenamiento y gestión de la información espacial y posicional de los lugares.
- b) Herramientas de modelado.
- c) Herramientas de navegación y estimación de rutas.
- d) Interfaz para trabajar con realidad virtual y realidad aumentada.



Figura9.Pantalla de LocusMap.

La arquitectura Locus presenta una amplia selección de mapas y localización GPS.

Locus Mapa ofrece varios tipos de mapas para el dispositivo móvil. Ofrece tanto mapas de senderismo y ciclismo, también cartas náuticas, con el GPS, el usuario siempre conoce su posición exacta.

Con Locus Mapa, el usuario puede importar sus propias pistas y puntos de interés y navegar de esa manera a su destino favorito. Se presenta como un asistente de campo a la hora de practicar senderismo o ciclismo.

También se pueden descargar mapas de todo el mundo desde Locus Store, así como guardar mapas en línea en el dispositivo. Por último permite importar mapas propios personales. Se pueden grabar pistas de todos los viajes, haciendo un seguimiento de la velocidad y la distancia recorridas, así como del perfil de elevación de la ruta seguida. Cada pista se puede completar con fotos propias del usuario, grabaciones de sonido y vídeos. Las pistas se pueden agrupar en grupos y carpetas, para tener la información más organizada.

### **3. Ultra.**

Plataforma de realidad aumentada ultra-ligera y compacta que permite a los desarrolladores la creación de sus propios sistemas. Se utiliza sobre todo en las PDAs. Para reconocer el escenario se utilizan marcadores, ya que este tipo de reconocimiento es más ligero, permitiendo aliviar la carga de trabajo y proceso al sistema. Desde el punto de vista hardware, se necesitan aceleradores de vídeo y gráficos 3D. Otro requisito importante de ULTRA es la necesidad de que el dispositivo tenga conexión W-LAN para poder comunicarse con el servidor, para permitir la creación de contenidos off-line desde un servidor remoto. Para actualizar el sistema se hace necesario el trabajo de varios expertos para la creación de contenidos multimedia, imágenes 2D y 3D.

### **4 Astor.**

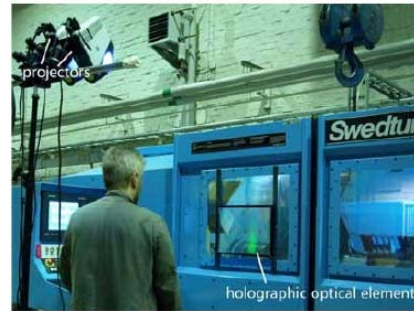
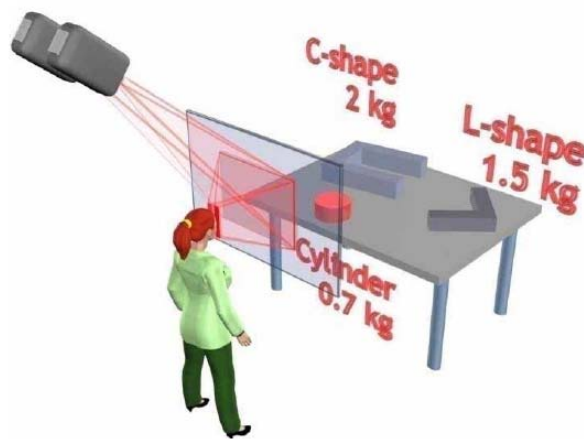
ASTOR es un prototipo de sistemas de realidad aumentada que está basado en que la información digital se muestra en unas pantallas transparentes, por lo que no es necesario que el usuario utilice ningún dispositivo.

Para mostrar la información aumentada al usuario se emplea representación holográfica, utilizando para ello, proyectores que permiten reflejar la imagen sobre elementos holográficos ópticos (HOE) transparentes. ASTOR está pensado para trabajar en entornos pequeños, porque aunque podría usarse en entornos mayores, el coste que supondría sería muy alto. Todo el hardware se centra en el lado del proveedor y no en el del usuario, pues como hemos comentado anteriormente no necesitará ningún dispositivo.



## ASTOR

Transparent window with autostereoscopic 3D overlays



SPIE 2008 [Olwal, Gustafsson & Lindfors]  
Proc. SPIE Electronic Imaging, Vol 6804

ISMAR 2005 [Olwal, Lindfors, Gustafsson, Kjellberg & Mattson]  
Proc. IEEE & ACM Symposium on Mixed & Augmented Reality

SIGGRAPH 2004 Sketches [Olwal, Lindfors & Gustafsson]  
International Conference on Computer Graphics & Interactive Techniques

Figura10. Ejemplo de funcionamiento de ASTOR.

La tecnología de pantalla actual requiere que el usuario use un equipo montado en la cabeza con el fin de realizar un seguimiento de objetos virtuales en el mundo real, puede ser muy intrusivo. El objetivo de ASTOR es desarrollar soluciones AR utilizando técnicas basadas en la proyección. ASTOR utiliza un elemento óptico holográfico (HOE) para crear un sistema de AR donde el usuario puede subir a la pantalla sin necesidad de equipo y ver una combinación de imágenes reales y virtuales, independientemente de su posición. ASTOR tiene una visualización autoestereoscópica, lo que significa que puede mostrar imágenes tridimensionales sin el uso de arnés especial o gafas. En particular, ASTOR utiliza una clase de pantallas autoestereoscópicas que es capaz de mostrar múltiples vistas. El sistema ASTOR utiliza difusión de la luz para crear objetos que flotan en el espacio 3D, cuando la luz se refleja desde un HOE iluminada. El número de proyectores utilizados para la pantalla determina el número de vistas en perspectiva posible en el sistema. Con el fin de crear la apariencia de las imágenes en 3D, un ojo humano ve imágenes a través de una ranura vertical y el otro a través de una hendidura horizontal, de forma que cuando se combinan estas imágenes que parecen ser tridimensional.

El software para ASTOR proporciona gestión de la calibración y la perspectiva. La representación se realiza utilizando Java 3D y la comunicación cliente / servidor se establece a través de TCP / IP usando Java Remote Method Invocation. El software se puede interactuar con el uso de botones físicos, deslizadores y botones. ASTOR se creó en una configuración de prueba de concepto en el que un operador supervisa el funcionamiento de una máquina a través de una ventana de seguridad grande. Un equipo se encuentra al lado del vidrio e incluye los datos pertinentes, tales como las fuerzas de corte, las revoluciones por minuto, temperaturas y posición. Una configuración de este tipo requiere un ingeniero de producción para mirar hacia atrás y hacia adelante, lo cual puede ser un inconveniente.

El prototipo actual de ASTOR tiene algunas deficiencias. Sólo puede mostrar imágenes monocromas rojas e incluye un único punto de vista. ASTOR utiliza un HOE que requiere que el usuario se centre en objetos reales y virtuales al mismo tiempo y sufre distorsión lateral debido a la horizontal. En el futuro los desarrolladores de ASTOR planean mejorar cada uno de estos contratiempos. Además, planean la creación de más aplicaciones de RA en el campo de la maquinaria industrial para demostrar los beneficios de un sistema como ASTOR.

## 5 Polar.

De bajo coste, permite superponer información a una escena real utilizando para ello unos mecanismos poco comunes. Utiliza un espejo para reflejar por un lado los objetos reales que se desean ampliar y por el otro lado, la información digital que se desea mostrar, jugando para ello con los ángulos de visión del espejo. Utiliza una pantalla para generar la imagen virtual que se refleja en el espejo. También se usan, una cámara y un dispositivo de detección de distancia para poder percibir el movimiento.

## 6 MoreTourism.

Es una plataforma basada en Android que proporciona información sobre recursos turísticos mediante el uso de mashups, la integración de imágenes, videos, realidad aumentada, geolocalización, servicios de guía, etc. Las recomendaciones se basan en un enfoque híbrido que combina recomendaciones basadas en contenido con recomendaciones basadas en sistemas colaborativos y permite la socialización interacción con las redes sociales más populares.

### Resumen del sistema.

Este sistema se compone de dos elementos básicos:

Un teléfono inteligente (la interfaz entre el usuario y el sistema) y un servidor que ofrece varias funcionalidades especializadas.

El teléfono inteligente es el dispositivo que conecta al usuario con el sistema y, gracias a ella, el usuario podrá realizar acciones en cualquier momento y de una manera fácil.



Figura11. Modelo del sistema ModerTourism

El sistema proporciona las diferentes funcionalidades, que se describen a continuación:

- Presentación de la información mediante el uso de mashups que integran imágenes, videos, servicios de realidad aumentada, geolocalización, servicios de guía, el acceso a las redes urbanas etc.

- Recomendación mediante técnicas híbridas que combinan filtrado colaborativo con la recomendación basada en el contenido.

Estas técnicas se adaptan a las necesidades de móvil servicios en el ámbito turístico.

- Personalización de la información de turismo adaptada para los perfiles de usuario, la ubicación en el espacio y el tiempo, y el contexto cercano.

- Socialización, permitiendo a los usuarios interactuar con las redes sociales y creando grupos de actividad, en particular, lugares para hacer turismo social. Aquí incluimos técnicas de apoyo a la seguridad en la creación de grupos.

- Publicidad, el sistema considera varias alternativas para el modelo de negocio en función del perfil del usuario.

### Descripción del sistema.

El sistema de recomendación es una propuesta híbrida que combina filtrado colaborativo (CF) con técnicas basadas en el contenido (CBF). Además, estas técnicas tradicionales en sistemas de recomendación se mejoran mediante recomendaciones sociales, teniendo en cuenta las etiquetas proporcionadas por los usuarios. Estas etiquetas se utilizan para componer la nube de etiquetas de usuario (con todas las etiquetas que el usuario facilite ponderado por las votaciones) y la nube de etiquetas atracción (con los usuarios de todas las etiquetas han proporcionado para describir esta atracción). En ambas nubes, cuanto mayor sea el número de veces que las etiquetas han sido asignadas, mayor será su peso en la nube de etiquetas.

El enfoque CBF social, realiza las recomendaciones comparando la nube de etiquetas de usuario con la nube de etiquetas atracción y teniendo en cuenta no sólo las etiquetas coincidentes en ambas nubes (relación directa), sino también las relaciones entre las etiquetas, como se puede ver en la Figura 11.

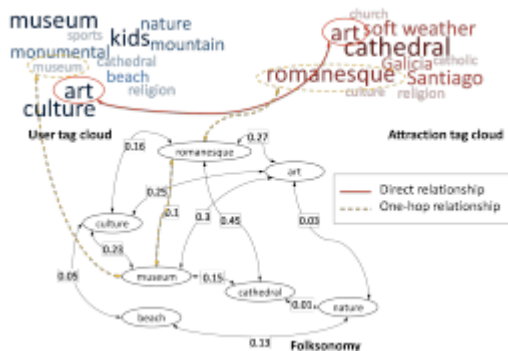


Figura12. Relaciones entre etiquetas.

Por otro lado, el enfoque CF Social crea para cada atracción una nueva nube de etiquetas con las nubes de etiquetas de aquellos usuarios a los que les gustaba. De esta manera, se obtiene la nube de etiquetas de usuario, que da forma a los usuarios a los que les puede gustar esta atracción.

Luego, la nube de etiquetas del usuario que quiere recibir recomendaciones se compara con la nube de etiquetas de usuario de destino teniendo en cuenta las relaciones entre las etiquetas.

Por otra parte, ya que el turismo es una actividad de grupo por lo general, las recomendaciones para grupos son aún más importantes que las recomendaciones individuales. Para que esto sea posible, se crea una nube de etiquetas de grupo, a partir de nubes de etiquetas usuarios individuales.

El usuario también puede interactuar con el servidor de recomendación a través del servidor web desde un ordenador, pero el sistema está principalmente orientado a ser utilizado desde la aplicación móvil moreTourism.

Con el uso de esta aplicación móvil el usuario puede evaluar recursos turísticos, obtener recomendaciones o rutas (como una combinación de varios recursos turísticos de una secuencia), etc. Todas estas características se han mejorado mediante el uso de un teléfono inteligente equipado con un Dispositivo GPS que guía al usuario hasta el punto de interés o directa permite al usuario seguir una ruta turística en coche. Además, el usuario también puede hacer interacciones web 2.0, publicando comentarios, uniéndose a grupos para hacer actividades comunes, interactuando con otros usuarios, etc.

### Datos de aplicación.

El servicio moreTourism se está desarrollando actualmente para Android con SDK 2.1. El sistema híbrido de recomendación ya está terminado y ha sido probado con éxito probado. Los resultados preliminares muestran un buen desempeño y la satisfacción de los usuarios

### **Conclusiones.**

Este artículo presenta moreTourism, como una plataforma de recomendación híbrida orientada para los teléfonos inteligentes, considerando muchas variables de contexto para proporcionar una valiosa experiencia turística. El sistema también utiliza ampliamente mashups junto con las redes sociales para mejorar la experiencia de viajar y, al mismo tiempo, incluye requisitos de seguridad y de privacidad, junto con técnicas de reputación. Por lo tanto, este es un servicio de recomendación orientado a los terminales móviles que utilizan ampliamente las ventajas de la Web 2.0 para el etiquetado social colaborativa

## **Capítulo 6: Diferentes tipos aplicaciones RA para Turismo.**

Últimamente, se están desarrollando una importante cantidad de herramientas para dispositivos móviles basados en realidad aumentada, de forma que han contribuido a mejores prestaciones en las aplicaciones orientadas al turismo. Entre las aplicaciones de turismo se pueden distinguir dos importantes grupos: Patrimonio y guiado.

### **1 Orientadas al Patrimonio.**

Fueron las primeras aplicaciones que surgieron y tienen como principal objetivo la reconstrucción, animación o visualización virtual (mediante el uso de modelos 3D) de monumentos y edificios emblemáticos que se encuentran actualmente en ruinas. Suelen requerir dispositivos más o menos especializados y/o potentes por el coste computacional que supone la representación de modelos 3D. Se pueden utilizar para:

- Reconstrucción de monumentos desaparecidos total o parcialmente. La realidad aumentada puede mostrar al turista información sobre edificios o monumentos que están total o parcialmente destruidos, permitiendo presentar una recreación virtual o una combinación de los restos existentes con una reconstrucción parcial de los elementos desaparecidos.
- Visualización de elementos de difícil acceso. Muchas veces se visitan monumentos donde existen detalles arquitectónicos que el turista no puede ver porque resultan inapreciables desde las localizaciones de acceso de los mismos. También, nos podemos encontrar dificultades de movilidad del turista, que le impida acceder a algunos elementos. En estos casos la realidad aumentada permitirá mostrar a los turistas esos elementos de información.
- Recreación de entornos de acceso restringido. Determinados puntos de interés tienen un acceso restringido, ya que un número excesivo de visitas puede hacer que su conservación se ponga en peligro. Para solventar esta restricción se utilizan habitualmente reconstrucciones o maquetas físicas. La recreación virtual resulta más económica y ofrece muchas alternativas.
- Evolución histórica de un monumento. Este tipo de tecnologías posibilita que el turista pueda conocer la evolución en el tiempo de un monumento, permitiendo obtener una representación del mismo en diferentes momentos.

- Interpretación de un monumento. La visualización de un monumento puede complementarse con información virtual sobre su uso y escenas pertenecientes a momentos históricos, ofreciendo al turista una información dinámica y realista. Un ejemplo de este tipo de aplicación consiste en complementar la imagen de edificio histórico con mobiliario de la época, recreación de escenas con personajes históricos, etc.
- Información sobre intervenciones. Muchas veces los turistas no pueden visitar completamente un monumento porque está siendo restaurado, siendo esto un elemento de decepción de la visita. Las herramientas de realidad aumentada permiten ofrecer al turista información de la intervención que se está haciendo e incluso una recreación virtual del resultado final, lo que representa un importante valor añadido.

Algunos ejemplos de este tipo de aplicaciones puede ser Lifeplus que utiliza la Realidad Aumentada para realizar una representación de Pompeya. En dicha aplicación, se permite al usuario interactuar con personajes ficticios y observar los monumentos de la ciudad, hoy en día en ruinas, reconstruidos de forma virtual. El visitante tiene una percepción del entorno en tiempo real de gran realismo, ofreciendo una gran inmersión y una experiencia única.

Otro proyecto similar, puede ser el proyecto Virtual Hagia Sophia, cuyo objetivo es la reconstrucción virtual de la iglesia Hagia Sophia de Estambul.

### **1.1. Archeoguide**

ARCHEOGUIDE resulta ser uno de los referentes más destacados en cuanto a la aplicación de la tecnología de Realidad Aumentada al campo patrimonial y más concretamente el arqueológico. Este proyecto fue una iniciativa de la Unión Europea teniendo una implicación a nivel europeo en el que participaron varias instituciones y empresas privadas financiadoras junto con el Ministerio de Cultura Griego. Los resultados obtenidos por el equipo de investigadores que desarrollaron el proyecto durante los primeros años de la década de 2000, han tenido una gran trascendencia en el mundo académico a nivel internacional siendo referente en la utilización de la tecnología de Realidad Aumentada para sitios arqueológicos.

El proyecto ARCHEOGUIDE, una abreviación de Augmented Reality-Based Cultural Heritage On-Site Guide, se gestó como una investigación que pretendía explorar y poner en práctica las posibilidades de la tecnología de Realidad Aumentada en el campo del Patrimonio Cultural realizando su aplicación en yacimientos arqueológicos de Grecia. Como escenario donde realizar esta experiencia con Realidad Aumentada se eligió el sitio arqueológico de Olimpia en Grecia donde se realizaron los estudios prácticos y demostrativos, junto con la evaluación por usuarios reales.

En ARCHEOGUIDE, se utilizó un sistema diseñado para realizar visitas guiadas mediante el uso de dispositivos portátiles tales como un ordenador portátil, un Tablet PC y un PDA. Una de las principales aplicaciones está relacionada con la posibilidad de ver sobre las ruinas de los edificios la reconstrucción virtual en 3D de los mismos junto a información adicional de audio y texto, permitiendo al usuario tener consciencia del estado del edificio en la época de los antiguos Juegos Olímpicos y además observar la correspondencia con los restos arqueológicos que se conservan en la actualidad. Las aplicaciones de Realidad Aumentada se realizaron sobre cuatro de los edificios más importantes como fueron el Templo de Hera, el Templo de Zeus, el Philippeion y el Stadium. En el proyecto ARCHEOGUIDE se pusieron en práctica no sólo reconstrucciones virtuales de los edificios, sino que también se insertaron avatares humanos en el espacio en ruinas del stadium recreando de forma realista el uso para el que estaba destinado el lugar, transportando al usuario al periodo de la Antigua Grecia. Este método permite que de una forma instructiva y lúdica al mismo tiempo, los espacios observados cobren vida, y nos acerquen de forma fidedigna al momento histórico de su esplendor.



Figura13. ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia. Imagen real

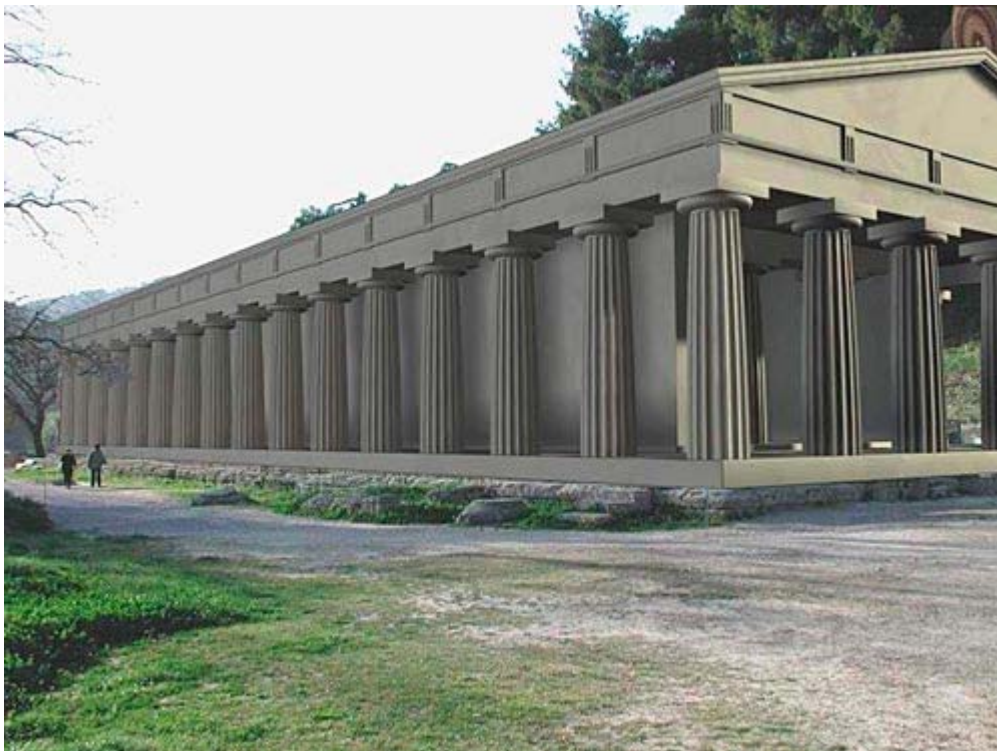


Figura14. ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia con la reconstrucción virtual del templo que el usuario verá a través de las gafas de Realidad Aumentada.

Podemos utilizar la realidad aumentada para mostrar otro tipo de información. Por ejemplo museos donde se emplea la Realidad Aumentada para ofrecer información sobre las piezas del museo de forma virtual, superponiendo la información junto a la figura, sin necesidad de utilizar carteles explicativos junto a las piezas. Se utilizan unas gafas especiales que son proporcionadas a los visitantes del museo.

Actualmente, la mayoría de los proyectos hacen uso de dispositivos móviles de amplia difusión, como son smartphones, tablets, o portátiles ultraligeros, que están prácticamente al alcance de cualquiera e incluyen normalmente accesorios como cámara, conexión a Internet y GPS. Se intenta aprovechar la tecnología de la información en el turismo cultural y hacer más accesible el patrimonio monumental y artístico.

## 1.2. Goggles

Otra aplicación interesante es Google Goggles, un servicio de Google que permite reconocer objetos mediante fotos tomadas con un dispositivo móvil, devolviendo información relacionada.



Figura15. Ejemplo de Goggles

Busca haciendo una foto: al apuntar con la cámara del móvil a un cuadro, a un lugar famoso, a un código de barras o QR, a un producto o a una imagen popular, si Goggles lo encuentra en su base de datos, te ofrecerá información útil.

Goggles puede reconocer texto en francés, inglés, italiano, español, portugués, turco y ruso, y puede traducirlo a otros idiomas.

Características:

- Reconoce lugares famosos.
- Traduce mensajes haciendo una foto a un texto en un idioma extranjero.
- Añade contactos escaneando tarjetas de visita o códigos QR.
- Escanea texto usando la tecnología de reconocimiento óptico de caracteres (OCR).
- Reconoce cuadros, libros, DVD, CD y casi cualquier imagen en 2D.
- Resuelve sudokus.
- Busca productos similares.

Google Goggles fue desarrollado para su uso con el sistema operativo Android . Aunque inicialmente estaba sólo disponible en versión beta para teléfonos Android, Google anunció sus planes para permitir que el software para funcionar en otras plataformas, especialmente el iPhone y BlackBerry .El 5 de octubre de 2010, Google anunció la disponibilidad de Google Goggles para dispositivos iPhone y iPad que ejecutan iOS 4.0 .

El Museo de Arte Metropolitano anunció en diciembre de 2011 su colaboración con Google para utilizar Google Goggles para proporcionar información sobre las obras de arte en el museo a través directos enlaces a la página web del Museo Metropolitano de Arte.

### **1.3. Visuar.**

Visuar es una empresa especializada en el desarrollo de productos y aplicaciones de Realidad Aumentada con más de 14 años en el sector de las nuevas tecnologías. Con Visuartour se pone al alcance del usuario el impresionante poder de la realidad aumentada para dar a conocer los yacimientos arqueológicos y monumentos históricos tal cual se construyeron en sus orígenes.

La realidad aumentada es una potente y eficaz herramienta para divulgar y dar a conocer el patrimonio histórico y cultural de la ciudad, enriqueciendo y dando un valor añadido a toda la información que queremos transmitir.

Además de las múltiples aplicaciones, la realidad aumentada es el complemento perfecto para los códigos Qr, realidad virtual, etc.

- Realidad aumentada en los yacimientos.  
Se crean modelos 3D de los yacimientos arqueológicos o monumentos históricos tal cual eran cuando se construyeron, con estos modelos los visitantes y turistas podrán visualizar in-situ cómo eran, simplemente apuntando hacia ellos con sus teléfonos móviles.
- Realidad aumentada en los yacimientos a través de su web.  
Los usuarios que visiten su página web podrán "descargarse" los yacimientos arqueológicos y monumentos y tenerlos en casa con forma 3D con su animación virtual resultando ser una experiencia única.
- Realidad aumentada en folletos turísticos  
Esta aplicación proporciona valor añadido a sus folletos y catálogos turísticos. Se puede poner la foto de un monumento en un folleto y que el usuario pueda verlo en 3D animado simplemente apuntando hacia él con su teléfono móvil.
- Realidad aumentada en presentaciones.  
Se puede presentar el patrimonio histórico o atracciones turísticas más valiosas de una manera original y llamativa como hasta ahora no se ha hecho. Esta aplicación de realidad aumentada se puede utilizar en cualquier lugar.



## 2 Orientadas al guiado.

En este grupo se encuentran el resto de aplicaciones. Suelen estar enfocadas a guiar u orientar al turista en un recorrido por la ciudad, indicándole dónde se encuentra un determinado punto turístico. Son aplicaciones más genéricas que las anteriores y suponen un menor consumo de recursos, porque no se utilizan modelos en 3D.

Estos dos tipos de aplicaciones solucionan las demandas del sector turístico para conseguir una mejor experiencia por parte del turista en la visita del destino. Es muy útil la combinación de ambos tipos de aplicaciones, consiguiendo de esta forma una mayor comprensión de los monumentos, el ambiente y la evolución histórica de los sitios visitados, y logrando que la inmersión del turista sea mayor y más gratificante. Otro gran problema que encuentran muchos turistas al visitar un destino es averiguar dónde se localizan los sitios. Es muy habitual perderse y desorientarse, las indicaciones pueden cambiar mucho, teniendo en cuenta que puede haber obras y los mapas pueden estar desactualizados.

Estas aplicaciones habitualmente necesitan utilizar una serie de dispositivos que poseen una amplia difusión, como pueden ser tablets, móviles o smartphones en lugar de utilizar dispositivos específicos como gafas de Realidad Aumentada, HMD, etc.

### 2.1. Wikitude.

Wikitude, que se trata de una de las aplicaciones pioneras en su ámbito y que ha dado una gran difusión a la Realidad Aumentada. Concretamente, Wikitude es un navegador de Realidad Aumentada desarrollado por una empresa austriaca para iOS y Android y publicado bajo licencia freeware.

Wikitude permite mostrar sobre la propia vista de la cámara del móvil información relevante como hoteles, monumentos, etc. Los puntos de interés a mostrar vienen dados por el uso del GPS o redes WiFi determinando de esta manera la posición del móvil. Utilizan a su vez, el compás para obtener la orientación (dónde está enfocando la cámara) y los acelerómetros para hacer una estimación de la altura del enfoque respecto al nivel del mar. Con esta información, la aplicación permite mostrar puntos de interés, su descripción, un enlace Web, un teléfono, etc. Los puntos de interés se agrupan en categorías llamadas Mundos Wikitude (Wikitude Worlds en inglés), de forma que cada usuario decide las categorías que habilita y visualiza. El contenido que muestra en cada punto es generalmente proporcionado por los usuarios y puede ser generado o modificado usando KML (Keyhole Markup Language) o ARML (Augmented Reality Markup Language).

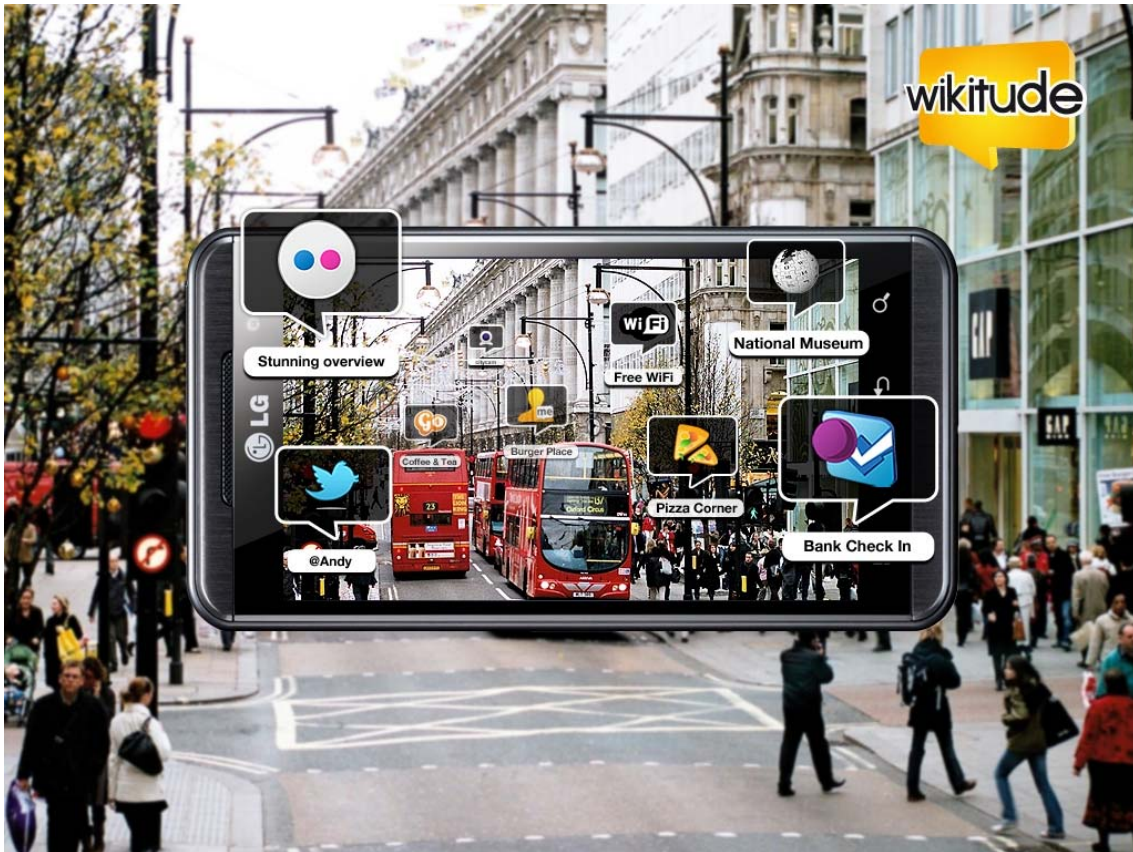


Figura16. Aplicación wiktitude

Wikitude AR Travel Guide es una aplicación de realidad aumentada para Android. Realidad aumentada significa que el MundoReal, tal y como lo vemos, es enriquecido con información adicional relativa al entorno que nos rodea. Esta información puede mostrarse proyectada o, por ejemplo, en la pantalla del teléfono si es capaz de saber qué estamos mirando.

Como los teléfonos de última generación tales como los Android o el nuevo iPhone disponen de cámara, receptor de GPS y brújula, éstos pueden saber dónde estamos (GPS), hacia dónde estamos orientados (brújula) y qué estamos viendo (cámara). Toda esta información se combina para incorporar datos adicionales tales como el nombre, distancia y datos de una montaña u otros accidentes geográficos o de edificios y otro tipo de construcciones.

Wikitude es una aplicación muy interesante por ejemplo para hacer turismo y acceder sobre la marcha a información del entorno. Está desarrollado por Mobilizy.

Una de las opciones más interesantes que nos ofrece esta nueva aplicación es la posibilidad de crear nuestro propio mundo. Sin moverte del sofá y con tu dispositivo móvil puedes etiquetar todo aquello que tienes a tu alrededor y vincularlo a tu propio mundo. Por ejemplo añadiendo restaurantes interesantes, cafeterías que ofrezcan desayunos con tortilla y tiendas de deporte.

Crear un mundo no tiene demasiada dificultad, pero puede ser de gran ayuda para turistas o gente que visita la ciudad y quiere disponer de información extra.

## 2.2. Layar.

**Layar**, que está desarrollado por la empresa SPRX Mobile y fue lanzado al mercado en 2009 para iOS y para Android. Al igual que Wikitude, Layar hace uso del GPS, compás y acelerómetros, de forma que permite obtener la posición y orientación del móvil y con esta información se pueden superponer distintos puntos de interés a la imagen de la cámara del móvil. En el caso de Layar, los puntos se agrupan en lo que se denominan capas.

Cuando se selecciona un punto de interés, el navegador es capaz de mostrar imágenes, reproducir audio, vídeos, llamar a un número de teléfono, lanzar aplicaciones, etc. Al igual que Wikitude, las capas pueden ser generadas por cada usuario y hospedadas en el servidor de Layar para su uso.



Figura17. Ejemplo de uso de Layar.

### 2.3. Junaio.

Junaio es un navegador de Realidad Aumentada diseñado para dispositivos 3G y 4G. Es desarrollado por la empresa Metaio GmbH. Proporciona una API para desarrolladores y proveedores de contenido, para generar experiencias de Realidad Aumentada móviles para los usuarios finales. La aplicación de teléfono inteligente, así como la API son de uso libre. Actualmente, está disponible para plataformas Android y iPhone.

Dentro de la aplicación Junaio todos los contenidos desplegados están organizados en los llamados canales. Un canal se puede crear utilizando la API ( API REST ) o herramientas como ConnectAR, BuildAR, Metaio Creador, etc. Los canales se cargan en la infraestructura de servidores detrás de la aplicación Junaio, llamado Metaio Cloud. Los usuarios pueden abrir / cargar los canales disponibles dentro de la aplicación Junaio para tener acceso a los contenidos y escenarios AR.

El API se basa en "AREL" (Realidad Aumentada Experiencia Idioma), que permite secuencias de comandos de estos canales basados en tecnologías web comunes, como HTML5 , XML y JavaScript .

Junaio es el primer navegador de realidad aumentada que ha superado las limitaciones de precisión de navegación GPS a través de marcadores LLA (latitud, longitud, altitud, pendiente de patente)



Figura18. Ejemplo de uso de Junaio.

## Capítulo 7: Otros tipos de aplicaciones RA(Restauración).

### 1. Yelp.

Yelp muestra en formato de lista donde los restaurantes son y les da una clasificación basada en la retroalimentación del cliente / usuario. La característica MONOCLE utiliza la cámara del teléfono para iniciar la realidad aumentada. Le muestra diferentes restaurantes o lugares en tiempo real.

Aplicación bastante centrada en el rastreo de restaurantes, pero también nos permite localizar gasolineras, pubs, lugares de ocio o lugares de interés turístico.

Nos muestra la valoración por parte de los usuarios de los locales a los que vamos enfocando con nuestro smartphone, así como comentarios sobre ellos.

También ofrece información adicional como la distancia a la que se encuentra, la calle, el teléfono, enlace a su página web, incluso el coste medio del restaurante indicado por el número de símbolos "\$" que aparece. Permite también localizar a aquellos usuarios a los que tienes en tu lista de amigos, a los que podemos localizar gracias a la realidad aumentada. Es una aplicación disponible para Android e iOS, de forma gratuita, pero con un bajo nivel de madurez. Sin embargo tiene una puntuación por parte de los usuarios de 4,4 sobre 5 en Google Play

Una vez que nos hemos registrado en la aplicación podemos subir comentarios sobre los locales en los que hayamos estado, así como puntuarlos. Si no te registras, se puede usar gratuitamente durante 30 días. Es una aplicación bastante útil, rápida y fácil de usar. Basada en los comentarios y las puntuaciones de los usuarios. Bastante recomendable. Uno de los problemas que nos podemos encontrar es que no posee información de todos los restaurantes o bares de la zona, tan sólo de los más conocidos. Otro de los problemas es que sólo permiten realidad aumentada con restaurantes y pubs, pero el resto de orientaciones sólo aparecen en un mapa localizándolos o en forma de lista (monumentos, farmacias o comisarías).

He aquí un ejemplo de cómo se ve Yelp al iniciar la aplicación:

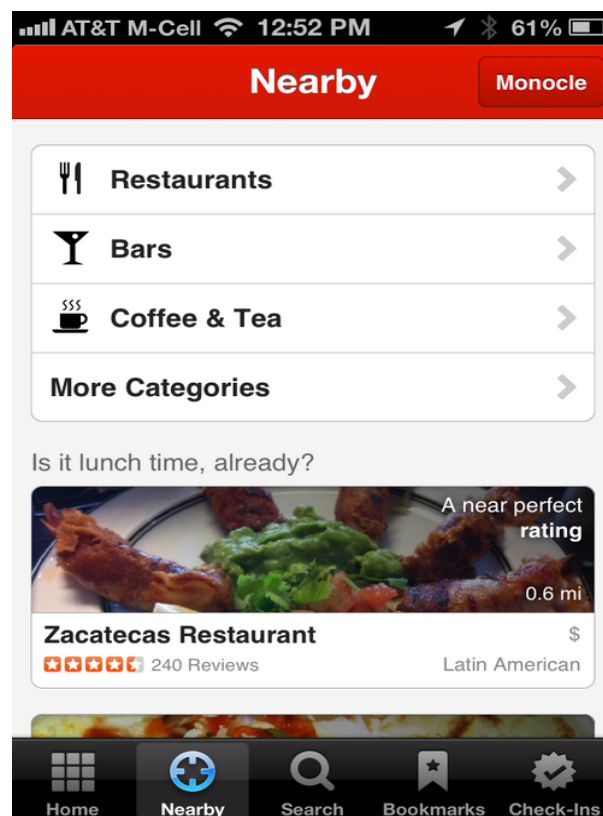


Figura19. Imagen de aplicación Yelp.

Puede seleccionar diferentes categorías y se le mostrará ya sea restaurantes, o bares, etc.

Pulsando en los puntos de interés y se pueden obtener direcciones, ver comentarios, añadir sus propias fotos y comentarios, es muy interactivo.

## 2. mTrip.

**mTrip** Incluida en las mejores aplicaciones de viajes según la CNN.



Figura20. Pantalla de aplicación mTrip.

Se trata de una aplicación de pago, implementada únicamente para los destinos más populares. Permite visualizar un vídeo demostración antes de comprar la aplicación para cualquiera de las ciudades. Se puede preparar una agenda del viaje marcando las preferencias y el motivo del viaje, para después mostrar los puntos de interés según nuestro perfil. También localiza itinerarios, encuentra y muestra la mejor ruta para llegar a un punto y te permite compartir fotos, información y postales mediante las redes sociales. Otras opciones son el conversor de monedas y el mapa de los metros de las diferentes ciudades. Los usuarios pueden añadir comentarios y puntuaciones de los diferentes puntos de interés para orientar al resto de usuarios de forma gratuita. Todo esto te permite hacerlo sin tener que estar conectado a internet, ya que descarga y actualiza los datos antes del viaje.

### 3. Inamo.

Un restaurante interactivo que nace de la idea de dos jóvenes graduados en la Universidad de Oxford, Danny Potter y Noel Hunwick, quienes confesaron que iniciaron el proyecto al cansarse de esperar a ser atendidos por el camarero.

El restaurante oriental se encuentra ubicado en pleno centro londinense, Reino Unido, y mezcla platos con influencias tailandesas, vietnamitas, coreanas y japonesas entre otras, con una variada carta que incluye comida para vegetarianos.

Este restaurante utiliza la realidad aumentada para agilizar la atención al cliente, pensando en cada detalle. Su funcionamiento es el siguiente:

Sobre cada una de las mesas se encuentra un proyector que muestra el panel de control de acceso al menú de la carta, haciendo de la mesa una pantalla táctil donde hacer pedidos.



Figura21. Pantalla Inamo.

Además de la toma de pedidos, esta tecnología permite mantener un mayor control del importe que se debe abonar, visualizar fotos aportando una breve descripción de la comida, pedir un taxi, ver la cocina mediante una webcam, avisar cuando el camarero se disponga a traer el pedido, e incluso cambiar la decoración de la mesa si así se desea.

El funcionamiento de las mesas resulta muy sencillo e intuitivo y los camareros explican su funcionamiento a la entrada del establecimiento; por si acaso, ante cualquier duda o incidencia, el panel de control dispone de un botón que nos facilita la ayuda de un camarero.

Este innovador concepto de restaurante sugiere un cambio radical en el sector de la hostelería y la restauración, así como una experiencia única y diferente con respecto a otros restaurantes.

## Capítulo 8: Arquitectura RAMCAT.

El sistema de realidad RAMCAT permite mostrar información al turista sobre actividades y puntos de interés turísticos. En este caso la información se centra en el propio turista, es decir, se tienen en cuenta sus preferencias personales y el contexto que le rodea. Se puede utilizar para mostrar información en visitas a museos, monumentos, jardines, alojamientos, restaurantes, actividades culturales y de ocio, etc. El turista puede tener información detallada de las actividades recomendadas, así como solicitar rutas a partir de ellas.

En este sistema no sólo se filtra la información basándose en preferencias y valoraciones de turistas con perfil similar, se tienen en cuenta otros factores como son los atributos contextuales que puedan afectar a la visita (clima, compañía, ...). RAMCAT acumula la información para mejorar las recomendaciones a partir de la interacción con el turista.

El usuario se puede registrar y guardar sus preferencias, para ello es mucho más eficiente utilizar un sistema web que permitirá almacenar la información del turista, aunque también se debe permitir que el usuario se registre desde una aplicación móvil. Una vez que el sistema envíe recomendaciones al turista, éste en su dispositivo móvil podrá elegir lo que quiere visitar, así como descargar la información

necesaria para realizar la visita. Debido a que se necesita tener información contextual respecto a la posición del turista, el sistema deba poseer tecnologías de posicionamiento GPS.

El uso de un modelo de recomendación contextual junto con la realidad aumentada, supone un importante elemento innovador en el ámbito turístico. El modelo que se propone permite que el turista pueda realizar diferentes actividades y actuar en diferentes escenarios como:

- Registro del turista en el sistema.
- Búsqueda por categorías.
- Solicitud de recomendación.
- Información de una actividad.
- Guiado de la actividad.
- Solicitud de ruta.
- Registro de visita en grupo.
- Selección y configuración de motores de recomendación.
- Acceso al perfil del turista.
- Editar atributos contextuales individuales.
- Evaluación de una actividad.

Para realizar todas estas tareas, en la arquitectura RAMCAT se ha dividido el sistema en componentes o subsistemas, minimizando así las comunicaciones entre los componentes. De esta forma, los procesos computacionales se pueden realizar tanto en el terminal móvil del turista como en el servidor del destino turístico.



Figura22: Arquitectura RAMCAT.

El turista accede al sistema a través del dispositivo móvil o de un ordenador, necesitando ambos conexión a Internet, mientras que el servidor realiza fundamentalmente una función de almacenamiento y de procesamiento de datos.



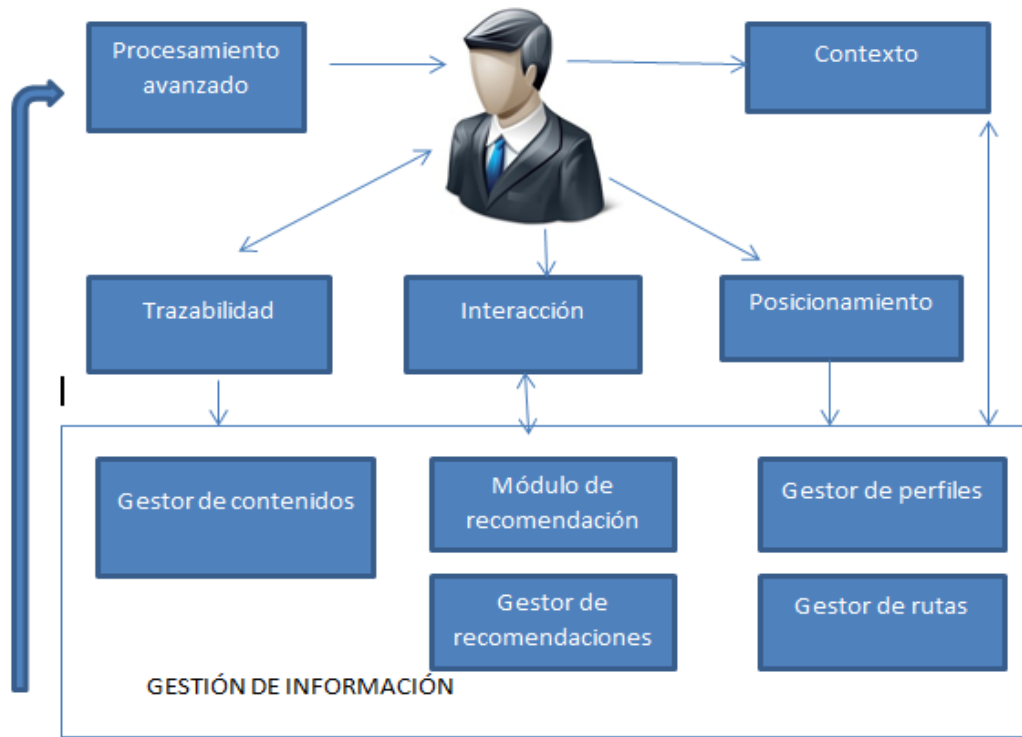


Figura23: Componentes de la Arquitectura RAMCAT

El usuario puede acceder al sistema a través de la aplicación móvil o de la aplicación web, de forma que éste, en un primer paso, se puede registrar en el sistema para posteriormente solicitar las recomendaciones. El sistema recibe la información del turista y la convierte en diferentes eventos que son transferidos al sistema de gestión de la información.

Otro punto de entrada de información es el sistema de posicionamiento, que recaba información sobre la posición del turista mediante GPS.

El sistema de procesamiento avanzado presenta la información aumentada al turista. El módulo de gestión de las recomendaciones recibe la información generada por el sistema de gestión de la información. Para poder realizar las recomendaciones, los motores necesitan interactuar con el sistema gestor de contenidos, el sistema gestor de perfiles y el sistema de contexto.

Cuando el turista solicita una ruta, ésta se generará mediante actividades obtenidas a partir del módulo de gestión de recomendaciones y del sistema de interacción. Éste último sistema permite al turista configurar la generación final de la ruta indicando diferentes parámetros como tiempos, costes, etc.

Desde el punto de vista físico, se trata de una arquitectura mixta en la que algunos sistemas se ejecutan en el servidor, otros en el dispositivo móvil y otros en ambos. Los motores de recomendación se deben ejecutar remotamente y suministrar los resultados a los dispositivos móviles, ya que la cantidad de cálculos computacionales requeridos es muy alta. A continuación, vamos a describir los componentes del sistema y el mecanismo para obtener información del turista para realizar las recomendaciones.

El sistema RAMCAT está compuesto por los siguientes componentes:

## 1. Sistema de interacción o capa de interfaz

Formado por dos subsistemas o aplicaciones, por un lado una aplicación web que fundamentalmente servirá para que los usuarios puedan registrarse, introducir datos sobre sus preferencias y consultar información sobre el destino; por otro lado, una aplicación móvil que permite el acceso del usuario al sistema mediante el dispositivo móvil permitiéndole consultar información, obtener recomendaciones, realizar valoraciones, etc.

Respecto a la aplicación móvil, además de la funcionalidad de la aplicación web (registro de usuarios y de sus preferencias), permitirá mostrar información aumentada en un navegador de realidad aumentada. El usuario podrá interactuar de dos formas con el sistema: interacción táctil con la pantalla del dispositivo e interacción basada en la posición del turista

Este sistema es el encargado de proporcionar la interacción táctil usuario-máquina con el sistema, de forma que el turista puede seleccionar elementos interactivos para visualizar en su pantalla las diferentes funcionalidades ofrecidas por el sistema.

El turista, una vez identificado, podrá indicar el modo de trabajo con el que va a utilizar la aplicación:

- Modo aumentado: se visualiza en la pantalla la realidad aumentada visualizando en la pantalla un número máximo de puntos configurable. Estos puntos son recomendados teniendo en cuenta el contexto, características y preferencias del turista que usa el sistema.
- Modo lista: se muestra una lista ordenada de puntos turísticos teniendo en cuenta las preferencias. El turista puede recorrer esta lista y obtener una descripción de los puntos recomendados. Una vez que selecciona el punto que desea visitar, podrá mediante el modo aumentado visualizar la imagen real con el punto seleccionado, lo cual le servirá para guiarse, informando, en el caso de que la distancia no sea cercana, de qué medios de transporte existen para llegar hasta ese punto.
- Modo recomendación: basado en las preferencias del visitante para poder generar las recomendaciones.
- Modo búsqueda: se permite seleccionar directamente en el sistema actividades sin necesidad de recibir recomendaciones ni utilizar el perfil del turista.
- Modo ruta: en este modo de trabajo el turista selecciona de la lista aquellos puntos que desea visitar y el tiempo estimado que tiene para realizar la visita. El sistema le mostrará información sobre los puntos numerados con un orden recomendado de visita.

## 2. Sistema de gestión de la información.

Está compuesto, a su vez, por los sistemas de gestión de contenidos, de recomendación, de gestión de recomendaciones, de gestión de perfiles y de rutas.

Es el utilizado para recomendar a los turistas aquellos puntos de interés que estén en concordancia con las preferencias del mismo así como de su contexto.

En primer lugar, el sistema obtiene información del contexto del turista, posteriormente se realizan en el servidor los cálculos adecuados y se recomiendan los puntos de interés. Con

toda esta información, el turista interactúa con el sistema aceptando, rechazando o valorando las recomendaciones recibidas son transferidas al sistema para mejorar posteriores recomendaciones.

### **3. Sistema gestor de contenidos de realidad aumentada.**

Este sistema almacena toda la información sobre los puntos de interés, características, valoraciones, etc.

Esta información estará integrada en el gestor de contenidos de la organización de gestión del destino. Además, el gestor de contenidos debe almacenar información complementaria sobre los distintos puntos de interés: textos, imágenes y vídeos. Esta gestión debe realizarse en el servidor del destino turístico permitiendo el acceso a la información desde el dispositivo móvil.

### **4. Sistema de procesamiento avanzado**

Es el sistema encargado de mostrar al turista la información de un ítem en forma de realidad aumentada, como, por ejemplo información de un cuadro o la recreación virtual de un punto de interés.

Por tanto, este sistema tiene como función principal descargar de trabajo al sistema de interacción encargándose exclusivamente de la parte relacionada con la realidad aumentada.

El usuario puede visualizar en su dispositivo móvil la imagen que la cámara captura en tiempo real, junto con los puntos de interés que se le ha recomendado visitar.

El sistema puede mostrar información de tipo multimedia, pues podrán integrarse diferentes tipos de datos texto, imágenes, audio,...). Esta información se le presenta al turista en la pantalla de su dispositivo móvil.

Otra función que debe permitir este sistema es visualizar información virtual en 3D. Esta contextualización de contenidos en la imagen real considerará la orientación del punto de vista del turista asociando el objeto a la escena real.

### **5. Sistema de posicionamiento.**

Obtiene la posición del turista a través de mecanismos de geolocalización (GPS).

Se debe disponer en todo momento de la posición y orientación del turista, de forma que se le pueda guiar correctamente al punto de interés seleccionado o para que le muestre las zonas donde se encuentran una serie de puntos recomendados. Mediante el uso de GPS, se realizará un posicionamiento del turista para informarle de las distancias a las que se encuentran los puntos turísticos. Se debe proporcionar al sistema la información sobre la posición y orientación en tiempo real de la forma más precisa posible. Aunque hoy en día se pueden utilizar varias tecnologías para obtener y calcular esta información, incluso combinarse algunas de ellas, la tecnología más habitual y menos compleja es el uso de GPS en los propios dispositivos móviles de los turistas. El sistema de posicionamiento global GPS usa señales enviadas por los satélites. Un cálculo correcto de la posición y vista real del turista posibilitará que la presentación de la información virtual esté contextualizada respecto a los objetos reales.

## 6. Gestor de perfiles de usuarios

Se distingue entre perfiles individuales y grupales para un mismo usuario, teniendo en cuenta la información almacenada por visitas anteriores del usuario.

Este sistema tiene como objetivo gestionar información sobre gustos y preferencias de los turistas y las visitas realizadas. El usuario puede acceder a estos contenidos, puede añadir nuevos contenidos, modificarlos o simplemente consultarlos. Además, debido a que lo habitual es realizar visitas en grupo, este sistema debe proporcionar mecanismos para gestionar simultáneamente perfiles de varios turistas. En el sistema existe el concepto de turista virtual, que permite al sistema generar recomendaciones adecuadas a las preferencias de todos los miembros de un grupo de turistas.

## 7. Sistema de trazabilidad

El objetivo de este sistema es conocer mejor al turista mediante el registro de los lugares visitados, peticiones realizadas, orden de visita de puntos turísticos, tiempo dedicado a cada actividad, aceptación o rechazo de recomendaciones, etc. Está directamente integrado con el sistema de interacción de usuarios, del que extrae información sobre la interacción del turista con el sistema, retroalimentando su perfil.

Se deben registrar las interacciones del usuario con el sistema y los lugares que visita, en qué orden, así como el tiempo que dedica a cada actividad, etc. Respecto a la trazabilidad se pueden ver las dos funciones siguientes:

- Gestión de información subjetiva: registro de las valoraciones de puntos de interés realizadas por el turista, lo que permitirá el la actualización de su perfil de cara a perfeccionar las recomendaciones.
- Gestión de información objetiva: registro de los puntos de interés visitados, tiempo dedicado y orden de las visitas, etc.

## 8. Módulos de recomendación:

Se pueden aplicar diferentes técnicas para generar listas de puntos de interés adecuados al turista. Como característica común, todos los módulos de recomendación utilizan atributos contextuales para obtener los valores de preferencia de los diferentes puntos de interés.

Este sistema contiene diferentes motores de recomendación, de forma que obtiene de cada uno de ellos una lista de puntos de interés en consonancia con el contexto y de acuerdo a diferentes criterios.

## 9. Gestión de recomendación de puntos.

Las listas de recomendación generadas por los diferentes módulos de recomendación son recopiladas, de forma que obtenemos un listado ordenado por predicción de satisfacción del turista, utilizando técnicas de hibridación.

Interactúa con el sistema de recomendación para recoger las recomendaciones generadas por los diferentes motores de recomendación y ordena los puntos según criterios de preferencia, teniendo en cuenta diferentes parámetros basados en técnicas de hibridación. En un entorno

turístico planteamos la técnica en cascada como la más adecuada, haciendo que se reduzca el número de puntos en cada motor de recomendación.

## **10. Gestor de rutas.**

Recoge del gestor de recomendación el listado de puntos con mayor valoración, teniendo en cuenta las preferencias y el contexto. A partir de estos puntos generará rutas basándose en el tiempo total de la visita, horarios, etc.

Partiendo de una serie de puntos recomendados al turista según sus preferencias, este sistema generará rutas de forma dinámica combinando los puntos de interés recomendados al turista con información sobre el orden de visita más frecuente, es decir, el que siguen la mayoría de los turistas y que tiene una mayor aceptación por diversos motivos.

## **11. Sistema de información de contexto.**

Se recopila la información contextual, realizando un pre-filtrado de ítems.

Normalmente el número de puntos sobre los que hay que calcular el posible interés de los turistas es bastante grande, con lo que este sistema atenúa este problema eliminando aquellos ítems que sean incompatibles con el contexto general y particular del turista que solicita la recomendación. Posee una estructura relativamente compleja para implementar las funciones de recomendación.

Este sistema realiza un pre-filtrado inicial que eliminará todos aquellos puntos que no sean compatibles con los atributos contextuales. Por ejemplo, si está lloviendo no deben recomendarse actividades en espacios abiertos, como un parque acuático. Para ello, el sistema de posición y el usuario suministrarán información contextual como lugar, fecha, hora, clima, etc.

No obstante, hay otra información contextual importante que debe indicar explícitamente el turista, como por ejemplo si va acompañado de familia, pareja, amigos, etc. Este sistema utilizará técnicas basadas en análisis formal de conceptos, que permitirá reducir el número de puntos turísticos sobre los que se calculará la predicción.

# Capítulo 9: Conclusiones y líneas de futuro

## 1. Conclusiones

La principal conclusión es que es complicado plasmar en un producto final lo que se piensa al principio. Es muy complejo llevar siempre a cabo las ideas iniciales.

A medida que se avanza en el desarrollo de un proyecto nos podemos encontrar con escollos y con problemas que no se planteaban en un primer momento. Por lo tanto, todo esto hace que la planificación siempre se desvíe. Dar una fecha concreta de entrega de una parte, parece algo complejo, un problema de la gestión de proyectos que, como mínimo, siempre tiene un desvío del 20-30% del tiempo planteado inicialmente.

Creo que he conseguido los objetivos del trabajo. Inicialmente en la PEC3 había hecho una entrega bastante escueta pero gracias a la ayuda de Sergio lo he podido corregir. He tenido que corregir la Planificación en un par de ocasiones para completar las investigaciones respecto a lo previsto inicialmente.

Así he añadido sobre lo previsto inicialmente una investigación más extensa sobre los sistemas de recomendación, más ejemplos de aplicaciones orientadas al turismo y a la restauración, métodos de prueba de las aplicaciones y cómo podemos obtener dinero del desarrollo de las mismas, esto último lo he incorporado como PEC5.

## 2. Líneas de futuro

Como línea de mejora, completaría el estudio con otros tipos de aplicaciones que pueden usar la realidad aumentada, como por ejemplo en un sector como la medicina, investigación....

## Bibliografía

- [1] Adomavicius, G. y Tuzhilin, A. (2011): "Context-aware recommender systems". In Recommender Systems Handbook.
- [2] Andrej Balaz "Guía a la Galaxia de Aplicaciones Móviles" Enough Software 2012.
- [3] Annika Hinze, Saijai Junmanee, "Advanced Recommendation Models for Mobile Tourist Information". OTM Conferences (1), 643-660. 2006.
- [4] Azuma, R.; Bailiot, Y.; Behringer, R.; Feiner, S.; Julier, S. y MacIntyre, B. (2001): "Recent Advances in Augmented Reality". IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 21, N6
- [5] Billsus, D. y Pazzani, M.J. (2000): "User modeling for adaptive news access". User Modeling and User-Adapted Interaction
- [6] Bimber, O. y Raskar, R. (2005): "Spatial Augmented Reality. Merging Real and Virtual Worlds" Ed. A. K. Peters, Ltd.
- [7] Blanco, Y.: "Propuesta metodológica para el razonamiento semántico en sistemas de recomendación personalizada y automática. Aplicación al caso de contenidos audiovisuales". Tesis doctoral. Universidad de Vigo(2007)
- [8] Burke, R. (2002): "Hybrid recommender systems: Survey and experiments". User Modeling and User-Adapted Interaction, 12
- [9] Caro, J.L. (2012): "Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística".
- [10] Castejón, R.y Méndez, E. "Introducción a la economía para turismo". (2012): Editorial Prentice-Hall
- [11] Fink, J., Kobsa, A.: "User Modeling for Personalized City Tours". Artificial Intelligence Review 18(1)
- [12] García, A., Torre, I. y Linaza, M.T: "Mobile social travel recommender system". Information and Communication (2014).
- [13] IET. Instituto de estudios turísticos (2010): "Balance del Turismo. Resultados de la actividad turística en España. Año 2009". Ed. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [14] Lashkari, A., Parhizkar, By Mohamedali, M.A.: "Augmented Reality Tourist Catalogue Using Mobile Technology"(2010).
- [15] Leiva, J.L., Guevara, A., Rossi, C. y Aguayo, A. : "Sistemas de recomendación basados en grupo para su aplicación en realidad aumentada". Turitec 2012. Congreso Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2012).
- [16] Leiva, J.L., Guevara, A., Rossi, C. y Aguayo, A.: "Realidad aumentada y sistemas de recomendación grupales" (2014).
- [17] López, H., Navarro, A. y Relaño, J. (2010): "An analysis of augmented reality systems". Fifth International Multi-Conference on Computing in the Global Information.
- [18] Mark van Setten, Stanislav Pokraev, and Johan Koolwaaij: "Contextaware recommendations in the mobile tourist application compass". In Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, 2004.
- [19] M. Rey-Lopez, A. B. Barragans-Martinez, A. Peleteiro, F. A. Mikic-Fonte, and J. C. Burguillo. moreTourism: Mobile recommendations for tourism. In Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics.



- [20] Nigel Davies , Keith Cheverst , Keith Mitchell , Adrian Friday: "Caches in the Air: Disseminating Tourist Information in the Guide System", Proceedings of the Second IEEE Workshop on Mobile Computer Systems and Applications, February 1999.
- [21] Olwal, A., Lindfors, C., Gustafsson, J., Kjellberg, T. y Mattsson, L. (2005a): "ASTOR: An Autostereoscopic Optical See-through Augmented Reality System". Proceedings Fourth IEE and ACM Internation Symposium on Mixed and Augmented Reality.
- [22] Owal, A. y Höllerer, T. (2005b): "POLAR: Portable, Optical seethrough, Low-cost Augmented Reality" In Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology (VRST '05). ACM, New York, NY, USA
- [23] Pasma, W., Woodward, C., Hakkarainen, M., Honkamaa, P., y Hyvääkä, J. (2004): "Augmented Reality with Large 3DModels on a PDA – Implementation, Performance and Use Experiences". Int Conf on Virtual-Reality Continuum & Its Applications in Industry (VRCAl,Singapore, June 16-18)
- [24] Pérez, L.G. (2008): "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico".
- [25] "Realidad aumentada: A practical guide" desde <http://oreilly.com/catalog/9781934356036>
- [26] Sarwar, B.M., Karypis, G., Konstan, J.A. y Reidl, J. (2001): "Itembased collaborative filtering recommendation algorithms". In Proceedings of the 10th International World Wide Web Conference (WWW10)
- [27] Schwab I., Kobsa A. y Koychev I. (2001): "Learning user interests through positive examples using content analysis and collaborative filtering". Technical report, Fraunhofer Institute for Applied Information Technology
- [28] Vlahakis, V., Demiris, T. y Ioannidis, N. (2004) : "LIFEPLUS Cultural heritage dissemination on a wide range of client devices: from the simple handheld to the advanced AR platform." Multi-Platform ePublishing, 2004
- [29] Voulodimos, A., Patrikakis, C.: "Using Personalized Mashups for Mobile Location Based Services". In: Proceedings of the International Conference on Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC'08. 2008.
- [30] Zoellner, M., Keil, J., Drevensek, T. y Wuest, H. (2009): "Cultural Heritage Layers: Integrating Historic Media in Augmented Reality". 15th International Conference on Virtual Systems and Multimedia.
- [31] [www.inamo-restaurant.com/](http://www.inamo-restaurant.com/)
- [32] [www.junaio.com](http://www.junaio.com)
- [33] [www.layar.com](http://www.layar.com)
- [34] <http://www.locusmap.eu/>
- [35] <http://www.mtrip.com/es/>
- [36] [www.negociotecnologico.com](http://www.negociotecnologico.com)
- [37] <http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero8/difusion/estudios2/articulo2.php>
- [38] <http://www.visuar.es/>
- [39] [www.wikitude.com](http://www.wikitude.com)
- [40] <http://www.yelp.es/yelpmobile>