Títol: *Sistema de Realitat Augmentada orientat al turisme*

Volum: *I*

Alumne: *Albert Miró Amigó*

Director/Ponent: *Pere Pau Vázquez Alcocer*

Departament: *Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI)*

Data: *30 d'Octubre de 2012*

DADES DEL PROJECTE

Títol del Projecte: Sistema de Realitat Augmentada orientat al turisme

Nom de l'estudiant: Albert Miró Amigó
Titulació: Enginyeria en Informàtica (2003)
Crèdits:37,5
Director/Ponent: Pere Pau Vázquez Alcocer
Departament: Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI)

MEMBRES DEL TRIBUNAL *(nom i signatura)*

President: Antonio Chica Calaf

Vocal: Cristina Barrado Muxi

Secretari: Pere Pau Vázquez Alcocer

QUALIFICACIÓ

Qualificació numèrica:
Qualificació descriptiva:

Data:

Agraïments:

M’agradaria agrair aquest projecte a tota la gent amb la que he compartit tots aquests anys de carrera, amb totes les hores d’estudi i els bons moments que hem passat junts.

Entre ells els hi vull agrair en especial al Jaume Ferrarons i a l’Hèctor Manrique, per aguantar-me durant els mesos que ha durat el projecte i provar l’aplicació en els seus dispositius.

En Pere-Pau Vázquez, que ha fet de tutor d’aquest projecte, ajudant-me sempre que ho he necessitat i oferint-me els recursos necessaris per poder continuar endavant.

I per finalitzar, al personal de relacions públiques de l’Hotel Rey Juan Carlos I de Barcelona, el qual em va permetre accedir a les seves dependències per poder realitzar algunes fotografies necessàries pels punts d’interès que conté l’aplicació.

Moltes gràcies a tots, sense vosaltres no hauria estat possible!

Els materials fotogràfics dels punts d’interès que conté l’aplicació que s’explica en aquesta obra, a menys que estigui explicitat d'altra forma, són copyright dels autors i no es poden reproduir per cap mitjà sense un consentiment exprés dels mateixos

Taula de continguts

1. INTRODUCCIÓ 1
1.1. Objectius 1
1.2. Motivació 2
1.3. Dispositius mòbils 3
1.4. Android OS 4
1.4.1. Situació actual 4
1.4.2. Estructura Android SDK 5
1.4.3. Com funciona Android 7
1.5. Realitat Augmentada 10
1.5.1. Definició 10
1.5.2. Com funciona 10
1.5.3. Aplicacions de la realitat augmentada 11
1.5.4. Futur 15
1.5.5. Limitacions 16
1.6. Organització de la memòria 17
2. TREBALL PREVI 18
2.1. Eines de Realitat Augmentada 18
2.2. Estudi d'aplicacions existents 20
2.2.1. iBarcelona 21
2.2.2. Barcelona City Guide 23
2.2.3. Tripwolf – Your travel guide 25
2.3. Trets diferenciadors 27
2.4. El perquè d'aquesta aplicació 28
3. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE 29
3.1. Metodologia 29
3.2. Abast 31
3.3. Riscs i estratègies 31
4. PLA DE PROJECTE 36
4.1. Fases 36
4.1.1. Fase inicial 36
4.1.2. Fase de planificació 36
4.1.3. Fase d'especificació i disseny 36
4.1.4. Fase de desenvolupament 36
4.1.5. Fase de tancament 36
4.2. Estimació d'hores 37
4.3. Planificació Inicial 38

5. EINES USADES 39
5.1. Eclipse 39
5.1.1. Descripció 39
5.1.2. Problemes detectats 39
5.2. Android SDK 40
5.2.1. Descripció 40
5.2.2. Problemes detectats 40
5.3. Eines per Gràfics i Models 3D 40
6. ANÀLISI I ESPECIFICACIÓ 41
6.1. Anàlisi de requisits 41
6.1.1. Requisits funcionals 41
6.1.2. Requisits no funcionals 41
6.2. Especificació 42
7. DISSENY 43
7.1. Disseny intern 43
7.1.1. Arquitectura 43
7.1.1.1. Vista 44
7.1.1.2. Dades 48
7.1.1.3. Model 52
7.1.2. Patrons de disseny 53
7.1.2.1. Patró MVC (Model View Controller) 53
7.1.2.2. Patró DAO (Data Acces Object) 54
7.1.2.3. Patró DTO (Data Transfer Object) 55
7.1.3. Disseny de la BD 56
7.2. Disseny extern 57
7.2.1. Inici 57
7.2.2. Llista de Punts d'Interès 59
7.2.2.1. Filtre Proximitat 61
7.2.2.2. Filtre Preferits 61
7.2.2.3. Filtre Categories 62
7.2.3. Informació 63
7.2.4. Localització punt d'interès amb RA 64
7.2.5. Rutes 66
7.2.6. Mapes 67
7.2.7. Compartir 68
7.2.8. Configuració 69

8. IMPLEMENTACIÓ 70
8.1. Introducció 70
8.2. Desenvolupament 70
8.2.1. Fer una pantalla amb capes 70
8.2.2. Càmera 72
8.2.3. Localització 72
8.2.4. Sensors orientació 74
8.2.5. Mapes 74
8.2.6. Indicació Punts d'Interès 74
8.2.7. Rutes 75
8.3. Ampliacions realitzades 76
8.4. Feina descartada 78
8.4.1. Visualització de models 3D de punts d'interès 78
8.4.2. Realitzar fotos des de l'aplicació 78
8.5. Proves 79
8.5.1. Generació ruta a un punt d'interès 79
8.5.2. Visualització informació punts d'interès 79
8.5.1. Filtres en els punts d'interès 80
8.5.2. Generació d'una ruta 80
8.5.3. Correcte indicació de la brúixola 80
8.5.4. Compartició 81
8.5.5. Mapes 81
8.5.6. Dispositius 81
9. PLANIFICACIÓ I VALORACIÓ ECONÒMICA 82
9.1. Planificació final 82
9.2. Diagrama de Gantt 84
9.3. Valoració econòmica 85
9.3.1. Recursos humans 85
9.3.2. Recursos materials 86
9.3.3. Cost Total 86
10. CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR 87
10.1. Conclusions 87
10.2. Treball futur 88
11. BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES 89
11.1. Obres consultades i recursos electrònics 89

Taula d'Il·lustracions

Il·lustració 1-1- HTC Dream. Extret de (Fotopedia) 3
Il·lustració 1-2 - Taula i gràfic de les versions d'Android que hi ha a 1 d'Agost de 2012. Extret de (Android Deveopers) 4
Il·lustració 1-3 - Activity - Cicle de vida (amb interacció usuari). Extret de (Android Deveopers) 8
Il·lustració 1-4 - Activity - Cicle de vida (mostrant la visibilitat de l'Activity) . Extret de (Android Deveopers) 9
Il·lustració 1-5 – Aplicació mèdica. Extret de (Augmented Reality and Medical) 11
Il·lustració 1-6 - Aplicació al turisme. Extret de (Lisisoft) 11
Il·lustració 1-7 - Elements separats 13
Il·lustració 1-8 - Combinació elements 13
Il·lustració 1-9 - Nou element creat 13
Il·lustració 1-10 - Forma del nou element 13
Il·lustració 1-11- Aplicació Arquitectura 14
Il·lustració 1-12 - Catàlegs augmentats 14
Il·lustració 2-1 – Informació 22
Il·lustració 2-2 - Mapa 22
Il·lustració 2-3 - Llista de punts 22
Il·lustració 2-4 - Calendari 22
Il·lustració 2-5 - Informació 24
Il·lustració 2-6 - Preferències 24
Il·lustració 2-7 - Vista amb realitat augmentada 24
Il·lustració 2-8 - Informació 26
Il·lustració 2-9 - Mapa 26
Il·lustració 2-10 - Vista amb realitat augmentada 26
Il·lustració 3-1 - Metodologia Àgil. Extret de (Agile Development) 29
Il·lustració 3-2 – SCRUM. Extret de (Agile For All) 30
Il·lustració 3-3 - Riscs del projecte 35
Il·lustració 5-1 - Eclipse 39
Il·lustració 7-1 - Pantalla principal aplicació 44
Il·lustració 7-2 - Pantalla informació 46
Il·lustració 7-3 - Model Vista Controlador 53
Il·lustració 7-4 - Patró DAO 54
Il·lustració 7-5 - Patró DTO 55
Il·lustració 8-1 - Localització respecte el temps. Extret de (Android Deveopers) 73
Il·lustració 8-2 - Localització respecte el temps, exemple pràctic. Extret de (Android Deveopers) 73
Il·lustració 8-3 - Eixos del dispositiu. Extret de (Android Deveopers) 74

Taula de Fragments de codi:

Fragment de codi 1 - Exemple del fitxer AndroidManifest.xml 6
Fragment de codi 2 – Exemple definició pantalla en XML 71

Taula de pantalles de l'aplicació:

Aplicació 1 - Càrrega 57
Aplicació 2 - Diàleg GPS 57
Aplicació 3 - Pantalla principal 57
Aplicació 4 - Navegació pantalla principal 58
Aplicació 5 - Final llistat punts d'interès 59
Aplicació 6 - Llistat punts d'interès 59
Aplicació 7 - Menú llista punts d'interès 60
Aplicació 8 - Menú filtres 60
Aplicació 9 - Mapa punts d'interès 60
Aplicació 10 – Filtrat proximitat 61
Aplicació 11 - Filtre proximitat 61
Aplicació 12 - Filtre preferits 61
Aplicació 13 - Filtrat categories 62
Aplicació 14 - Filtre categories 62
Aplicació 15 - Informació Wikipedia 63
Aplicació 16 - Informació 63
Aplicació 17 - Informació Mapa 63
Aplicació 18 - Opcions selecció 64
Aplicació 19 - Cerca POI amb RA 64
Aplicació 20 - Exemple Estadi F.C.B. 64
Aplicació 21 - Exemple Torre Calatrava 64
Aplicació 22 - Visualització POI RA 64
Aplicació 23 - Mapa POI 65
Aplicació 24 - Mapa opcions 65
Aplicació 25 - Menú pantalla principal 65
Aplicació 26 - Informació POI amb visualització de RA 65
Aplicació 27 - Comprovació sortir de l'aplicació 65
Aplicació 28 - Ruta 66
Aplicació 29 - Llista rutes 66
Aplicació 30 - Ruta missatge següent punt 66
Aplicació 31 - Mapa punts de ruta 66
Aplicació 32 - Tipus de mapa 67
Aplicació 33 - Mapa vista carrers 67
Aplicació 34 - Mapa satèl·lit 67
Aplicació 35 - Opcions compartir 68
Aplicació 36 - Missatge compartir 68
Aplicació 37 – Configuració 69
Aplicació 38 - Configuració GPS 69
Aplicació 39 - About 69

1. Introducció

En les següents pàgines podreu trobar com s'ha desenvolupat aquest projecte final de carrera. La creació d'un sistema de realitat augmentada orientat al turisme per Android[1].

Possiblement no heu sentit en parlar abans del que és la realitat augmentada o bé no fa molt que la coneixeu, ja que és una tecnologia què actualment està en ple creixement amb moltes possibilitats en àmbits molt diversos.

L'ús d'aquesta tecnologia en un dispositiu mòbil, ofereix a l'usuari una experiència totalment diferent el que havia tingut fins ara i, en el cas d'aquest projecte, permetre descobrir una ciutat a través de la càmera del seu dispositiu.

En aquest projecte s'ha desenvolupat una aplicació que permetrà recórrer rutes i guiar a l'usuari fins a diversos punts d'interès de la ciutat de Barcelona. Entre altres funcions, també es podrà valorar els punts d'interès, veure segons diferents filtres, poder saber la nostra localització en temps real a través d'un mapa i orientar-nos amb la brúixola del dispositiu. També comentar que en l'elaboració d'aquest projecte ens hem centrat en la visualització de continguts i no en la creació d'aquests.

1.1. Objectius

Quan es comença un projecte, primer de tot s'han de definir els objectius que aquest haurà de complir. Són els següents:

- En primer lloc, com que el projecte es començarà sense coneixements previs de desenvolupament per Android ni de desenvolupament d'aplicacions amb realitat augmentada, serà necessari **investigar** aquesta tecnologia i **adquirir els coneixements** necessaris.

- **Geo-localització** de l'usuari. És necessària per tal d'indicar on es localitza l'usuari, on estan els punt d'interès respecte ell i la seva distància.

- Mostrar **informació** dels punts d'interès (diverses imatges i descripció) per ajudar en decidir quin és el punt al qual es vol anar.

- Visualització d'on es localitza el punt d'interès usant **realitat augmentada**. Enfocant el dispositiu cap a on es troba el punt d'interès es mostrarà una indicació a sobre d'aquest perquè es pugui veure on està.

- **Rutes turístiques** preestablertes a peu, les quals inclouran diversos punts d'interès de la ciutat i les indicacions es mostraran amb realitat augmentada.

[1] Sistema operatiu per dispositius mòbils de Google i de codi obert.

1.2. Motivació

La motivació és un dels elements més importants alhora de començar un projecte, a continuació us mostraré quines han estat les motivacions que m'han ajudat en realitzar aquest projecte amb entusiasme i força per poder superar els obstacles que he anat trobant pel camí fins a la seva finalització.

Una de les principals motivacions per realitzar aquest projecte va ser l'oportunitat d'endinsar-me en dos àmbits que desconeixia fins el moment.

En primer lloc, la realitat augmentada, és una tecnologia que està en ple creixement i obre un món de possibilitats encara no explotades. Ens permet veure d'una altra manera la realitat que ens envolta, ens permet afegir elements virtuals en l'entorn real en el que ens trobem, de tal manera que aquests nous elements presents virtualment queden integrats a dins de l'entorn real, resultant, si més no, complicat distingir entre els elements que estan presents de forma real i aquells que s'han afegit a la realitat de forma virtual.

Aquesta tecnologia és el present i el futur. Present perquè actualment ja es poden trobar aplicacions que en fan ús i futur ja que en breu canviarà la forma que tenim de veure l'entorn en el que estem, canviant la forma de comprar un article a una botiga o per exemple, la manera que tenim de desplaçar-nos i descobrir una ciutat desconeguda fins el moment.

El segon lloc, però no menys important, la motivació pel desenvolupament d'aplicacions per dispositius mòbils amb el sistema operatiu Android OS. Des de feia un temps volia començar a aprendre com funcionava aquest sistema operatiu i com realitzar aplicacions, però amb excuses de falta de temps no m'hi havia posat. Realitzant aquest projecte he tingut l'oportunitat d'aprendre com funciona i com crear aplicacions per aquest tipus de dispositius.

Aquestes han estat les principals motivacions per realitzar aquest projecte, el repte de realitzar una aplicació en una plataforma desconeguda amb conjunció d'una tecnologia innovadora i que pogués ser útil i atractiva al públic al qual va dirigida.

En el transcurs d'aquesta memòria explicaré el camí que s'ha realitzat per poder-lo dur a terme.

1.3. Dispositius mòbils

En el marc d'aquest projecte, entenem com a dispositiu mòbil un telèfon mòbil o una tauleta digital amb funcions avançades que fan que puguin realitzar diverses tasques com si es tractés d'un ordinador personal de butxaca (smartphone).

Tot i l'existència anterior d'aquest tipus de dispositius, no va ésser fins l'any 2007, amb l'aparició del primer telèfon intel·ligent d'Apple, equipat amb el sistema operatiu iOS, anomenat iPhone, incorporant una pantalla tàctil amb una pionera interfície multi-tàctil, que va fer revolucionar el mercat d'aquest tipus de dispositius.

El sistema operatiu Android, desenvolupat per Google, no va aparèixer fins al 2008. Es tracta d'un sistema operatiu basat en Linux de codi obert, suportat per la *Open Handset Alliance*. El primer dispositiu en portar aquest sistema operatiu va ser el HTC Dream.

Des de l'any 2007, els dispositius han anat evolucionant d'una forma molt ràpida, i ens trobem que actualment, en un dispositiu mòbil podem torbar unes prestacions similars a les d'un ordinador portàtil de no fa gaires anys.

Hi ha hagut una clara evolució en aquests dispositius, passant d'uns 200MB de memòria RAM a 2GB actualment en alguns, així com en la capacitat de processament, d'un sol processador a uns 500MHz a dispositius actuals que incorporen quatre nuclis a 1,4GHz. Entre moltes altres característiques que han anat evolucionant, com la incorporació de noves tecnologies de connectivitat (el NFC[2] o bé el 4G[3] de LTE) o poder disposar de més sensors i millor qualitat en les càmeres dels dispositius, han permès que les noves versions dels sistemes per aquests, cada cop puguin incorporar millors prestacions per l'usuari, intentant usar el màxim el potencial d'aquests dispositius.

Cal destacar també que per poder disposar de totes aquestes funcions en un sol dispositiu, ha permès l'evolució de les noves tecnologies i que es puguin desenvolupar noves aplicacions que usin aquestes característiques de forma conjunta que fa uns anys hauria estat impossible per la insuficient capacitat.

Il·lustració 1-1- HTC Dream. Extret de (Fotopedia)

[2] Permet la comunicació entre dos terminals quan aquests s'apropen entre ells.
[3] Xarxa de telefonia d'alta velocitat.

1.4. Android OS

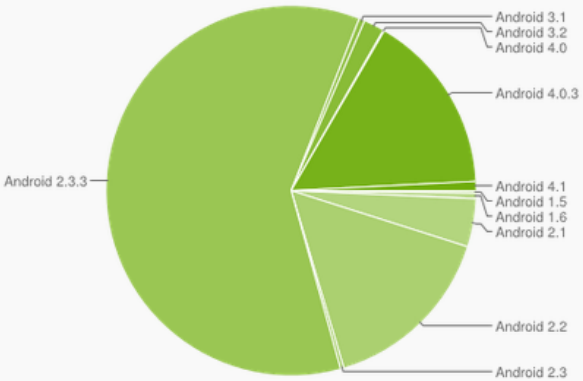
Android és un sistema operatiu basat en codi obert per dispositius mòbils, creat per Google i la *Open Handset Alliance* segons (Burnette). Entre les diferents plataformes de desenvolupament d'aplicacions per dispositius mòbils que podem trobar actualment, com ara Symbian o Windows Phone. Les plataformes més esteses són BlackBerry, iOS i Android.

1.4.1. Situació actual

La situació actual d'aquest sistema operatiu és que és un dels líders en el sector, actualment en el món hi ha més de 1.000.000 d'activacions de dispositius diàriament, això suposa que cada dia hi ha un milió de nous dispositius utilitzant Android com a sistema operatiu, havent-hi més de 500 milions de dispositius usant-lo arreu del món.

Un dels inconvenients que té Android actualment és la fragmentació en versions del seu sistema operatiu en els dispositius que l'estan usant. Com es pot veure en el següent gràfic:

Version	Codename	API Level	Distribution
1.5	Cupcake	3	0.2%
1.6	Donut	4	0.5%
2.1	Eclair	7	4.2%
2.2	Froyo	8	15.5%
2.3 - 2.3.2	Gingerbread	9	0.3%
2.3.3 - 2.3.7		10	60.3%
3.1	Honeycomb	12	0.5%
3.2		13	1.8%
4.0 - 4.0.2	Ice Cream Sandwich	14	0.1%
4.0.3 - 4.0.4		15	15.8%
4.1	Jelly Bean	16	0.8%



Data collected during a 14-day period ending on August 1, 2012

Il·lustració 1-2 - Taula i gràfic de les versions d'Android que hi ha a 1 d'Agost de 2012. Extret de (Android Deveopers)

Com es pot veure, hi ha molta fragmentació de versions, tot i així, si es desenvolupa començant per la versió 2.2 d'aquest sistema operatiu, es pot aconseguir arribar fins a un 91,41% del mercat, ja que les versions superiors, són compatibles amb les versions anteriors del sistema operatiu, tot i que no podrem usar les millores que incorpora versió rere versió.

Que hi hagi actualment tants dispositius amb aquesta versió és en gran part a causa de que molts dispositius s'han venut directament amb aquesta versió del sistema operatiu i l'usuari no ha procedit a actualitzar-lo pel fet que les diferents marques i operadores generin versions específiques pels dispositius que elles comercialitzen. Si aquestes no generen una actualització

a la nova versió del dispositiu, l'usuari no es pot actualitzar a la última versió a través del mètode oficial.

Es pot tornar a veure aquesta tendència en la versió 4.0.3, que és la que els últims dispositius que han sortit a la venda duen de sèrie.

1.4.2. Estructura Android SDK

Android ens posa al nostre abast un paquet de desenvolupament, el Android SDK (Software Development Kit) per poder crear aplicacions per aquesta plataforma usant una versió del llenguatge de programació Java basada amb Apache Harmony, versió del Java 5 Standard Edition realitzat per Apache Software Foundation i modificat per adaptar-lo al sistema, amb algunes biblioteques que han estat excloses.

L'estructura de fitxers i directoris que es genera en crear un nou projecte d'Android, és la següent:

- **/src:** És on es troben els fitxers .java que anirem creant per desenvolupar la nostra aplicació.
- **/res:** Es troben els recursos de la nostra aplicació. Aquesta carpeta conté altres directoris, alguns d'ells són els següents:
  - **/res/drawable-<resolució>:** disposem de tres carpetes que conten les imatges del nostre projecte amb tres resolucions diferents *High* (drawable-hdpi), *Medium* (drawable-mdpi), *Low* (drawable-ldpi). Així es poden usar diferents resolucions de les imatges segons la mida de la pantalla dels diferents dispositius on l'aplicació s'executi.
  - **/res/layout:** conté els diferents arxius XML que defineixen la interfície de les diferents pantalles que contindrà la nostra aplicació.
  - **/res/values:** directori que conté diferents tipus de valors que poden ser usats en el nostre projecte, com ara:
    - **strings.xml:** fitxer on podem centralitzar els texts de la nostra aplicació, ajuda al manteniment d'aquesta tenir tots els texts que siguin estàtics en aquest fitxer, així com posar traduccions a altres idiomes de les cadenes de text.
    - **color.xml:** ens permet crear colors personalitzats per la nostra aplicació.
    - **dimens.xml**: ens permet establir les dimensions que han de tenir determinats components de la nostra aplicació.
- ... (el projecte pot contenir altres carpetes i arxius que no es creen per defecte)

- **AndroidManifest.xml:** Fitxer de configuració de la nostra aplicació, s'han d'especificar els recursos hardware que l'aplicació usarà (càmera, localització GPS, connexió a Internet,...), els recursos del sistema que hem de permetre accedir (accés a la targeta de memòria per escriure dades, llegir contactes del telèfon, ...) i les Activities[4] de la nostra aplicació que volem permetre que s'executin i com volem que aquestes s'executin (per exemple, si volem que ocupin tota la pantalla, en mode horitzontal o vertical, ...). Si una Activity no està declarada en aquest fitxer, l'aplicació donarà un error perquè no la pot localitzar. En aquest fitxer també s'ha d'indicar la versió d'Android per la qual s'ha desenvolupat l'aplicació, permetent posar una versió mínima i una màxima opcional entre altres filtres útils.

Exemple de fitxer **AndroidManifest.xml**:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

//Definció capçalera del manifest
 <manifest    android:versionName="1.0" android:versionCode="1"
              package="com.aplicacio.mainScreen "
              xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
       //Especificació de la versió mínima on es podrà utilitzar
        <uses-sdk android:minSdkVersion="8"/>

       //Permisos per accedir a funcions del sistema i hardware
       <uses-permission android:name="android.permission.CAMERA"/>
       <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
       <uses-feature android:name="android.hardware.camera"/>

       //Declaració del nom de l'aplicació i la icona
       <application android:label="@string/app_name"
                    android:icon="@drawable/ar_launcher">

              //Declaració de les diferents Activities que conté l'aplicació
              <activity android:name=".mainScreen">
                     //Aquesta Activity serà la primera a executar-se
                  <intent-filter>
                        <action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
                        <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER"/>
                  </intent-filter>
              </activity>

              <activity android:name=".nextScreen"
              android:screenOrientation="portrait">
              </activity>

              <activity android:name=".About">
              </activity>

       </application>

</manifest>
```

Fragment de codi 1 - Exemple del fitxer AndroidManifest.xml

Si es vol aprendre com desenvolupar per Android aconsello visitar la web d'Android Developers http://developer.android.com, en ella es poden trobar guies de molta utilitat per

[4] Una Activity és una vista d'una aplicació Android.

configurar l'entorn de desenvolupament i diverses guies pas per pas per començar des de zero i anar progressant amb elles.

1.4.3. Com funciona Android

Un cop ja sabem què és Android i l'estat actual d'aquest, podem passar a veure com està estructurat internament i quin és el cicle de vida intern que segueixen les aplicacions quan s'executen en ell.

Hi ha llibres sencers que expliquen el funcionament del sistema operatiu d'Android i com desenvolupar-hi aplicacions, en l'apartat actual farem una breu introducció als conceptes que es consideren bàsics per poder entendre com funciona.

En primer lloc explicarem què és una Activity i quin paper juga en una aplicació.

Una aplicació té diversos components, un d'ells és l'Activity, a partir d'ara li direm activitat, aquesta proveeix a l'usuari una pantalla en la qual aquest hi pot interaccionar i realitzar les accions que hi hagi disponibles. Normalment una aplicació està formada per múltiples activitats i una d'elles està configurada com a principal, és a dir, serà la primera que es mostrarà quan l'usuari engegui l'aplicació.

Des d'una activitat es pot anar a una altra per realitzar diferents accions, però l'activitat des de la que s'ha cridat a la nova queda emmagatzemada a una pila, per quan l'usuari vulgui retornar-hi, que sigui possible prement el botó d'anar enrere del seu dispositiu.

Les activitats tenen un cicle de vida concret. Quan l'usuari obre l'aplicació, comença el cicle, en primer lloc es crida al mètode `onCreate()`. Aquest mètode només es crida quan l'aplicació no es trobava oberta en el sistema. A continuació es passa al mètode `onStart()` i al `onResume()`, un cop arribat a aquest punt l'activitat s'està executant en primer pla i l'usuari pot interactuar amb ella.

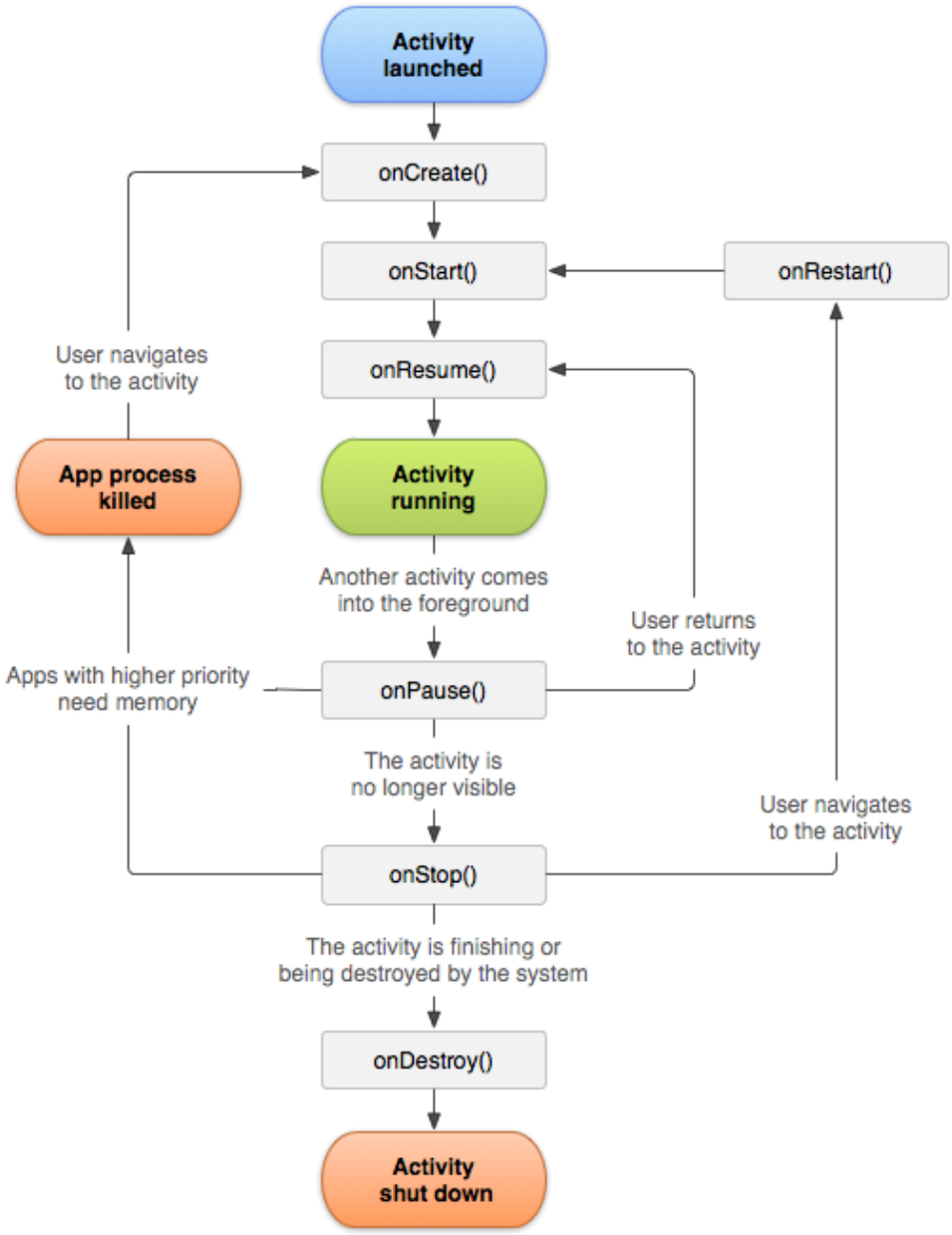
Quan aquesta passa a segon pla perquè una altra activitat s'ha posat en primer pla, passa a l'estat `onPause()` en el qual es quedarà fins que l'usuari no torni a posar en primer pla (passant llavors pel mètode `onResume()`). També pot passar que el sistema detecti que hi ha una aplicació amb més prioritat que la que estem executant i mati el procés o bé que no es torni a mostrar aquesta activitat.

Si és l'últim cas, passem al mètode `onStop()`, quan l'activitat es troba en aquest estat és perquè aquesta activitat ha estat completament tapada per una altra i es conserva en memòria, però pot ser matada en qualsevol moment pel sistema si aquest necessita memòria, passant llavors al mètode `onDestroy()` que la finalitza completament.

En cas que l'usuari tornés a navegar cap a aquesta activitat, es passaria al mètode `onRestart()` (passant llavors pel mètode `onStart()`).

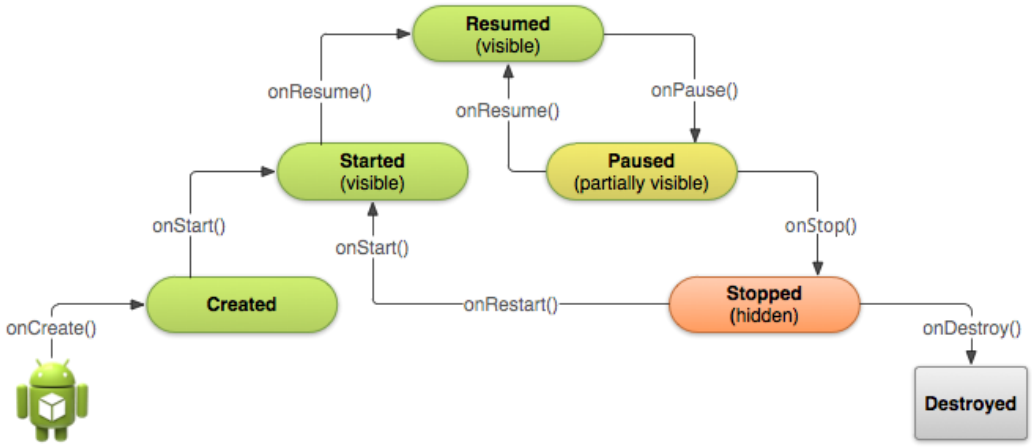
Android ens permet implementar aquests mètodes a les Activities que desenvolupem i això ens permet poder tenir el control del que ha de succeir a cada estat de les nostres pantalles en les nostres aplicacions.

Vegem doncs la següent il·lustració que mostra el cicle de vida de les activitats com s'ha explicat anteriorment. En la Il·lustració 1-3 es mostra la interacció de l'usuari executant una activitat i canviant a una altra:



Il·lustració 1-3 - Activity - Cicle de vida (amb interacció usuari). Extret de (Android Deveopers)

En la següent imatge, la Il·lustració 1-4 es pot observar el mateix cicle de vida vist segons la visibilitat de l'activitat:



Il·lustració 1-4 - Activity - Cicle de vida (mostrant la visibilitat de l'Activity) . Extret de (Android Deveopers)

Sabem que en una aplicació hi ha diferents activitats, les quals poden ser amagades per altres i poden tornar a primer pla, però com es canvia entre elles?

L'element que permet canviar d'una activitat a una altra i intercanviar informació entre elles és el Intent.

Així quan des d'una aplicació disposem de diverses pantalles, la transició entre elles es fa cridant a un Intent, un Intent és un paquet d'informació que conté informació d'interès pel component que el rep (com ara l'acció que s'ha de realitzar i les dades a tractar), a més d'informació d'interès del sistema (com ara la categoria del component, el Intent i les instruccions de com executar l'activitat destí).

1.5. Realitat Augmentada

Introduirem què és la realitat augmentada i un possible ús amb el següent exemple:

Has decidit remodelar la decoració de casa teva, però vols saber abans com quedarà aquella làmpada tan elegant en el saló i si el sofà que desitges s'integrarà bé amb els altres mobles que tens. Imagines que enfocant el mòbil en els llocs que vols afegir aquests elements els poguessis veure en el teu saló?

Amb la realitat augmentada, és possible.

1.5.1. Definició

La realitat augmentada està al mig de dos mons, el real i el virtual.

Les tecnologies de realitat virtual, substitueixen la realitat per un entorn completament virtual. En la realitat virtual mentre l'usuari està immers en aquest món, no pot veure el món real que hi ha al seu voltant. A diferència de la realitat virtual, amb la realitat augmentada, l'usuari queda immers en un entorn on hi ha elements virtuals coexistint amb els de l'entorn real. Idealment, l'usuari hauria de percebre els elements virtuals integrats a la perfecció amb els elements reals, essent complicat per l'usuari poder-los diferenciar entre ells i creure que els virtuals formen part del món real i no del virtual.

Per tant, podem dir que un sistema de realitat augmentada com a objectiu final hauria de complir els punts[5] que exposarem a continuació, tot i que una sèrie d'elements entremitjos que també se'n consideren:

- Ha de combinar objectes reals i virtuals en un entorn real.
- Els elements virtuals han d'estar integrats amb els reals, de tal manera que quedi al màxim realista possible, estan aquests alineats entre sí.
- Quan s'està usant, ha de ser a temps real, els objectes virtuals han de tenir tres dimensions i han d'interaccionar segons les accions que realitzi l'usuari.

1.5.2. Com funciona

Per afegir els elements virtuals de tal manera que aquests quedin integrats en el entorn real, són necessàries les dades que obtenim dels sensors del dispositiu.

Depenent de l'aplicació que sigui, es necessitarà usar un tipus de sensors o uns altres. Si es realitza una aplicació en la qual és necessari saber les coordenades de la posició d'un element, com ara un edifici, necessitem que el dispositiu disposi de GPS per poder obtenir la latitud i longitud d'on està el dispositiu, a quina distància estem i informació de l'edifici. Però amb aquestes dades no en tenim suficient, si l'usuari enfoca el dispositiu cap a la banda contraria on volem afegir el model 3D o bé enfoca cap al cel o el terra enlloc d'enfocar cap al model, n'hem de ser conscients.

[5] Extrets de (D.W.F van Krevelen) i (Azuma)

Això s'aconsegueix amb el sensor d'orientació que actualment porten la majoria de dispositius. Amb la informació que ens proporcionen aquests sensors, ja podríem introduir l'element satisfactòriament.

En el cas que vulguem localitzar a on estem de l'interior d'un edifici, el mètode que hem de recórrer és el de instal·lar en aquest com a mínim tres emissors de senyal per tal de poder triangular la posició a dins de l'edifici usant aquests emissors, o bé situar en diferents posicions de l'edifici un marcador en el qual hi tinguem les coordenades d'on està aquell punt. D'aquesta manera l'aplicació podria saber on es troba l'usuari de forma aproximada. En aquest cas, no s'utilitzaria el GPS, ja que en els interiors dels edificis no hi ha una bona senyal.

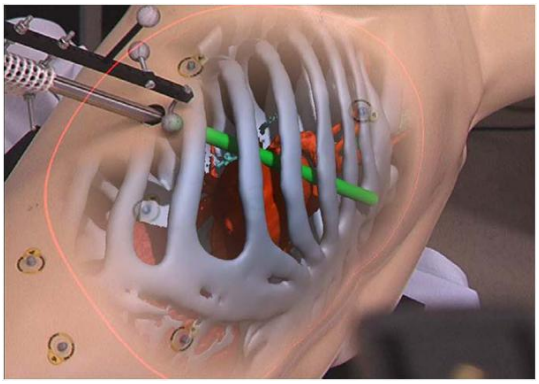
Un altre tipus d'aplicacions de realitat augmentada seria usant marcadors, en els quals apareixeria el model 3D quan aquest s'enfoqués amb el dispositiu i es detectés a través de la càmera. Aquest sistema es pot usar quan no ens interessa la localització concreta (latitud, longitud) de l'objecte i el que volem és fer-lo aparèixer en el lloc que l'usuari desitgi.

1.5.3. Aplicacions de la realitat augmentada

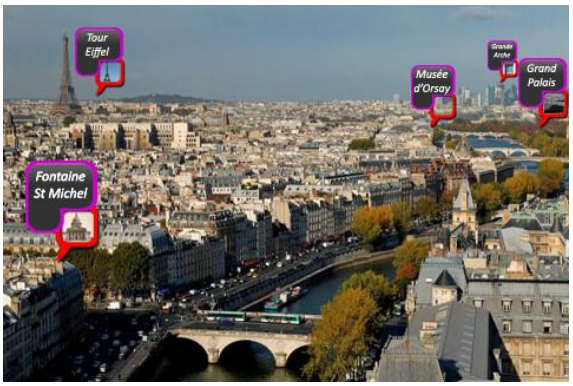
La realitat augmentada és una tecnologia que es pot aplicar a molts camps, sempre que es pugui disposar d'una càmera, es poden afegir elements virtuals a sobre del que veiem. A continuació exposaré algunes de les possibles aplicacions en diferents camps:

Mèdiques

Ajuda al metge alhora de realitzar intervencions quirúrgiques, fent aparèixer l'esquelet del pacient a sobre la pell de forma virtual, marcant els punts d'intervenció a sobre del cos del pacient tot indicant en el mateix temps les constants i altres dades que siguin d'interès per l'èxit de la intervenció. En aquest cas seria necessari disposar de molta precisió i d'unes ulleres de realitat augmentada lleugeres per tal que en el metge li resultés còmode.



Il·lustració 1-5 – Aplicació mèdica. Extret de (Augmented Reality and Medical)



Il·lustració 1-6 - Aplicació al turisme. Extret de (Lisisoft)

Turisme

En aquest cas, un exemple clar d'aplicació pot ser una guia turística en realitat augmentada, en la qual se li indiqui on estan els punts d'interès de la ciutat on està depenen de l'orientació del dispositiu i les coordenades GPS. Poder obtenir informació d'aquests punts i realitzar rutes, apareixent en el terra una fletxa que indiqui cap on s'ha de dirigir l'usuari per arribar al següent punt de la ruta.

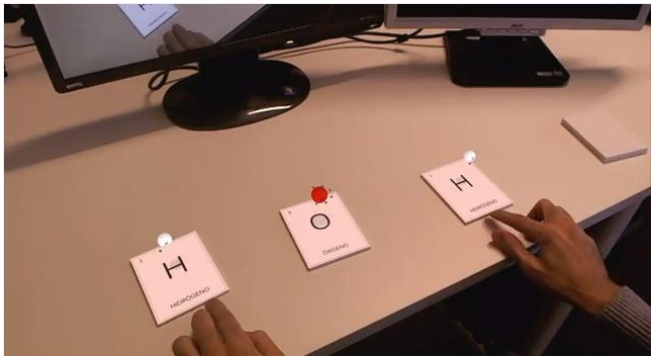
Oci

En l'oci, la realitat augmentada ofereix noves formes d'entreteniment, et permet muntar un circuit de carreres a sobre la teva taula del menjador, jugar a un joc de combat amb els personatges al mig del carrer que prefereixis.

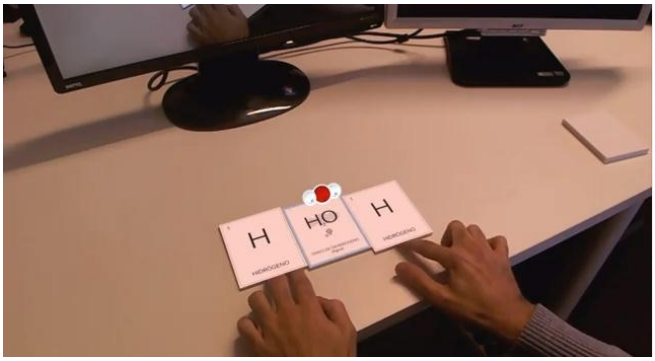
Tanmateix, en visites culturals a museus, es podria obtenir informació extra de les obres que hi ha enfocant el dispositiu i mostrar un vídeo explicatiu de l'element exposat o una recreació en realitat augmentada de l'entorn d'on prové la peça exposada oferint al visitant una experiència més enriquidora.

Educació

En el camp de l'educació aquesta tecnologia podria ser molt important en els següents anys, ja que les explicacions que pot oferir aquesta tecnologia son molt visuals i permeten un aprenentatge molt interactiu. Per exemple, una forma d'explicar com estan formats els elements d'una taula periòdica d'elements, pot ser una mica complicat d'aprendre, però es pot fer jugant amb els elements i formant-ne de nous, com ara com formar H_2O? Doncs permetre tenir dos targetes de Hidrogen i una d'Oxigen, en ajuntar-les, que s'ajuntin els diferents elements i es creí l'aigua. Com es pot veure en la següent successió d'imatges:



Il·lustració 1-7 - Elements separats



Il·lustració 1-8 - Combinació elements

Il·lustració 1-9 - Nou element creat

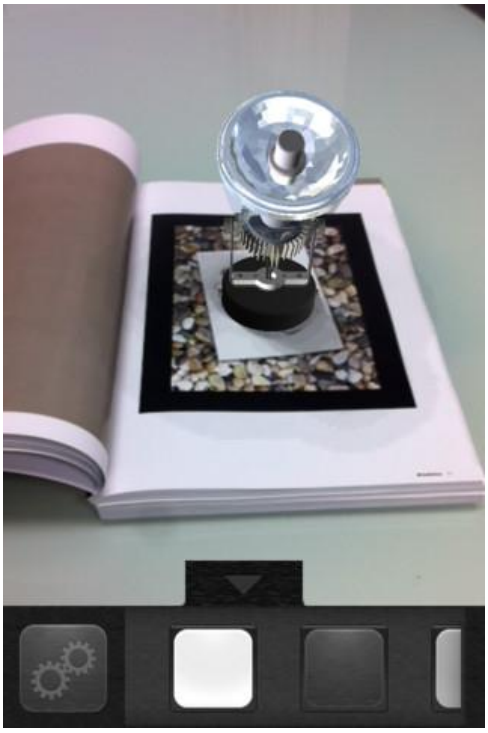
Il·lustració 1-10 - Forma del nou element

Imatges extretes del vídeo de Paradox D&D d'aplicació educativa. Font: (Paradox D&D)

Arquitectura i Disseny

Quina millor forma de dissenyar un edifici i/o vendre'n un que tenint un model de l'edifici a les teves mans, podent-lo girar, observar l'interior, l'exterior, des de l'angle que es vulgui, veure correctament la distribució de les diferents estàncies, els materials de construcció i fins i tot la distribució de mobles de l'interior d'una habitació. Tot això sense necessitat de mirar el plànol i imaginar-te en paper com seria.

Il·lustració 1-11- Aplicació Arquitectura



Il·lustració 1-12 - Catàlegs augmentats

Imatges extretes de l'empresa Pangea Reality. Font (Pangea Reality)

Comercials – Màrqueting

Una de les grans àrees que la realitat augmentada entrarà en força és la del màrqueting i productes, enfocant el dispositiu a la marca d'un producte podràs veure informació que abans no tenies disponible, com ara un vídeo del producte o campanyes de publicitat depenen de les teves preferències personals.

1.5.4. Futur

Aquesta tecnologia actualment està en un fort creixement en gran part per les millores hardware que incorporen els nous dispositius mòbils amb una gran capacitat de processament, cada cop amb més memòria RAM i més memòria d'emmagatzematge, a part de tot el conjunt de sensors que incorporen els dispositius actuals, com ara: localització per GPS, acceleròmetre, orientació, brúixola; que permeten que es puguin fer aplicacions de realitat augmentada d'alta qualitat.

Tots aquests factors fan que estigui en auge aquesta tecnologia i es puguin aconseguir aplicacions que la puguin usar més fàcilment que fa uns anys i fins i tot que es puguin desenvolupar aplicacions de realitat augmentada amb moltes més facilitats que fa uns anys amb l'aparició de biblioteques gratuïtes de desenvolupament, en parlarem a la secció 2.1, que ens faciliten molt realitzar una aplicació de certa qualitat usant aquesta tecnologia.

Aquest increment d'aplicacions que usen aquesta tecnologia i marques comercials que aposten per ella contribueix molt positivament en que la gent l'entengui i s'acostumi a usar-la, quan l'usuari estigui còmode amb aquesta tecnologia, en poc temps podrem veure-la present en anuncis comercials, catàlegs de productes, etc.

En un futur no molt llunyà, amb el ritme que estan evolucionant els dispositius mòbils, podrem obtenir aplicacions que usin aquesta tecnologia amb millors resultats que els actuals, amb models 3D més bons, amb millor precisió dels sensors. Aquesta tecnologia ens serà habitual, això ens ho indica empreses com Google que està realitzant inversions en el desenvolupant d'ulleres de realitat augmentada, com algunes marques de cotxes d'alta gama, que afegeixen les instruccions en el parabrises del cotxe, entre moltes altres empreses que estan invertint en aquest sector per fer-lo créixer i prosperar.

1.5.5. Limitacions

Fa uns anys, les principals limitacions d'aquesta tecnologia eren que per poder-la usar, es necessitaven múltiples aparells, un receptor GPS, un sensor d'orientació, un ordinador per poder processar les dades i generar la realitat augmentada, una càmera, ... això feia que els equips de realitat augmentada fossin pesats i que aquesta tecnologia no pogués prosperar entre el públic general.

Actualment, tots aquests aparells han estat reduïts a un sol, lleuger, potent i més barat que el que comentàvem al paràgraf anterior, els dispositius mòbils (tot i que es pugui trobar realitat augmentada basada en altres elements, com ara projectors). Aquests incorporen tot el que ens és necessari per poder realitzar aplicacions de realitat augmentada i que els usuaris se sentin còmodes alhora d'usar aplicacions amb aquesta tecnologia. La limitació ara mateix està en la capacitat de memòria i processament d'aquests, que tot i ser força potent, depèn de l'aplicació que es vulgui realitzar i els gràfics que hagi de carregar pot ser insuficient. La segona limitació que trobem actualment és la precisió dels sensors que incorporen, que a vegades no són els més precisos del mercat i fa que l'experiència no sigui l'adequada.

Quines limitacions hi haurà en el futur, quan totes aquestes hagin estat solucionades? Potser, la pròpia imaginació.

Si es vol obtenir més informació sobre la realitat augmentada, es pot consultar a (D.W.F van Krevelen), (George Papagiannakis) i (Azuma).

1.6. Organització de la memòria

En aquest capítol hem realitzat introducció al projecte, a l'entorn en el qual es desenvolupa, els dispositius mòbils actuals i els diferents sistemes operatius per aquests disponibles. També s'ha explicat com funciona Android donant els coneixements suficients per poder seguir la memòria del projecte amb condicions. En aquest apartat d'introducció també s'ha explicat què és la realitat augmentada, què ens permet realitzar i quines possibilitats ens obre que fins ara inexistents sense usar aquesta tecnologia.

En el següent apartat explicarem quin és el públic al qual va dirigit aquest projecte, quines aplicacions hi ha que usin la realitat augmentada i dins d'aquestes una selecció de les que tinguin com a objectiu un públic similar al que la nostra aplicació va dirigida. Per finalitzar aquest apartat, es mostraran els trets diferenciadors de l'aplicació que es realitza amb les altres que es poden trobar al mercat.

A continuació passarem a la planificació del projecte, on direm la metodologia que s'ha seguit per realitzar aquest projecte, l'abast del projecte, les diferents etapes en les quals s'ha dividit i com tot projecte té els seus riscs i estratègies, per minimitzar el seu efecte, a l'anàlisi de riscs i estratègies s'han estudiat.

En el següent apartat es mostrarà el resultat de l'anàlisi de requisits funcionals i no funcionals del projecte així com l'especificació d'aquest.

Un cop hem definit l'anàlisi i l'especificació d'aquest, podem procedir al desenvolupament, començarem amb una visió general del que s'ha de fer i a seguidament passarem a explicar les eines usades per fer el desenvolupament del projecte, tant en part de programació com a gràfics.

L'apartat de disseny, s'ha dividit en dos blocs, el disseny intern de l'aplicació, en el qual s'explicarà l'arquitectura, els diferents patrons de disseny utilitzats i el disseny de la base de dades; i el segon bloc, on s'explicarà el disseny extern, és a dir, les diferents pantalles de l'aplicació i totes les seves funcions.

En aquest mateix apartat es mostraran les proves realitzades a l'aplicació per veure que es comporta correctament en diferents situacions. A continuació procedirem a la planificació i valoració econòmica del projecte, mostrant la planificació final del projecte i la valoració econòmica d'aquesta.

Acabarem amb les conclusions que s'han extret de realitzar aquest projecte i el possible treball futur que es podria realitzar. Disposarem de la bibliografia i les referències a l'últim apartat del projecte.

2. Treball previ

2.1. Eines de Realitat Augmentada

En el desenvolupament d'aplicacions de realitat augmentada, podem trobar diversos paquets que ens faciliten molt la feina i permeten realitzar aquest tipus d'aplicacions sense haver-nos de preocupar com mostrar els elements segons la localització d'aquests, com detectar un marcador o altres tasques que poden resultar, si més no, complicades i laborioses.

Amb aquestes eines s'acosta la realitat augmentada als desenvolupadors que volen fer una aplicació usant aquesta tecnologia, però no disposen dels recursos necessaris per crear tot el sistema propi de realitat augmentada i també en els menys experimentats, que amb l'ús d'aquestes eines poden fer una aplicació de realitat augmentada d'una forma força senzilla.

Excepte Vuforia que el que ens ofereix és gratuït, els altres ens ofereixen una part del seu programari gratuïtament però amb certes limitacions i si el volem complet, sense limitació, s'ha d'aconseguir una llicència de pagament.

A continuació comentem algunes de les principals empreses que ens distribueixen aquests paquets de desenvolupament:

Creació de continguts:

Layar

Ens ofereix un paquet de desenvolupament en el que podrem realitzar aplicacions de realitat augmentada, tant basades amb marcadors com amb posicions geo-localitzades.

Ens promociona un paquet de desenvolupament molt fàcil d'utilitzar, amb eines que ens automatitzen molts processos.

A més de poder enfocar a revistes i veure que en aquesta apareix contingut amb realitat augmentada, aquest paquet es basa en capes que l'usuari afegeix i el software que ens donen ja s'encarrega de fer aparèixer els continguts geo-localitzats o els model que ens interessen a sobre del marcador que hem definit.

Wikitude

Ens permet crear continguts de realitat augmentada usant HTML5, CSS i JavaScript. Aquests són compatibles tant per iOS com per Android.

Les aplicacions de realitat augmentada que es poden crear amb aquest SDK principalment són per explorar el nostre entorn, veure diferents punts d'interès que podem obtenir de diferents distribuïdors de continguts dels quals ells disposen o bé crear els nostres propis i compartir-los, a més de poder realitzar cerques de diferents punts d'interès.

Creació d'aplicacions:

Junaio

Disposa d'una aplicació per crear realitat augmentada fàcilment en tres passos, similar al que ens comentaven a Layar, en aquest cas és el Metaio Creator (de pagament).

A més si volem desenvolupar aplicacions de realitat augmentada ens ofereixen una API gratuïta, la qual ens permetrà fer realitat augmentada basada en la localització, és a dir, inserció de punts d'interès i afegir recursos a aquests, com ara vídeos, sons, webs, etc.

Per l'altra banda també ens ofereixen fer realitat augmentada basada en marcadors, on podrem fer aparèixer models en 3D.

En aquest cas es desenvolupa amb els llenguatges de programació PHP i JavaScript.

Vuforia

Ens proporciona les eines per poder crear aplicacions natives de realitat augmentada usant marcadors i fer el seguiment d'aquests a temps real, podent fer aparèixer en ells el que desitgem, com ara models 3D. Una altra característica a tenir en compte és que ens permet crear botons virtuals, els quals ens permetran interactuar amb els continguts augmentats prement directament en diferents zones del marcador.

Aquest paquet de desenvolupament està més dedicat a la visió per computador, fent reconeixement d'imatges, poden obtenir dades d'aquestes i poder fer un bon seguiment dels diferents marcadors sense perdre el model.

Ens permet desenvolupar a través de la seva API en C++, Java, Objective-C i .Net i també a través de l'extensió de Unity 3D Game Engine.

Els logotips de les marques són propietat de les mateixes, es pot trobar a la bibliografia les respectives webs.

2.2. Estudi d'aplicacions existents

En aquest apartat es realitzarà un estudi d'algunes de les aplicacions que es poden trobar disponibles en el centre de descàrrega d'aplicacions de Google Play.

Per realitzar aquesta cerca, s'han cercat guies turístiques què usin la realitat augmentada per realitzar alguna de les seves funcions, a continuació podem veure les tres aplicacions que hem seleccionat: iBarcelona, Barcelona City Guide i Tripwolf – Your Travel Guide.

D'aquestes aplicacions mostrarem l'autor de l'aplicació i si s'ha realitzat per alguna entitat en concret, si l'aplicació és gratuïta o no, la referència des d'on es pot obtenir l'aplicació, una descripció general d'aquesta i les característiques que ens faciliten a través de la pàgina de descàrrega de l'aplicació a través de Google Play.

2.2.1. iBarcelona

Aquesta aplicació ha estat realitzada per l'empresa Smartour per Barcelona Turisme. En la referència (Google Play - iBarcelona) podem trobar l'enllaç a la pàgina de descàrrega.

"La Vídeoguia Cultural i Turística Oficial de Barcelona" i la podem comprar per 4,99€.

Descripció:

Guia virtual turística i cultural de la ciutat de Barcelona. Disposa de diferents punts d'interès de la ciutat que es poden trobar amb realitat augmentada i van acompanyats de informació i vídeos, també hi ha altres punts com restaurants i oci. Incorpora mapes de la ciutat fora de línia amb la xarxa de transports públics. Una de les característiques més destacades és l'agenda dels diferents esdeveniments culturals i d'oci de la ciutat.

Característiques:

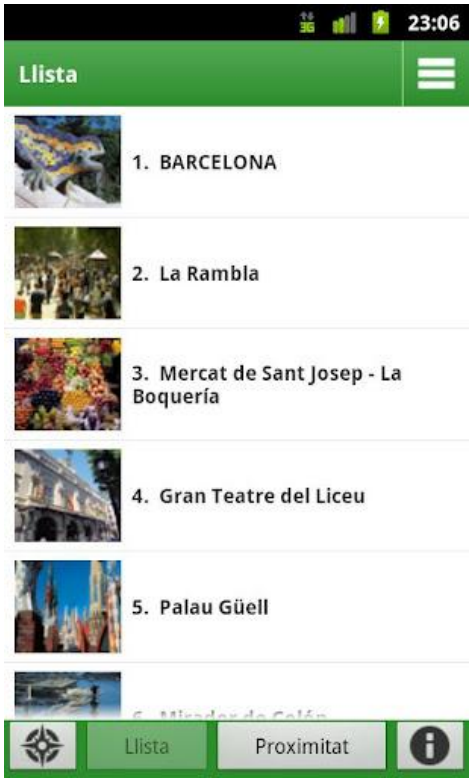
- Vídeo general de benvinguda a Barcelona.
- Vídeos d'alta qualitat i geo-referenciats (mitjançant GPS), per als punts més emblemàtics de la destinació, que es reprodueixen automàticament en entrar a l'àrea d'influència programada per a cada punt.
- Agenda amb els esdeveniments culturals i d'oci més destacats de cada dia de l'any.
- Àmplia oferta complementària de serveis (Restaurants, De compres, Cafès &Terrasses, Oci Nocturn, Museus, Hotels, Transport, etc.), Geo-referenciats i amb imatges i textos descriptius d'aquests.
- Localització de tots els punts d'interès i serveis a través de Mapes en línia.
- Funcionalitat de guiat mitjançant l'opció "IR", que ens dirigirà fins al lloc seleccionat, indicant temps i distància des de la localització real en què ens trobem.
- Possibilitat de valoració de llocs i punts d'interès. Compartir comentaris a través de Facebook, Twitter o e-mail.
- Funcionalitat de realitat augmentada per al visionat dels punts i serveis d'interès.
- Mapa fora de línia general de tota la ciutat, incloent proposta de recorregut en funció del punt on es trobi l'usuari.
- Mapes fora de línia amb la ubicació de cada punt d'interès i la seva zona d'influència, per localitzar cada POI de la ruta proposada sense fer ús del consum de dades (possibles costos de itinerància, pèrdues de cobertura de xarxa, etc).
- Mapes fora de línia amb la xarxa de transport públic (Bus i Metro).
- Promocions i descomptes en locals i establiments destacats.

Podem veure algunes de les pantalles de les quals consta l'aplicació:

Il·lustració 2-2 - Mapa

Il·lustració 2-1 – Informació

Il·lustració 2-4 - Calendari



Il·lustració 2-3 - Llista de punts

Il·lustracions extretes de (Google Play - iBarcelona).

2.2.2. Barcelona City Guide

Aquesta aplicació ha estat realitzada per l'empresa mTrip Guides. En la referència (Google Play - Barcelona City Guide) podem trobar l'enllaç a la pàgina de descàrrega.

"Intelligent Travel Guide for Barcelona", la podem comprar per 4,39€.

Descripció:

Aplicació que ens permet realitzar itineraris personalitzats segons els nostres interessos, segons si volem realitzar una visita a la ciutat veient punts d'interès cultural, religiós, monuments o parcs i la densitat de punts a visitar. Disposa de mapes fora de línia i realitat augmentada per veure on estan situats els diferents punts d'interès.

Característiques:

- Guia de viatges amb els millors punts d'interès, restaurants, bars, hotels i compres a Barcelona. Incloent valoracions i actualitzacions diàries.

- Generació d'itineraris de forma intel·ligent, automàticament personalitzat segons els teus interessos de viatge.

- Mapes fora de línia i navegació basada amb la teva localització.

- Realitat augmentada amb visualització de les àrees de la ciutat a temps real i informació d'interès.

- Compartició del teu recorregut/viatge en les principals xarxes en línia.

Podem veure algunes de les pantalles de les quals consta l'aplicació:

Il·lustració 2-5 - Informació

Il·lustració 2-6 - Preferències

Il·lustració 2-7 - Vista amb realitat augmentada

Il·lustracions extretes de (Google Play - Barcelona City Guide).

2.2.3. Tripwolf – Your travel guide

Aquesta aplicació ha estat realitzada per l'empresa Tripwolf. En la referència (Google Play - Tripwolf - Your Travel Guide) podem trobar l'enllaç a la pàgina de descàrrega.

Aquesta guia la podem trobar gratuïta per descarregar des de Google Play per la ciutat d'Hamburg.

Descripció:

Guia de la comunitat de viatges Tripwolf, ens permet descarregar la guia de la ciutat que desitgem de forma gratuïta. Ens permet compartir valoracions dels punts d'interès que visitem si estem registrats a la comunitat. Disposa d'un visor de realitat augmentada.

Característiques:

- Guies de les principals ciutats del món.
- Consells de viatge, què fer, què visitar, restaurants, ...
- Actualitzacions gratuïtes de totes les guies.
- Totes les funcions de l'aplicació es poden realitzar sense connexió a Internet.
- Realitat augmentada per veure els punts d'interès que estan a prop teu.
- Itineraris temàtics ("24h a Barcelona").
- Indicació en el mapa d'on estàs.
- Registre a la comunitat de Tripwolf per poder compartir i valorar els llocs visitats.
- Opcions per seleccionar les dades a descarregar-te d'Internet (text, text + mapa, text + mapa + imatges).
- 5 llenguatges disponibles.

Podem veure algunes de les pantalles de les quals consta l'aplicació:

Il·lustració 2-8 - Informació

Il·lustració 2-9 - Mapa

Il·lustració 2-10 - Vista amb realitat augmentada

Il·lustracions extretes de (Google Play - Tripwolf - Your Travel Guide)

2.3. Trets diferenciadors

Hem pogut veure algunes de les aplicacions que podem trobar al mercat que ofereixen a l'usuari una guia de la ciutat de Barcelona amb la possibilitat d'experimentar la realitat augmentada a través d'elles. Com hem observat, unes aplicacions ofereixen unes funcionalitats diferents de les altres essent totes aplicacions que serveixen per guiar i descobrir una ciutat a una persona que la desconeix.

L'aplicació que s'ha desenvolupat per aquest projecte final de carrera és una aplicació de realitat augmentada orientada al turisme. En aquesta aplicació s'ha volgut oferir a l'usuari l'oportunitat d'obtenir informació i poder veure on són els punt d'interès de la ciutat i poder fer rutes a través de la ciutat conjuntament amb l'experiència que la realitat augmentada ofereix per algunes de les àrees turístiques de la ciutat.

Però què fa diferent aquesta aplicació de les altres que podem trobar al mercat?

En primer lloc, en una aplicació destinada al turisme, prenem com a premissa que l'usuari desconeix la ciutat que està visitant, per tant aquest s'ha d'ajudar a aquest a orientar-se i saber on és en tot moment, per assolir aquest objectiu ens ha semblat interessant que l'usuari pugui disposar d'unes eines que l'ajudin en aquesta tasca. Les eines que hem cregut convenients per tal que l'usuari es pugui orientar són una brúixola i un mapa.

La primera d'elles, la brúixola, està present sempre que s'està visualitzant la pantalla principal de l'aplicació i ens indica els punts cardinals segons el nord magnètic.

La segona d'elles, un mapa a la part inferior dreta de la pantalla principal, ens indica on està l'usuari en temps real usant la xarxa telefònica, les xarxes sense fils i localització per GPS. En aquest mapa també es pot visualitzar on està el punt d'interès o els punts de ruta, si l'usuari està realitzant alguna d'aquestes accions en l'aplicació.

Cal destacar també la facilitat d'ús de l'aplicació i la personalització que l'usuari pot fer de la guia de punts d'interès, permeten valorar els diferents punts, posar-los com a preferits i filtrar-los a través de diversos paràmetres, com ara la distància a la qual es troba d'ells, visualitzar-los per categories o bé per aquells que l'usuari ha marcat com a preferits. Però això no és tot, en la pàgina d'informació dels punts d'interès també pot visualitzar informació i imatges i si ho desitja, buscar-ne més a la Wikipedia sense haver de sortir de l'aplicació i veure un mapa de situació del punt d'interès que està veient.

A part de les funcions anteriorment esmentades, l'aplicació desenvolupada en aquest projecte, afegeix funcions que en les altres aplicacions no hi són presents, com ara disposar de la brúixola a pantalla completa i mapa a la pantalla principal de l'aplicació per poder-se orientar i rutes amb realitat augmentada, apareixent una fletxa tridimensional en el terra que indica a l'usuari cap a on s'ha de dirigir per arribar als diferents punts de la ruta. Permetent passar de punt de ruta manualment per evitar els possibles problemes de localització, amb avisos vibratoris amb diferents patrons depenent de si l'usuari arriba a un punt d'interès inclòs a la ruta o bé si està a prop del següent punt de ruta. D'aquesta manera l'usuari no es despistarà passant-se de llarg el punt indicat i no es perdrà cap detall de la ciutat.

2.4. El perquè d'aquesta aplicació

Per què fer aquesta aplicació i no una altra?

Un dels objectius que em vaig marcar en aquest projecte, és realitzar una aplicació que fos útil, utilitzable i usada[6].

Per aconseguir aquest objectiu, es poden realitzar moltes aplicacions, però volíem entrar en el camp de la realitat augmentada i el turisme, en el marc d'aquest projecte s'ha realitzat l'aplicació enfocada principalment a la ciutat de Barcelona, s'ha escollit aquesta ciutat per introduir les diferents dades dels punts d'interès i rutes, ja que és una de les ciutats més turístiques de Catalunya i la marca Barcelona és coneguda arreu del món, a part de disposar d'algunes de les obres arquitectòniques més conegudes de l'arquitecte Gaudí.

Actualment podem trobar moltes guies turístiques de la ciutat de Barcelona, però que incorporin l'experiència de la realitat augmentada a l'usuari no massa i la major part de les disponibles amb realitat augmentada són de pagament, aquest un altre punt de per què desenvolupar aquesta aplicació: que la gent pugui disposar d'una guia de Barcelona amb realitat augmentada de forma més econòmica.

El binomi de la realitat augmentada i el turisme encara no ha estat massa utilitzat, i la unió d'aquesta tecnologia i aquest públic, crea una combinació molt potent. Permetent que una persona pugui visualitzar on és "la Sagrada Família" enfocant el mòbil cap a la direcció on aquesta està, ajuda a fer-se una idea molt més ràpid d'on estan els diferents punts a visitar, a quina distància i planificar-se la ruta que es vol fer per visitar la ciutat de forma més òptima, poden visitar les atraccions turístiques que tens més a prop de manera més ràpida.

A part dels punts explicats, el perquè d'aquesta aplicació també és la possibilitat d'aprendre des de zero com crear una aplicació per dispositius mòbils amb el sistema operatiu Android, que fins ara no havia realitzat, però no tan sols aprendre com desenvolupar aplicacions per Android sinó descobrir que és la realitat augmentada i veure com es pot desenvolupar un sistema de realitat augmentada amb el que ens ofereix aquest sistema i els sensors disponibles en el dispositiu.

Aquest és el perquè s'ha realitzat aquesta aplicació i no una altra, les ganes d'aprendre i de fer una aplicació què la gent pugui usar, criticar i millorar amb els seus comentaris.

[6] Si es compleixen aquests tres factors, es pot considerar que el projecte ha tingut èxit.

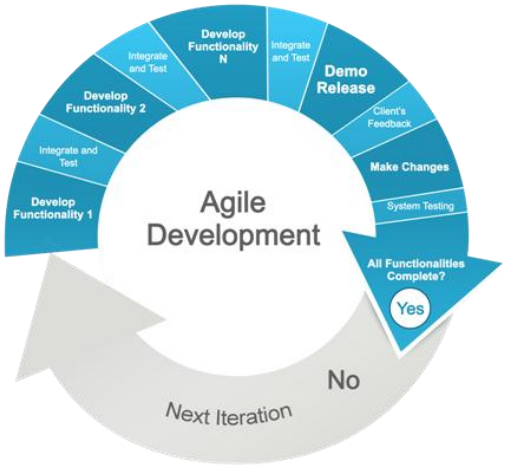
3. Planificació del projecte

3.1. Metodologia

En el desenvolupament d'aquest projecte s'ha decidit aplicar una metodologia àgil. Aquesta metodologia ens permet adaptar la manera de treballar a les condicions del projecte.

En la metodologia àgil, el cicle de vida de desenvolupament del software està trencat en petites iteracions, el que ens permet anar desenvolupar el projecte de forma iterativa i incremental amb la possibilitat de introduir canvis, amb una resposta ràpida.

Utilitzar aquesta metodologia ens fa tenir el projecte dividit en petites iteracions, com hem comentat anteriorment, el que ens ajuda a controlar millor els riscs que hi poden haver durant el desenvolupament del projecte. Això és així ja que al final de cada iteració disposem d'una versió funcional encara que aquesta no compleixi tots els requisits funcionals.



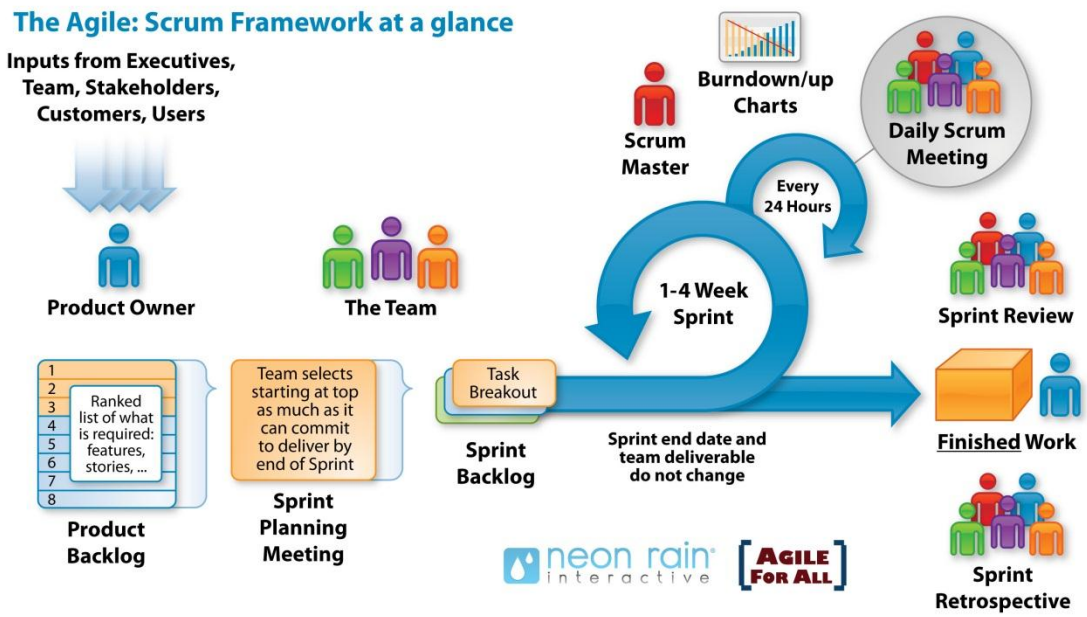
Il·lustració 3-1 - Metodologia Àgil. Extret de (Agile Development)

En la realització d'aquest projecte s'ha volgut fer servir una simplificació de la metodologia àgil SCRUM, ja que per les condicions com es realitzava el projecte, algunes característiques pròpies d'aquesta metodologia no tenia sentit aplicar-les. La metodologia SCRUM ens diu el següent:

- Les tasques estan ordenades per prioritat i tenen un pes, quan més pes té una tasca més feina comporta aquesta.
- Control de les tasques que s'estan realitzant, disposant en tot moment, des del principi del projecte, d'una organització de tasques segons l'estat d'aquestes:
    - TODO: Tasques pendents de realitzar
    - IN PROGRESS: Tasques que s'estan desenvolupant.
    - WAITING: Tasques que s'han començat a fer però s'han d'esperar a que una altra tasca estigui acabada.
    - DONE: Tasques acabades i funcionals.
    - BACKLOG: Tasques pendents d'entrar en el següent esprint.
- En SCRUM, es realitzen esprints, un esprint té una durada d'entre una i quatre setmanes i en aquests s'han de realitzar les tasques que s'han posat a TODO al inici

de l'esprint i al final d'aquest, s'han de revisar les tasques i idealment totes les que estaven al TODO han d'estar a DONE, obtenint una part del producte funcional. Llavors, es fa la preparació del següent esprint amb les tasques que hi ha al BACKLOG.

En la següent il·lustració es pot veure el cicle que segueix la metodologia SCRUM:



Il·lustració 3-2 – SCRUM. Extret de (Agile For All)

En aquest projecte s'ha volgut aplicar la filosofia d'aquesta metodologia, fent la repartició de tasques per una millor organització. En els esprints que s'han realitzat durant el desenvolupament del projecte, s'ha intentat tenir noves funcions al final de cada un, afegint valor als diferents prototips de l'aplicació fins arribar a la seva versió final.

En la realització de la memòria d'aquest projecte es documenta tot de manera conjunta, sense diferenciar per iteracions ni per esprints, amb més detall del que les metodologies àgils requereixen.

3.2. Abast

L'abast d'aquest projecte està format pels següents objectius:

1. Desenvolupament d'una aplicació amb realitat augmentada pel sistema operatiu Android a partir de la versió 2.3.3.

2. Investigació i estudi de la millor manera d'aplicar la realitat augmentada en aquest projecte.

3. Investigació i estudi del sistema operatiu Android.

4. Geo-localització de l'usuari.

5. Implementació d'un mapa on aparegui la situació de l'usuari i el punt d'interès on s'estigui dirigint.

6. Capacitat de mostrar informació dels punts d'interès, entre aquesta informació i podrem trobar imatges, descripció i valoració per part de l'usuari.

7. Localització dels punts d'interès enfocant el dispositiu mòbil cap al sentit on aquests es troben.

8. Realització de rutes turístiques preestablertes a peu per la ciutat mitjançant la realitat augmentada.

3.3. Riscs i estratègies

En tot projecte existeixen riscs que l'amenacen, és per això que és important tenir-los identificats i realitzar una bon anàlisi de riscs. Amb una bona previsió dels possibles riscs que pot tenir el nostre projecte, definint unes bones estratègies de mitigació i contingència, podrem minimitzar l'impacte d'aquests en el cas que succeeixin.

Tot risc si succeeix, té un efecte negatiu sobre la nostra feina, a continuació mostrarem una taula amb alguns dels que poden succeir en aquest projecte, classificats per les diferents famílies a la següent pàgina.

Client / Usuari	Calendari	Recursos
• Petició d'ampliacions en el projecte.	• Mala previsió del temps.	• Funcionament no desitjat dels mètodes de l'Android SDK.
• Funcionament incorrecte en alguns dispositius.		• Funcionament no desitjat de l'emulador de dispositius de l'Android SDK.
		• Aparició de noves restriccions en el desenvolupament per part de Google.
		• Funcionament incorrecte en alguns dispositius.
		• Catàstrofes naturals.
		• Indisposició del desenvolupador.
		• Avaria de l'ordinador amb el que es desenvolupa.

Taula 1- Riscs

A continuació procedirem a analitzar els riscs amb més detall:

Petició d'ampliacions en el projecte:

És possible que en el transcurs del projecte el client ens demani ampliacions en el projecte o bé canvi d'alguna funció ja existent.

Probabilitat: Molt Alta

Impacte: Mitjà

Mitigació: Establir un abast del projecte clar per ambdues parts al inici del projecte que contingui els elements mínims que aquest ha de incloure.

Contingència: Consensuar la inclusió de les ampliacions demanades amb el client, excloent les que comportin un excessiu volum de treball i temps per realitzar-se.

Funcionament incorrecte en alguns dispositius:

En tractar-se d'una aplicació per dispositius Android, ens trobem davant d'un mercat molt ampli de dispositius. És possible que en alguns d'ells l'aplicació no funcioni correctament.

Probabilitat: Mitja

Impacte: Mitjà

Mitigació: Realitzar l'aplicació per versions d'Android que englobin la màxima quota de mercat i establir uns dispositius amb els quals es garanteix que l'aplicació funciona correctament.

Contingència: Arreglar les parts de l'aplicació que no funcionin en els dispositius, modificant la planificació temporal.

Mala previsió del temps:

És possible que en el transcurs del projecte es detecti que no es poden complir els terminis especificats en el calendari per un excés de feina pel desenvolupador, la desconeixença de les tecnologies usades o bé, tenint en compte que estem desenvolupant un PFC i no una feina en una empresa pot ser que el desenvolupador trobi feina i no pugui dedicar tantes hores al projecte.

Probabilitat: Alta

Impacte: Molt alt si no es detecta a temps, baix altrament.

Mitigació: No hi ha pla de mitigació.

Contingència: Planificar les tasques que estan pendents de realitzar i revisar el temps que es preveu per realitzar-les, excloure tasques si és necessari.

Funcionament no desitjat dels mètodes de l'Android SDK.

És possible que en la fase de desenvolupament del projecte es detectin mètodes o components de l'Android SDK que no funcionen correctament o no tenen el comportament desitjat.

Probabilitat: Mitja

Impacte: Alt

Mitigació: No hi ha cap pla de mitigació.

Contingència: Explicar els errors detectats en el funcionament d'aquest en la documentació del projecte per tal que en futures versions es puguin arreglar.

Funcionament no desitjat de l'emulador de dispositius de l'Android SDK:

És possible que en la fase de desenvolupament i proves del projecte es detecti que no funciona l'aplicació en l'emulador d'Android per causes alienes a nosaltres, com ara que aquest no suporta determinats sensors o tipus de hardware.

Probabilitat: Alta

Impacte: Baix

Mitigació: Deixar de fer les proves amb l'emulador i fer-les amb dispositius reals.

Contingència: Explicar els errors detectats en el funcionament d'aquest en la documentació del projecte per tal que en futures versions es puguin arreglar.

Aparició de noves restriccions en el desenvolupament per part de Google:

És possible que en el transcurs del projecte en usar un paquet de desenvolupament d'una empresa, aquesta tregui noves restriccions per la versió per la qual s'està desenvolupant i s'hagin de deixar d'usar alguns mètodes que abans eren suportats.

Probabilitat: Baixa

Impacte: Baix si els canvis són menors, alt si els mètodes són usats freqüentment.

Mitigació: No hi ha pla de mitigació.

Contingència: Estudiar l'afectació dels canvis que s'haurien de realitzar, valorar el temps i planificar les tasques de nou, excloent les que ara no es puguin realitzar per falta de temps o recursos.

Catàstrofes naturals:

És possible que en el transcurs del projecte es produeixi alguna catàstrofe natural que no permeti la continuació del projecte durant un temps determinat.

Probabilitat: Molt Baixa

Impacte: Molt alt

Mitigació: Crear còpies de seguretat de forma periòdica en discs durs locals i en diversos serveis en línia d'emmagatzematge durant el transcurs del projecte.

Contingència: Recuperar la còpia de seguretat més recent i continuar treballant des del punt on està la còpia.

Indisposició del desenvolupador:

És possible que en el transcurs del projecte el desenvolupador sofreixi alguna malaltia o indisposició que no li permeti continuar amb la realització del projecte durant un període de temps limitat.

Probabilitat: Mitja

Impacte: Mitjà

Mitigació: No hi ha pla de mitigació.

Contingència: Planificar de nou les tasques pendents depenent del temps de la indisposició i negociar l'abast si s'escau.

Avaria de l'ordinador amb el que es desenvolupa:

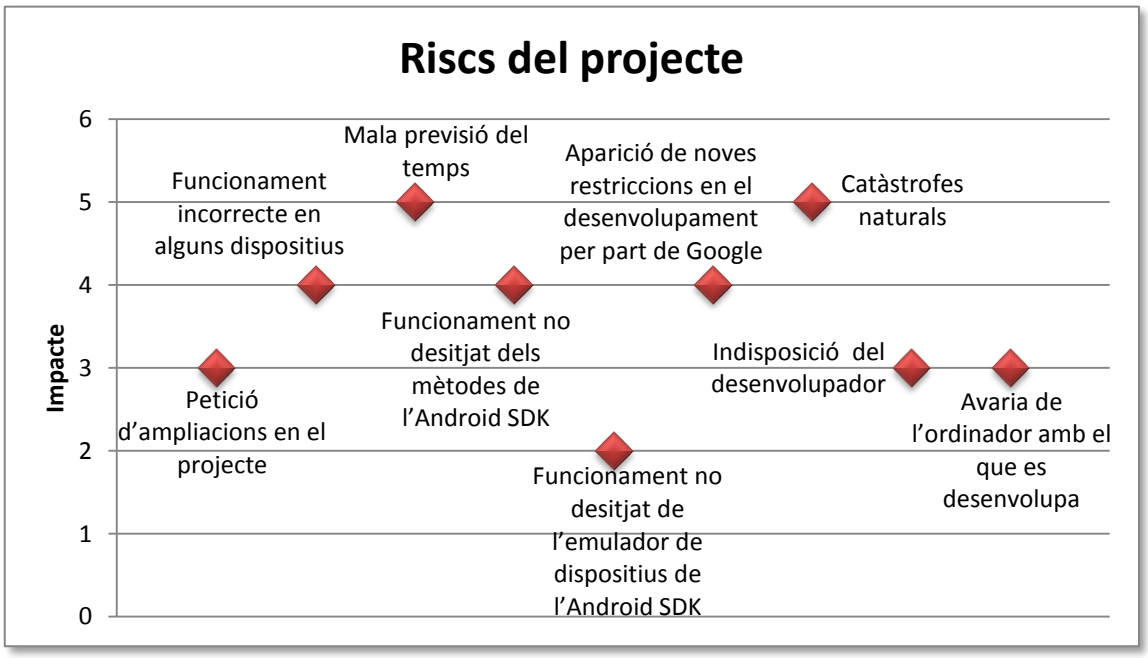
Pot ser que l'ordinador amb el que es desenvolupa el projecte no funcioni correctament i s'hagi de substituir per un de nou.

Probabilitat: Mitja

Impacte: Mitjà

Mitigació: Disposar d'un altre equip amb el qual poder seguir amb la realització del projecte i disposar de còpies de seguretat i/o sistema de control de revisions emmagatzemat a la xarxa.

Contingència: Comprar un nou ordinador amb el que poder continuar i restaurar l'última còpia del projecte.



Il·lustració 3-3 - Riscs del projecte

4. Pla de projecte

4.1. Fases

Les tasques del projecte s'han dividit en aquestes cinc fases:

4.1.1. Fase inicial

En la fase inicial del projecte s'han definit els objectius principals que s'han d'haver assolit en la fase de tancament del projecte i l'abast d'aquest, realitzant un estudi de possibles ampliacions que es podrien realitzar un cop els objectius estiguin assolits.

Una altra part d'aquesta fase, és la formació. S'ha hagut de tenir en compte un període d'aprenentatge de les tecnologies i eines que seran necessàries utilitzar per desenvolupar els continguts d'aquest projecte.

4.1.2. Fase de planificació

Tot projecte necessita d'una bona planificació per acabar amb el temps estipulat. En aquesta fase es repartiran les tasques i les hores aproximades que aquestes ens poden portar tot ajustant-se al calendari per realitzar un seguiment dels terminis establerts.

4.1.3. Fase d'especificació i disseny

Es detallaran els casos d'ús del sistema i es farà el disseny intern i extern de l'aplicació, és a dir, es dissenyarà l'estructura que ha de tenir la base de dades en la qual s'emmagatzemarà tota la informació necessària per l'aplicació i es farà un disseny de les diferents pantalles de l'aplicació tenint en compte la usabilitat d'aquestes.

4.1.4. Fase de desenvolupament

Aquesta és una de les fases més llargues ja que s'ha de fer la implementació de totes les funcions especificades i de les pantalles necessàries de l'aplicació.

Per gestionar millor aquesta etapa s'han volgut fer quatre prototips de l'aplicació, els quals ens serviran com a fites en el projecte ("milestones"). Aquests estan separats per aproximadament dos mesos per tal de tenir temps de desenvolupar noves funcions entre ells i per tant quan arribem en el quart prototip serà l'aplicació final.

En aquesta fase a mesura que es vagin realitzant les noves funcions es realitzaran les proves corresponents, a més, un cop finalitzat es faran una sèrie de proves per comprovar el correcte funcionament. En aquesta fase també s'anirà realitzant la memòria del projecte.

En aquesta etapa també s'ha reservat un temps per poder realitzar ampliacions del projecte.

4.1.5. Fase de tancament

És la fase final del projecte, ja s'haurà acabat i provat l'aplicació. En ella s'ultimaran els últims detalls de la memòria del projecte i es farà la revisió final tant de l'aplicació com dels continguts de la memòria.

4.2. Estimació d'hores

A continuació veiem el repartiment d'hores per etapes del projecte:

Etapes	Dies	Hores / Dia	Total Hores / Etapa
Fase Inicial	18	8	144
Fase de planificació	7	8	56
Fase d'especificació i disseny	29	8	232
Fase de desenvolupament	130	6	780
Fase de tancament	5	6	30

Taula 2 - Hores etapes del projecte inicial

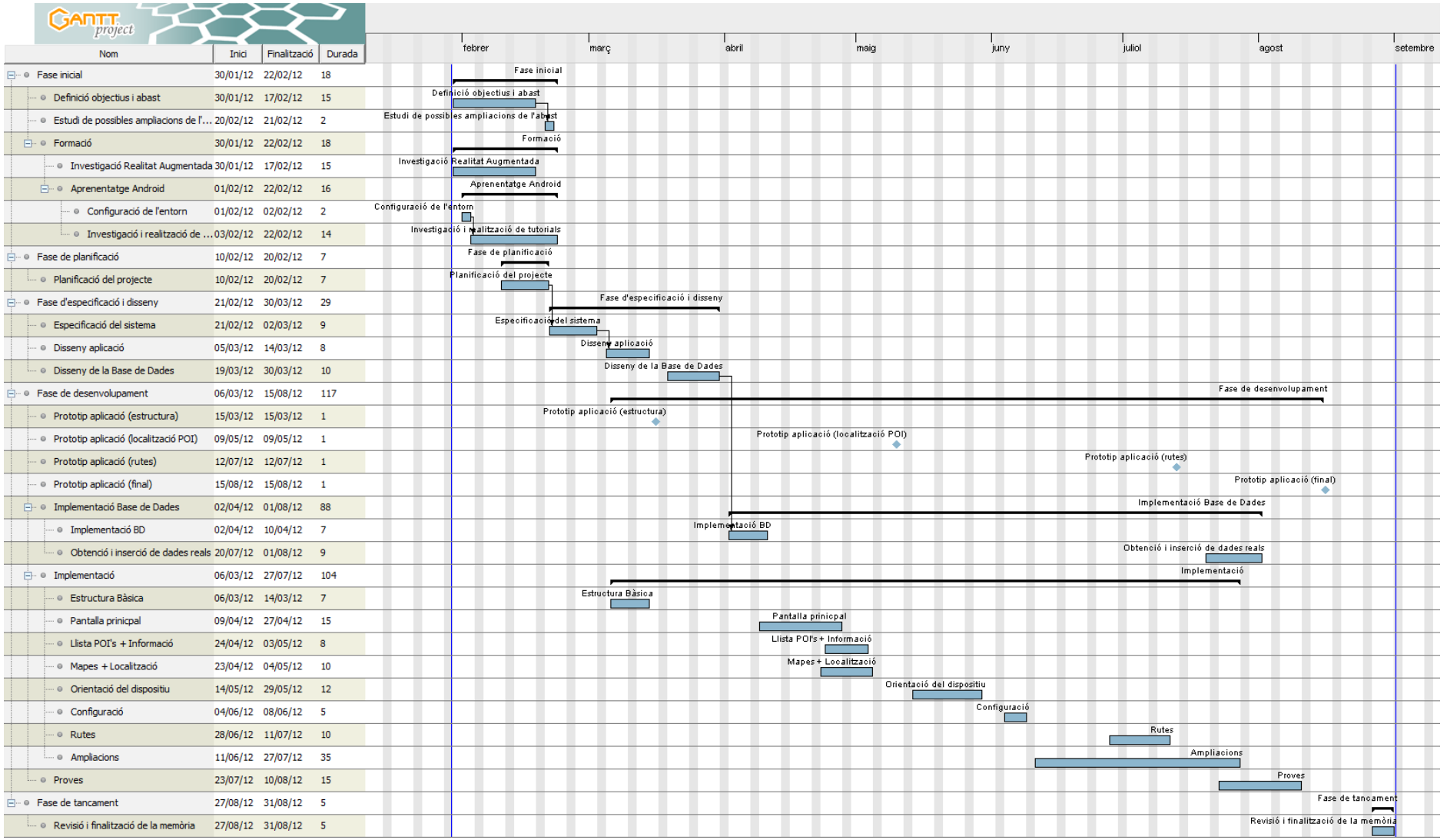
S'ha de tenir en compte que hi ha etapes que s'han realitzat en paral·lel (la fase inicial amb la de planificació i la d'especificació i disseny i per l'altra banda l'inici de la desenvolupament amb la d'especificació i disseny). Per tant el nombre total d'hores no correspon a la suma dels totals d'hores/etapa indicats.

Si ajuntem els fragments de les etapes que s'han realitzat en paral·lel ens resulta les següents hores:

Etapes	Dies	Hores / Dia	Total Hores / Etapa
Fase inicial + planificació + inici d'especificació i disseny	18	8	144
Fase d'especificació i disseny i inici desenvolupament	27	8	216
Fase de desenvolupament	98	6	588
Fase de tancament	5	6	30
TOTAL:			978 HORES

Taula 3 - Hores totals inicials

4.3. Planificació Inicial

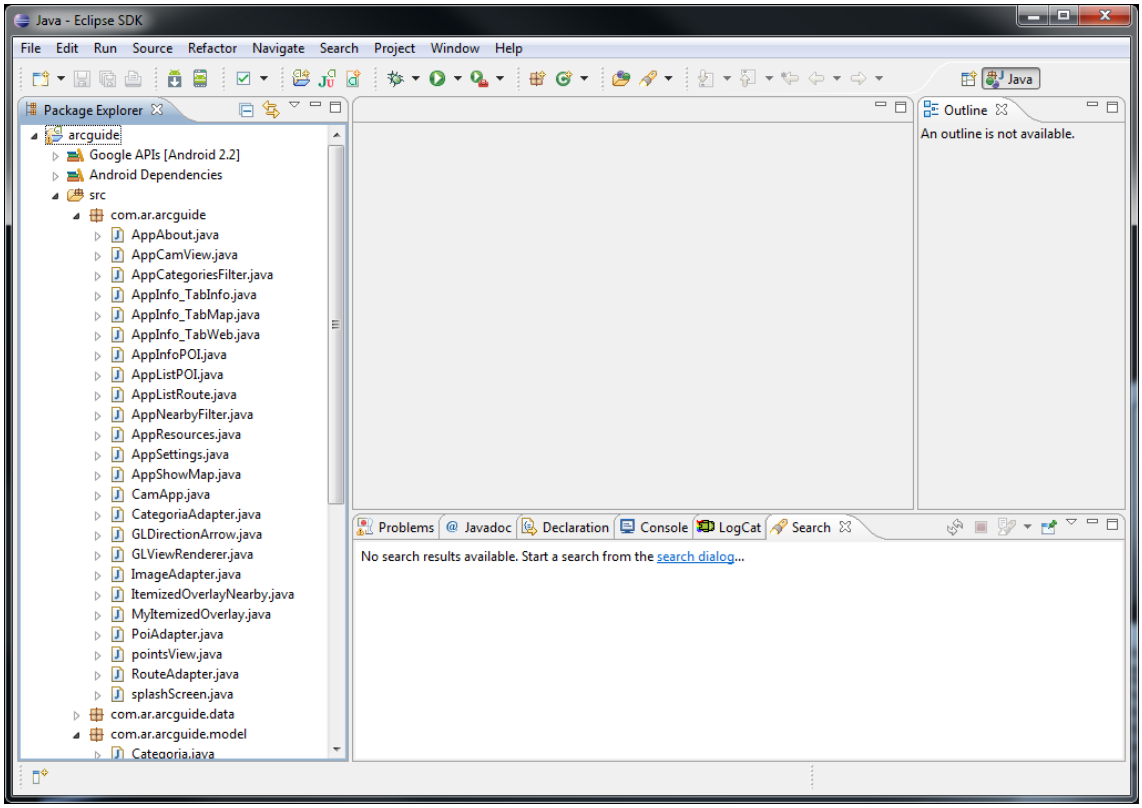


5. Eines usades

5.1. Eclipse

5.1.1. Descripció

Per realitzar el desenvolupament del projecte s'ha escollit l'entorn de desenvolupament Eclipse. Aquest ha estat escollit principalment perquè Android ens ofereix un plug-in de desenvolupament per aquest entorn, el qual facilita les tasques de compilació, signat de l'aplicació, test i cerca d'errors.



Il·lustració 5-1 - Eclipse

Una eina que s'ha usat en aquest entorn per desenvolupar els diferents diagrames de classes a estat "ObjectAid Plugin", ens permet generar la representació UML del fitxer que ens interessa de formà ràpida, ja que ens posa els diferents mètodes que aquest té i variables, a part de les possibles relacions amb altres classes.

5.1.2. Problemes detectats

L'entorn funciona bastant bé, en alguna ocasió aquest ha deixat de respondre tancant-se de forma inesperada, tot i què en general no ha passat gaires cops.

5.2. Android SDK

5.2.1. Descripció

És el paquet de desenvolupament d'Android, el podem afegir a Eclipse fàcilment i ens ofereix un emulador[7] de dispositius Android, un sistema de Logs[8] i creació de projectes Android a dins de l'entorn d'Eclipse.

En la creació de projectes Android, a part de l'estructura de fitxers que ens genera automàticament, disposem d'un editor de pantalles d'arrossegament d'elements per situar-los al lloc que desitgem i diverses facilitats alhora d'editar els diferents fitxers XML del nostre projecte.

En el procés de desenvolupament, també s'ha usat l'API de Google Maps per Android, OpenGL ES 1.0 i la base de dades SQLite que incorpora Android.

5.2.2. Problemes detectats

Un dels principals problemes es van localitzar en l'emulador de dispositius, per aplicacions bàsiques pot funcionar correctament, però quan una aplicació comença a utilitzar la càmera i algun sensor d'orientació, aquest ja no funciona correctament, mostrant una pantalla negre en la qual no se sap que està passant i si és culpa de l'aplicació què no està funcionant correctament o del emulador que no suporta els recursos que s'estan utilitzant.

L'editor de pantalles d'Android, no és gaire útil, ja que quan afegeixes a través de la via gràfica més de dos elements, al moure un, es mou tot el contingut que ja havies afegit anteriorment a la pantalla. A part d'això, si afegeixes a una pantalla una vista personalitzada, fa que aquest doni un error dient que no pot mostrar la pantalla gràficament, es podria solucionar mostrant una vista d'un color sòlid amb el nom de la vista pròpia que s'ha dissenyat, per exemple.

A l'hora de modificar la versió d'Android que usarà el teu projecte, així com altres paràmetres, no s'actualitzen tots els fitxers del projecte. El que provoca errors de funcionament però no de compilació si no es canvien manualment els possibles arxius afectats pels canvis en les propietats del projecte.

5.3. Eines per Gràfics i Models 3D

Per l'edició gràfica de l'aplicació, com ara la creació d'icones, imatges i models 3D, s'han usat les eines:

- **InkScape**, programa de dibuix vectorial.
- **GIMP**, programa d'edició i creació d'imatges.
- **Blender 3D**, programa per la creació de models 3D i animació d'aquests.

[7] Eina de simulació d'un altre aparell, en aquest cas d'un dispositiu mòbil.
[8] Missatges que ens informen del que està passant internament en el dispositiu.

6. Anàlisi i Especificació

En aquest capítol realitzarem l'anàlisi de requisits i l'especificació del sistema.

Recordem que en aquest projecte es desenvolupa una aplicació de realitat augmentada orientat al turisme, la qual contindrà diversos punts d'interès i permetrà recórrer rutes per la ciutat.

Amb l'anàlisi de requisits funcionals podrem definir aquelles tasques que el sistema haurà de ser capaç de realitzar i amb els requisits no funcionals veurem quines altres característiques tant a nivell intern com extern haurà de satisfer el sistema. A més, també especificarem quines tasques podrà a dur a terme l'usuari.

6.1. Anàlisi de requisits

A continuació realitzarem l'anàlisi dels requisits del sistema:

6.1.1. Requisits funcionals

Els requisits funcionals ens diuen el conjunt de funcions que el sistema haurà de ser capaç de realitzar. Són els següents:

- Visualització de l'entorn a través de la càmera del dispositiu.
- Visualització de la localització de l'usuari en un mapa.
- Mostrar informació de punts d'interès, amb text descriptiu i imatges.
- Ha de poder mostrar on es troba un punt d'interès amb realitat augmentada.
- Ha de permetre usar rutes preestablertes en l'aplicació amb realitat augmentada.
- Mostrar una llista amb tots els punts d'interès que conté l'aplicació.
- Mostrar una llista amb totes les rutes disponibles.

6.1.2. Requisits no funcionals

Els requisits no funcionals són aquells que ens defineixen diferents aspectes sobre l'aplicació però no sobre funcions que ha de poder fer l'aplicació. Són els següents:

- Escalabilitat, tant en base de dades com en funcions de l'aplicació.
- La interfície del sistema ha de ser usable.
- El sistema serà compatible amb versions d'Android iguals o superiors a la versió 2.3.3.
- S'assegurarà que el sistema funcioni en els dispositius Samsung Galaxy Mini i Samsung Galaxy Ace.

6.2. Especificació

En aquesta etapa obtenim els diferents casos d'ús que ens diran les tasques que l'usuari podrà realitzar amb l'aplicació. Són els següents:

- Obrir un mapa i veure la seva localització.
- Veure els diferents punts d'interès disponibles.
- Obtenir informació dels punts d'interès que hi ha a l'aplicació.
- Valorar els punts d'interès i posar-los com a preferits.
- Visualitzar on és un punt d'interès amb realitat augmentada enfocant el dispositiu en la direcció on aquest es trobi.
- Veure les diferents rutes disponibles a l'aplicació.
- Obrir una ruta i navegar per ella amb realitat augmentada.
- Veure en un mapa tots els punts de la ruta seleccionada.
- Activar o desactivar la funció de GPS del dispositiu.

7. Disseny

Aquest capítol s'ha dividit en dos blocs, el disseny intern de l'aplicació en la que s'ensenyarà com funciona internament i en el disseny extern, és a dir, com s'ha fet la interfície i què s'ha tingut en compte per elaborar-la de forma que aquesta resulti còmode i intuïtiva per l'usuari.

7.1. Disseny intern

En aquest apartat explicarem com s'ha dissenyat l'aplicació, la seva arquitectura, com està organitzat el projecte internament i quins papers hi juguen les diferents classes de cada paquet amb els quals s'ha separat.

Es mostraran també els patrons de disseny que s'han aplicat per la posterior implementació de l'aplicació i com s'ha dissenyat la base de dades d'aquesta.

7.1.1. Arquitectura

El projecte s'ha estructurat en tres parts. La primera d'elles conté la interfície de l'aplicació, la gestió dels sensors del dispositiu i el tractament de les dades que aquests ens ofereixen per mostrar els elements amb realitat augmentada.

En el següent paquet, disposem de la part de dades de l'aplicació. En aquest es realitzen les accions per crear la base de dades i accedir-hi per obtenir les dades. L'accés a aquestes serà mitjançant els DAO's, n'hi haurà un per cada classe de model que tinguem. La comunicació entre aquest paquet i el de interfície es farà usant un controlador, que passarà les dades sol·licitades encapsulant-les amb un objecte del model segons la idiosincràsia del que s'hagi demanat.

En el tercer d'ells, conté els elements que formen el model, és a dir, les diferents representacions dels objectes amb els que tractarem.

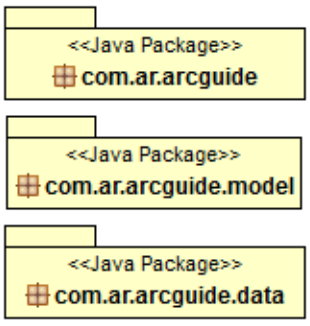


Diagrama 1 - Paquets del projecte

7.1.1.1. Vista

En el següent diagrama, podrem veure una part del diagrama de classes del paquet de vista:

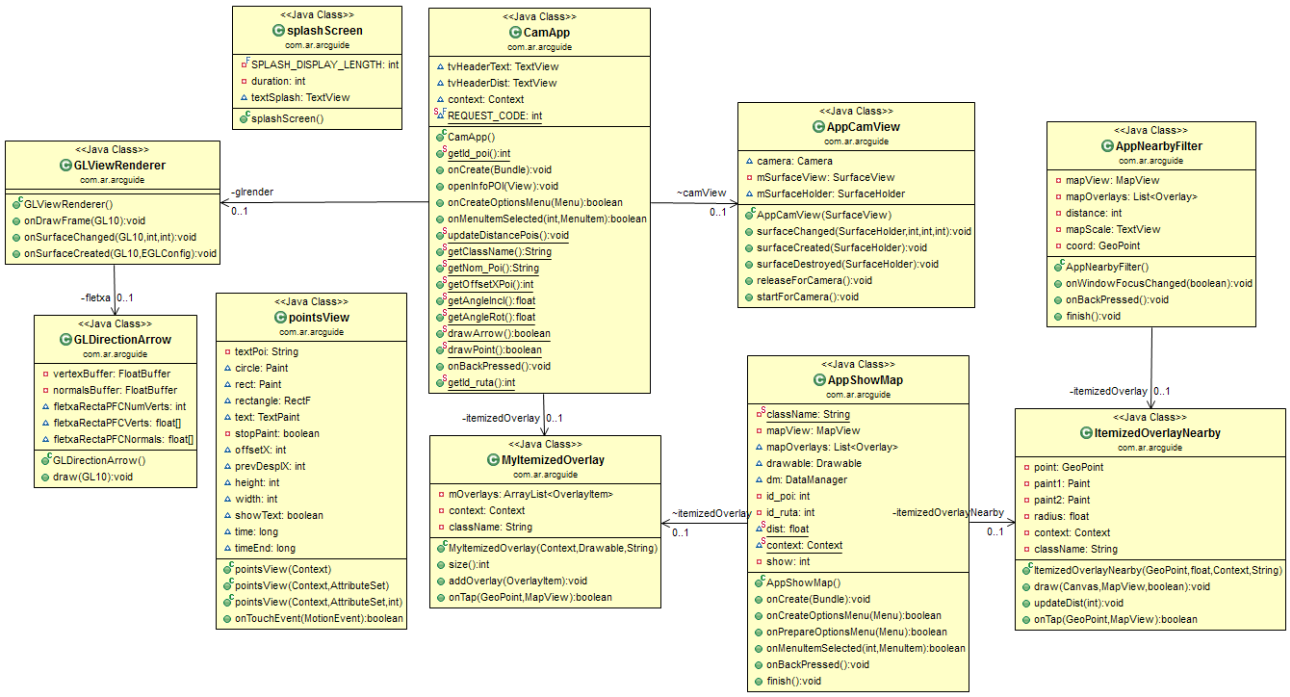


Diagrama 2 – Vista – Classes principals

Quan l'usuari obre l'aplicació, el primer punt d'entrada al sistema és la pantalla "splashScreen" la qual engega l'aplicació dirigint-nos a la classe "CamApp". Aquesta classe és la que ens proporciona la pantalla principal de l'aplicació. Per les múltiples tasques que ens permet realitzar, també és una de les classes amb més continguts, en l'apartat de disseny extern ho podrem veure detingudament. En grans trets aquesta pantalla ens ha de permetre el següent:

- Veure l'exterior usant la càmera, ho aconsegueix usant "AppCamView", que gestiona la càmera del dispositiu.
- En el mapa que es visualitza a la part inferior de la pantalla, s'ha de mostrar la localització de l'usuari, això s'aconsegueix amb la classe "MyItemizedOverlay", que ens afegeix una capa amb els elements que desitgem sobre el mapa.
- Mostrar les indicacions amb realitat augmentada d'on està un punt d'interès dibuixant a sobre d'aquest un cercle, es realitza amb la classe "pointsView", la qual implementa una vista pròpia.

Il·lustració 7-1 - Pantalla principal aplicació

- Mostrar les indicacions amb realitat augmentada de les rutes, es realitza usant la classe “GLViewRenderer” que dibuixa la fletxa en 3D i fa els moviments d’aquesta que la podem trobar definida a la classe “GLDirectionArrow”.

Des d’aquesta classe, se’ns permet també navegar a les altres vistes de l’aplicació, entre les que podem veure en el diagrama hi ha el mapa a pantalla completa a “AppShowMap”.

En el següent fragment podem veure les diferents vistes que han de mostrar elements en llistats, en AppListPOI, es mostraran els diferents punts d’interès que hi ha al sistema i ens els mostrarà amb el seu nom i imatge gràcies a PoiAdapter, que ens donarà les dades dels punts d’interès que tenim al sistema mitjançant una consulta al controlador de dades i la classe “ViewHolder”, que ens defineix els camps que es mostraran al llistat. Les classes “AppCategoriesFilter” i “AppListRoute” ens mostraran en una llista les categories que tenim disponibles i les rutes, respectivament. Des de la classe “AppListPoi” és des d’on es podran cridar els diferents filtres per seleccionar el punt d’interès, entre ells el de proximitat, representat per “AppNearbyFilter”, en aquest es mostrarà un mapa amb un cercle que contindrà l’àrea en la qual volem veure els punts d’interès.

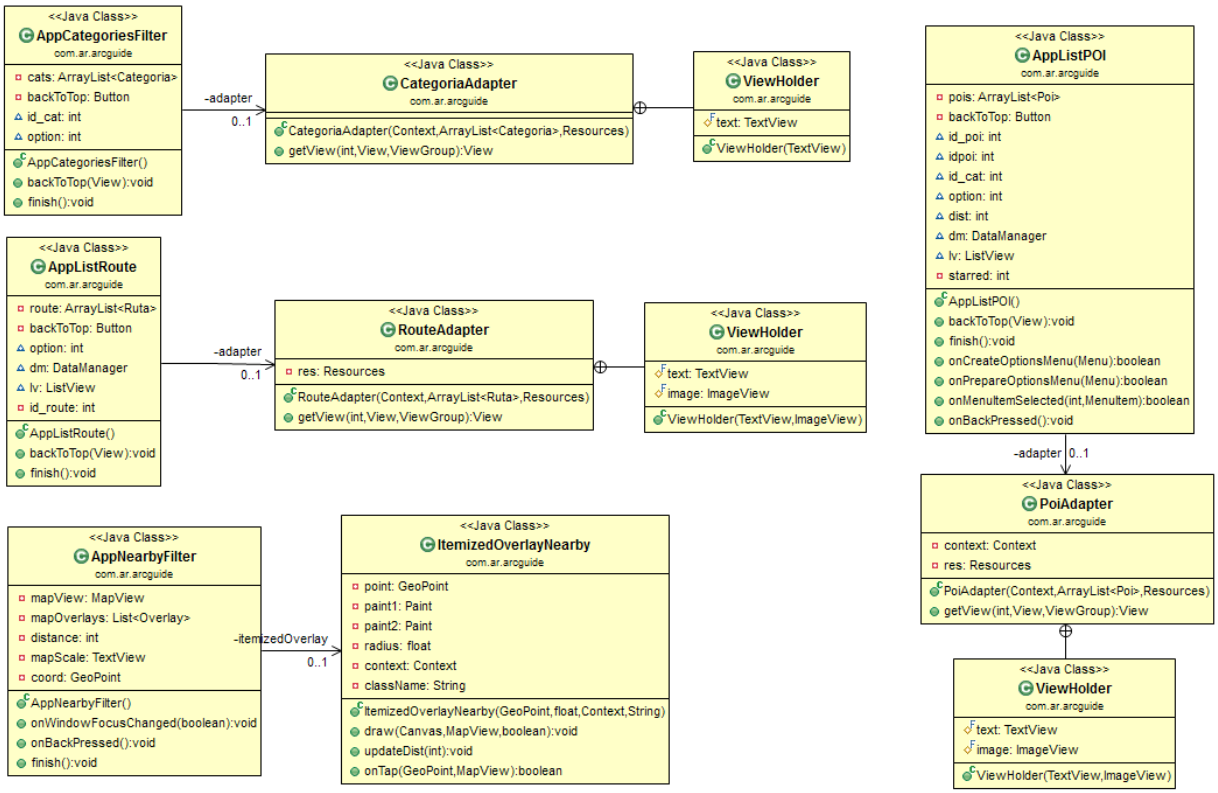


Diagrama 3 - Vista - Llistats

En el tercer diagrama, podrem acabar de veure les classes que falten d’aquest paquet.

Un cop seleccionem un element en la llista dels punts d'interès, podem veure la informació d'aquests, això es fa usant "AppInfo", la qual està formada pel següent:

- AppInfo_TabInfo: Conté una galeria d'imatges del punt d'interès (elaborada amb "ImageAdapter") i el text d'informació, a més de permetre'ns valorar el punt.
- AppInfo_TabWeb: Conté una vista web per poder cercar informació sobre el punt d'interès a la wikipedia.
- AppInfo_TabMap: Ens mostra un mapa amb la situació del punt d'interès.

Il·lustració 7-2 - Pantalla informació

En l'aplicació, també es disposen de les pantalla d'ajustaments, continguda a "AppSettings" des de la qual podrem accedir al "AppAbout" que ens donarà informació de la creació de l'aplicació.

En "AppResources" hi tenim recursos emmagatzemats necessaris pel correcte funcionament de l'aplicació.

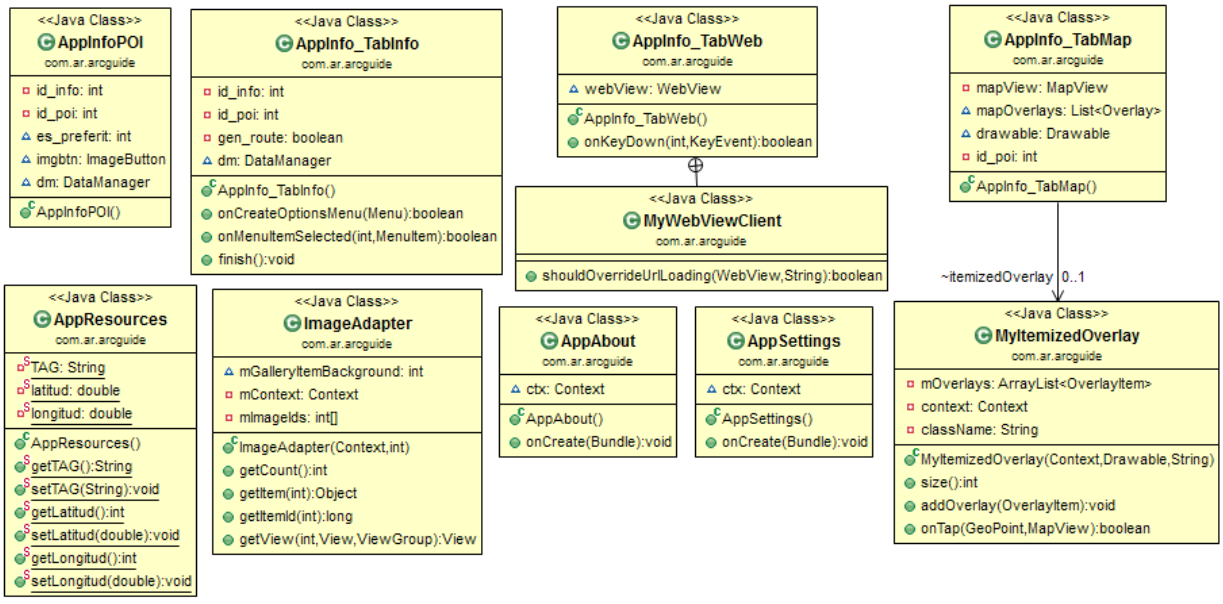


Diagrama 4 - Vista – Altres pantalles

A continuació podem veure tots el paquet que hem vist partit en tres diagrames, en el seu conjunt, per fer-nos una idea de com és la imatge final del diagrama i les relacions completes entre els diferents elements.

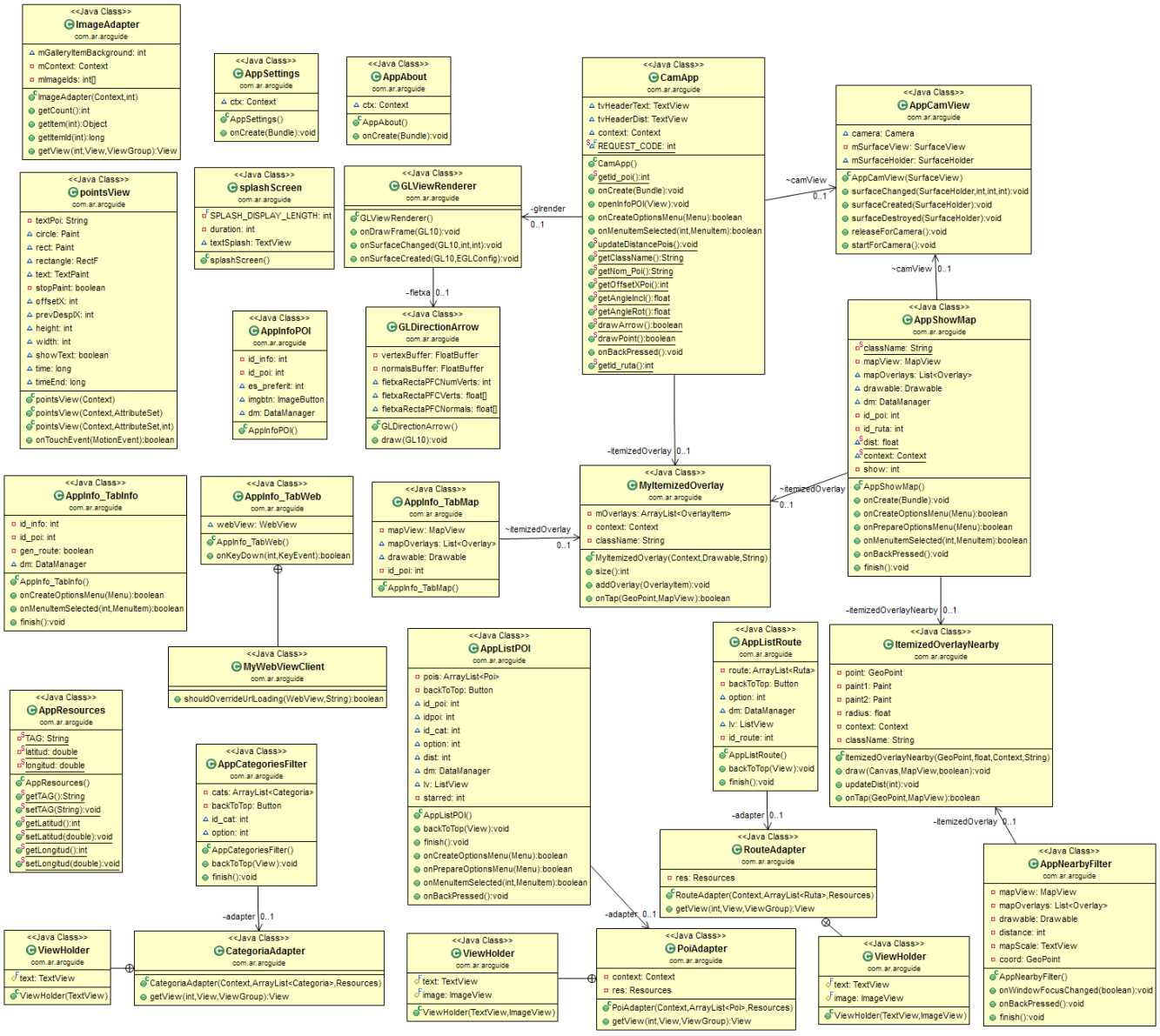


Diagrama 5 - Vista complet

7.1.1.2. Dades

En el paquet de dades, hi podrem trobar tot el que fa referència a la base de dades de l'aplicació, tant la creació d'aquesta i l'accés a les dades usant DAO's (Data Acces Object) per retornar a la Vista el objecte que trobem al model en tots els casos que és convenient.

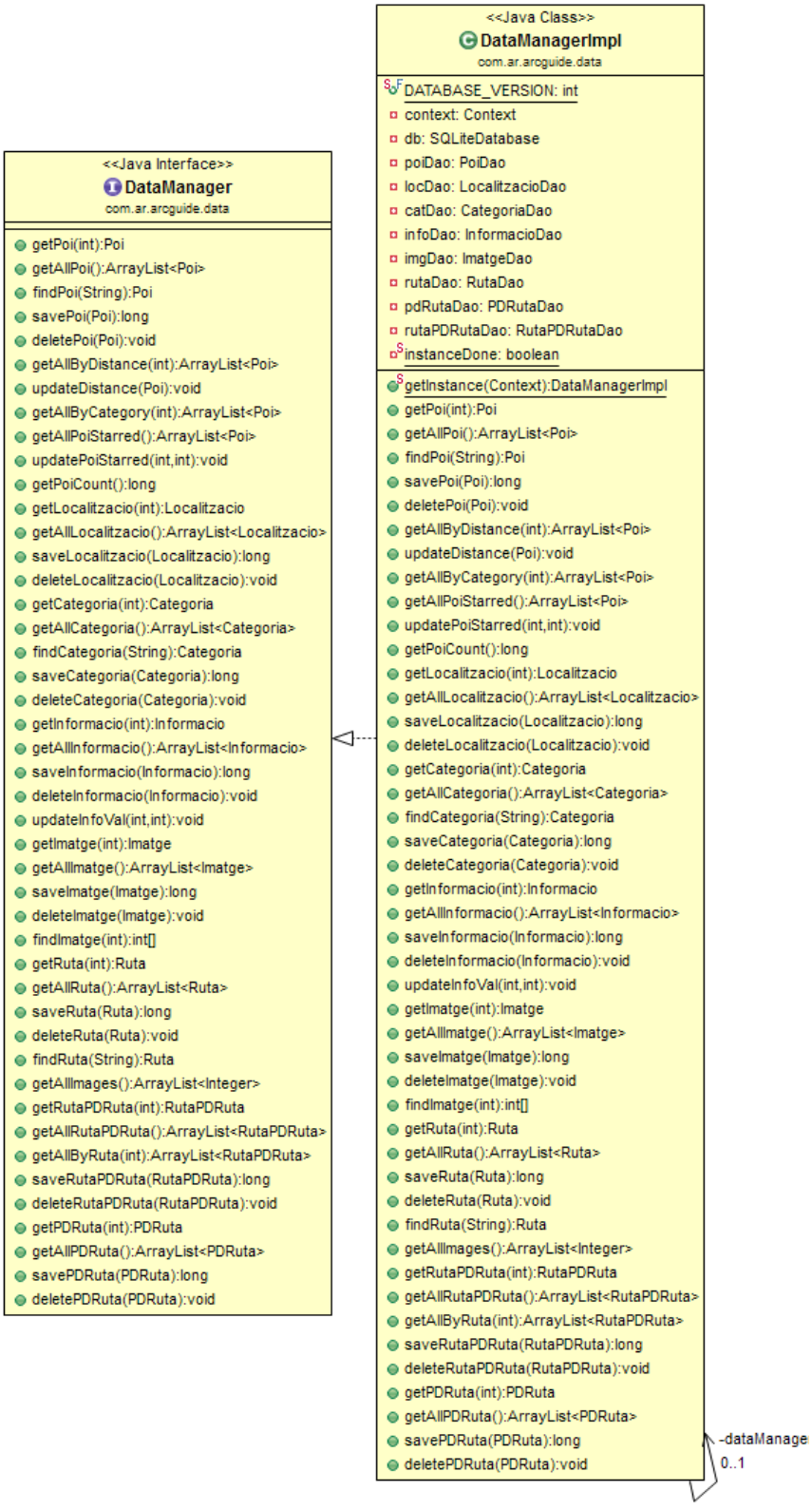


Diagrama 6 - Dades - Controlador

En l'anterior figura, podem veure la interfície "DataManager" amb la qual es comunicaran totes les classes del paquet Vista que necessitin obtenir informació de la base de dades. La classe "DataManagerImpl" és la implementació dels mètodes de la interfície definida a "DataManager".

A través de la classe "DataManager", es crea la base de dades usant la classe "OpenHelper" que més endavant en parlarem i es gestionen les crides als diferents DAO's i el retorn dels DTO (Data Transfer Object). Es podrà veure la relació d'aquests amb "DataManager" en el diagrama general del paquet.

En aquest diagrama, podem veure la interfície del que ha de contenir un DAO com a operacions bàsiques i els diferents DAO's creats, un per cada classe d'objecte que disposem en el model (Poi, Categoria, Informació, Ruta, PDRuta, Ruta_PDRuta, Imatge i Localització).

Aquests en general contenen les sentències SQL per tal d'inserir dades a la base de dades, eliminar-ne i realitzar cerques encapsulant el resultat en un objecte per poder-lo transferir fàcilment a la classe sol·licitant a través del "DataManager".

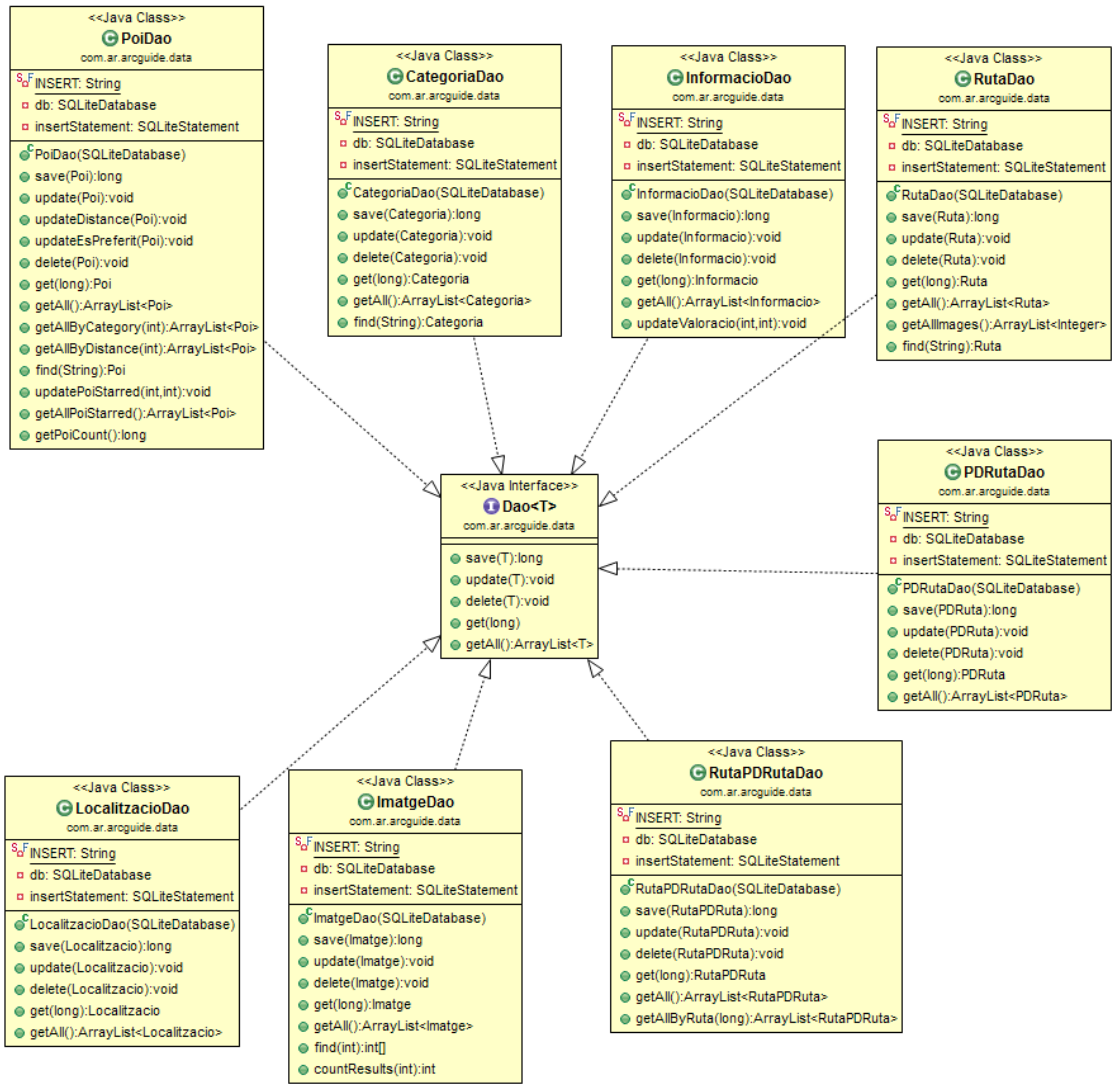


Diagrama 7 - Dades - DAO's

Fins ara hem vist les classes i mètodes que ens serveixen per accedir a la base de dades, però ens falta l'estructura d'aquesta, en aquesta última part del diagrama podem veure les diferents classes que ens defineixen l'estructura. Amb les operacions per crear i eliminar les taules i amb la definició de les columnes en una classe separada. S'ha realitzat d'aquesta manera ja que ens dóna una estructura molt clara a l'hora de veure què tenim, permetent fer canvis a l'estructura de la base de dades i introduir noves taules si fos necessari d'una forma senzilla.

Des de la classe "OpenHelper" que hem anomenat anteriorment, és des d'on creem les taules de la base de dades en el dispositiu cridant al mètode de creació de cada una de les classes <Nom>Table i l'omplim amb les dades.

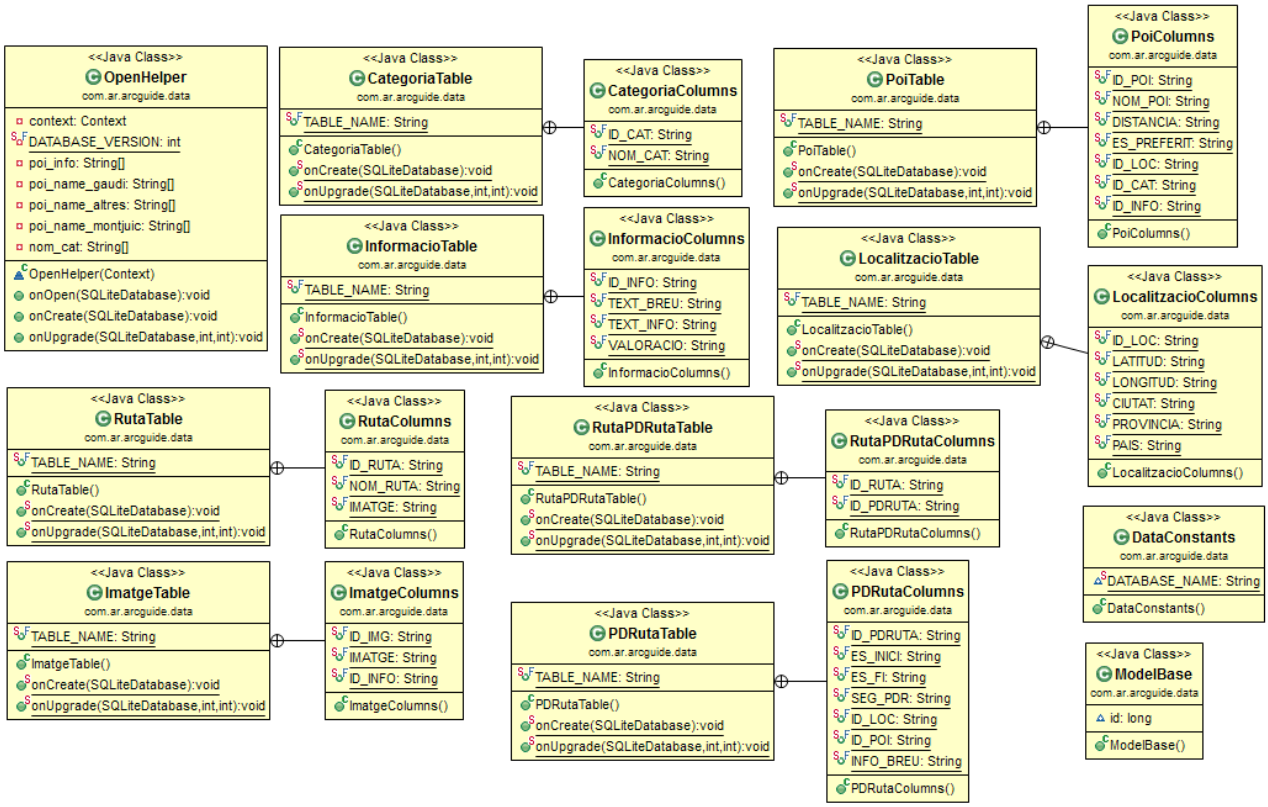


Diagrama 8 - Dades - Taules BD

Finalment, mostrem el diagrama complet de classes d'aquest paquet de dades, amb totes les relacions entre elles per fer una visió global:

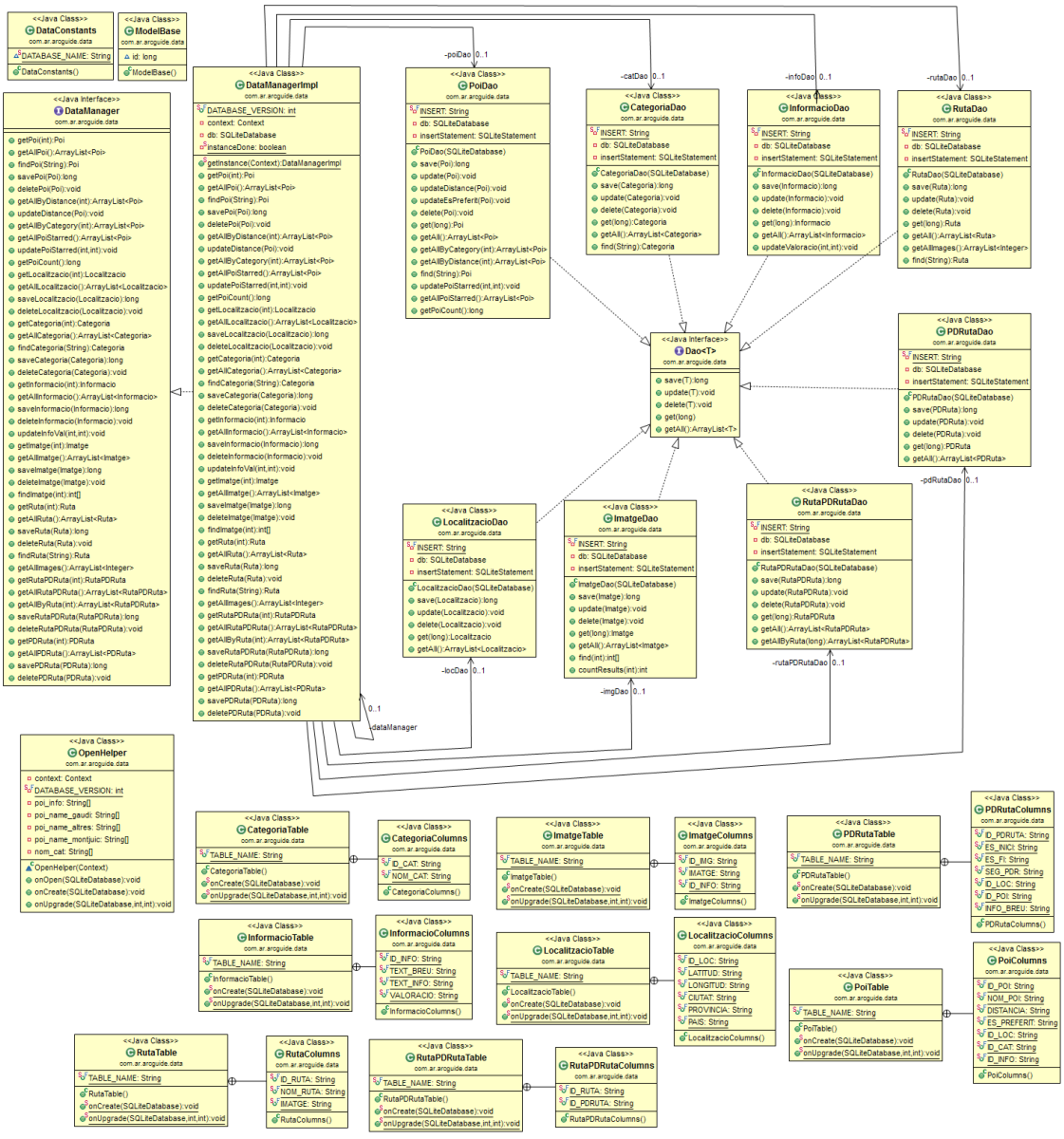


Diagrama 9 - Dades complet

7.1.1.3. Model

A continuació mostrem les classes que formen el model, les quals contenen els mètodes per obtenir dades de l'objecte i modificar-ne:

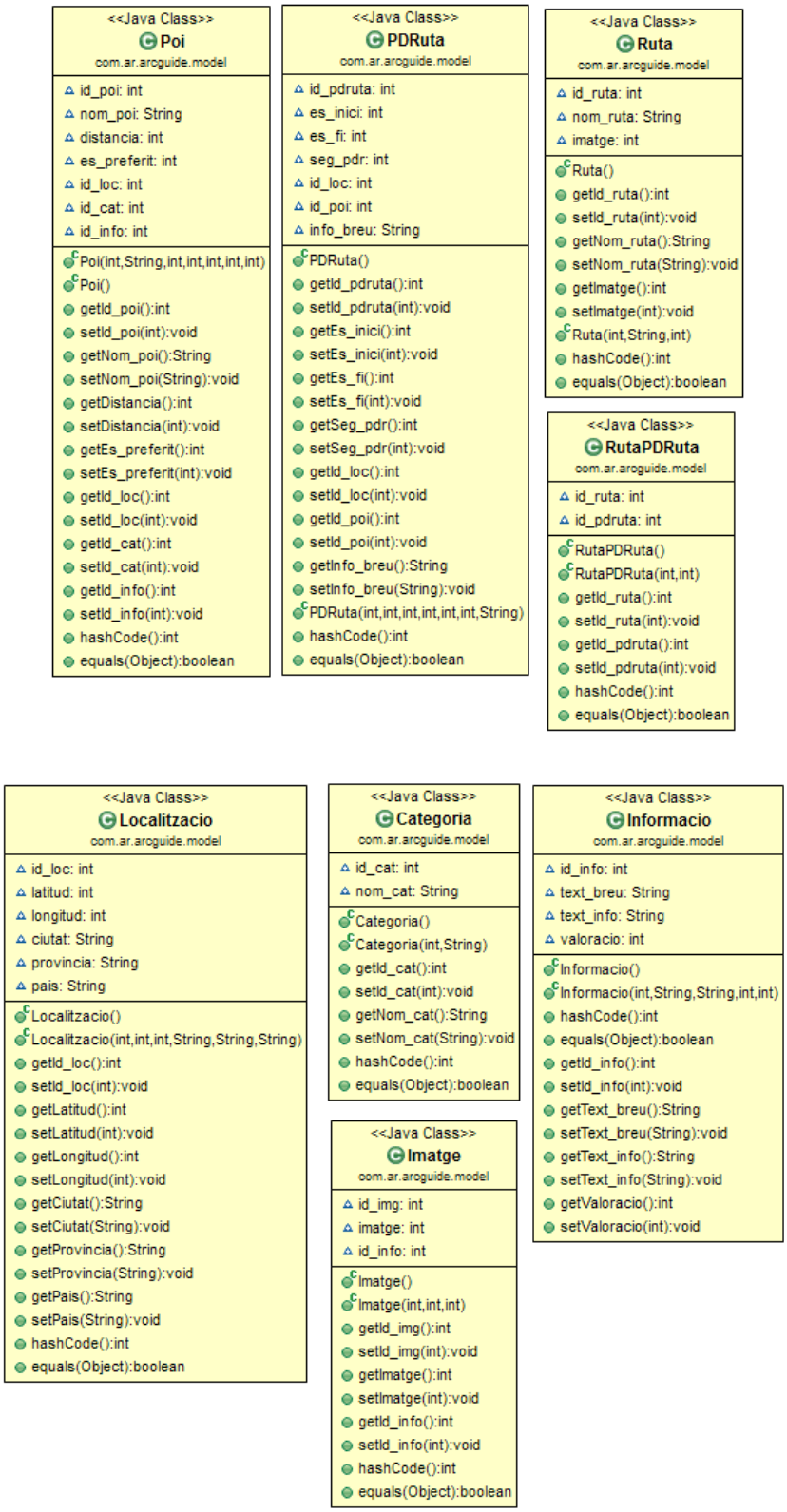


Diagrama 10 - Model

7.1.2. Patrons de disseny

Un cop vista l'arquitectura del projecte, hem pogut observar com aquest ha estat estructurat i organitzat, però aquesta estructura i organització dels diferents mòduls que formen l'aplicació no és casual, respon a uns patrons de disseny. En els següents apartats explicarem els que hem utilitzat i com els hem aplicat en aquest projecte.

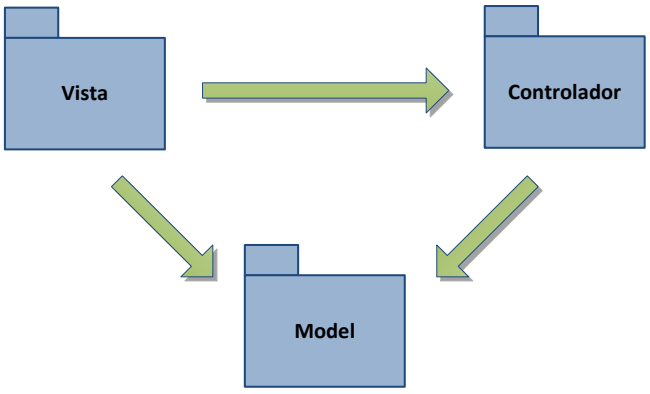
7.1.2.1. Patró MVC (Model View Controller)

El patró Model View Controller o Model Vista Controlador, separa les responsabilitats entre els diferents components del sistema i sol ser usat en aquelles aplicacions que disposen de part gràfica, com ara les aplicacions de modelat, CAD, o visualització de models 3D.

En aquest patró, el controlador i la resta de components són independents de com les dades estiguin emmagatzemades en el sistema. El controlador és el responsable d'encarregar-se d'agafar les dades que toquin i crear un objecte del model, on poder posar les dades pertinents quan rebi la petició des de la vista.

Els objectes del model contenen la informació que necessitem presentar a l'usuari per satisfer la petició que es faci i la vista és l'encarregada de fer que totes les peces del model encaixin en la seva representació a l'usuari.

Ens estableix les següents relacions entre els components del sistema:



Il·lustració 7-3 - Model Vista Controlador

Usant aquest patró, tenim el projecte separat en tres mòduls, aquests tenen la seva correspondència amb els que hem pogut veure a l'apartat anterior d'arquitectura:

- **Vista**: Correspon a la part gràfica de l'aplicació, és a dir, a la interfície que se li acabarà mostrant a l'usuari. En el cas d'aquest projecte es el mòdul Vista.
- **Controlador**: Correspon al gestor de les peticions de la Vista. En el cas d'aquest projecte seria la classe "DataManager" que es troba el mòdul Dades.
- **Model**: Correspon als objectes que contenen la informació a mostrar a l'usuari. En el cas d'aquest projecte és el mòdul Model.

7.1.2.2. Patró DAO (Data Acces Object)

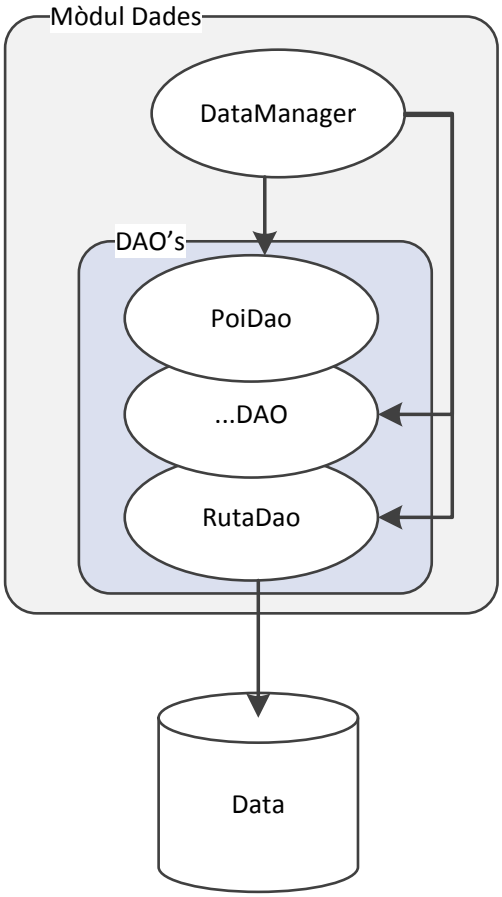
L'objectiu del patró de disseny Data Acces Object és encapsular, fer una abstracció de tot l'accés a les dades del sistema i proveir una interfície. Usant aquest patró, des de l'aplicació no es pot saber d'on surten les dades, si aquestes estan emmagatzemades a una base de dades, a un fitxer de text pla o si s'estan obtenint a través d'un servei web a través d'Internet.

Cada DAO coneix quin és el seu punt d'entrada a les dades, ningú més sap si un DAO en concret obtindrà les dades de la base de dades o d'un altre recurs. El DAO s'encarregarà de guardar les dades, actualitzar-les, esborrar-les i recollir-les de la font de dades.

En el cas d'aquest projecte s'ha aplicat conjuntament amb el patró MVC, això ens permet encara una capa d'abstracció més abans d'arribar a les dades des del controlador, que haurà d'accedir al DAO corresponent per demanar-li les dades que necessiti i aquest les obtindrà de la base de dades per donar-li.

L'ús d'aquest patró ens facilita la tasca si hem de fer algun canvi a la base de dades, ja que com a màxim haurem de tocar els DAO's que es vegin afectats pels canvis, però mai haurem d'anar més amunt que el DAO.

En el gràfic que podem veure a continuació veiem com es veu la capa de dades del sistema un cop s'han introduït els DAO's:



Il·lustració 7-4 - Patró DAO

7.1.2.3. Patró DTO (Data Transfer Object)

Els DTO (Data Transfer Object) no són més que contenidors de dades, per poder-les transportar fàcilment en la nostra aplicació.

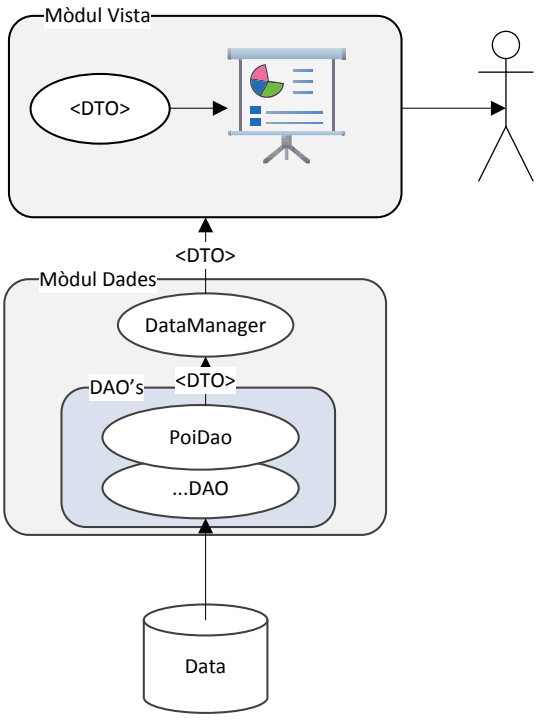
En el cas del nostre projecte, quan se li demana a un DAO que ens serveixi dades d'un punt d'interès, per exemple, aquest ens podria retornar una llista de caràcters, separats per comes que continguessin les dades que composen a un punt d'interès a la base de dades, i si volem que ens retorni tots els punts d'interès, només caldria que aquest ens retornés un llistat amb les diferents dades que conformen cada punt d'interès.

Un canvi en la base de dades, ens provocaria canvis en el DAO, al controlador, i a tots els llocs de la capa de presentació on es fessin les crides al controlador per obtenir dades de la taula de la base de dades que ha canviat.

Per solucionar aquest fet s'ha aplicat el patró DTO, aplicant aquest patró quan un DAO retorna un punt d'interès, retorna un objecte punt d'interès (POI) que conté totes les dades que composen a un punt d'interès. Quan un DAO retorna una llista amb tots els punts d'interès, només cal retornar una llista d'objectes POI.

Si canviem alguna propietat del punt d'interès, només serà necessari canviar la crida a la base de dades que trobem al DAO corresponent per tal que agafi també la nova dada i la incorpori a l'objecte, però el controlador, en canvi, continuarà retornant un POI i la capa de presentació rebrà un POI com rebia abans sense necessitat de realitzar cap canvi en aquests, a part dels que es derivin de l'obtenció de la nova dada, que com que fins ara no hi era present, s'hauria d'afegir el codi necessari per mostrar-la a l'usuari com correspongués.

Per tant, els nostres DTO els podrem localitzar en el mòdul Model, aquests són els contenidors de dades que usem en l'aplicació i ens permeten aquest aïllament i facilitat alhora de fer canvis en el projecte.



Il·lustració 7-5 - Patró DTO

7.1.3. Disseny de la BD

A continuació podem veure el diagrama de taules de la base de dades que s'ha creat per emmagatzemar tota la informació necessària per l'aplicació:

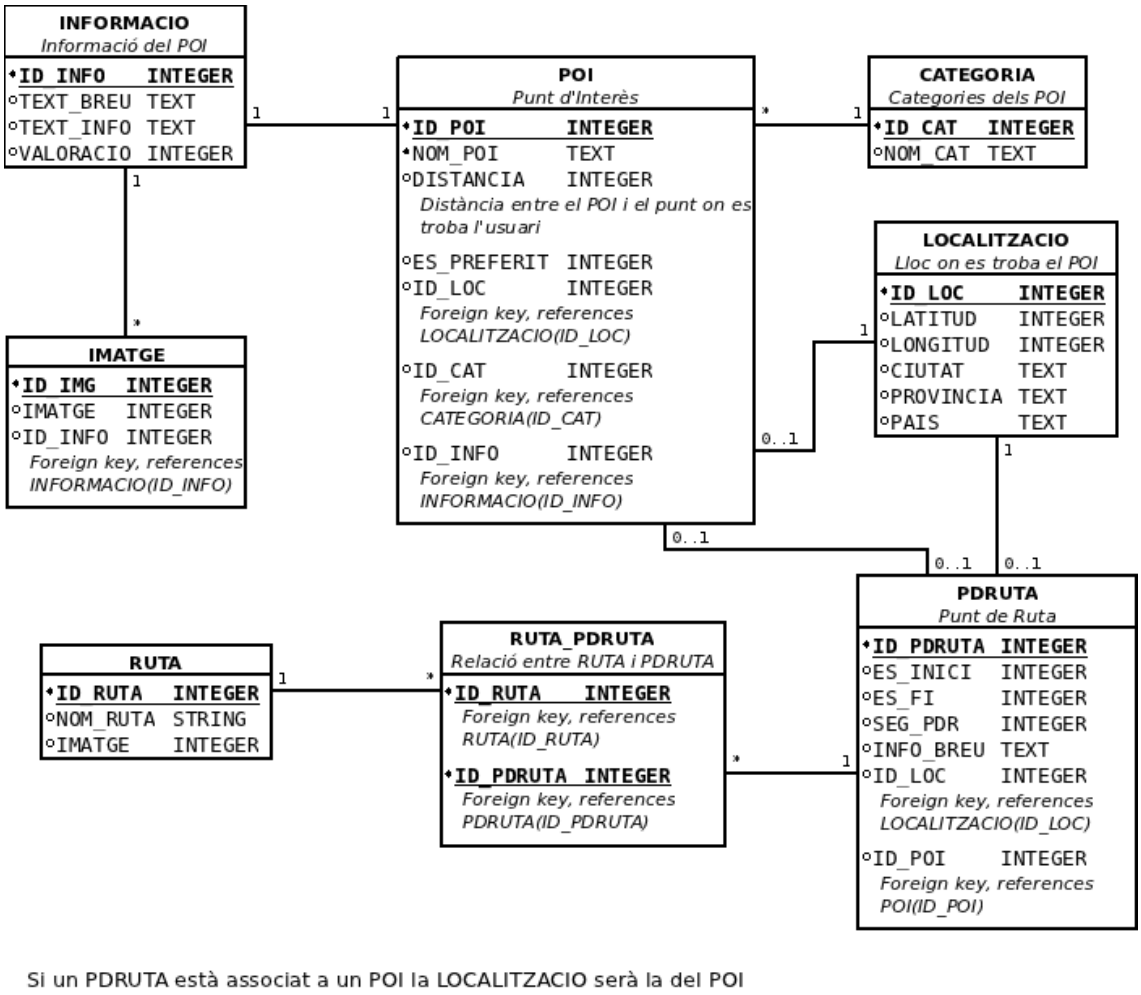


Diagrama 11 - Esquema BD

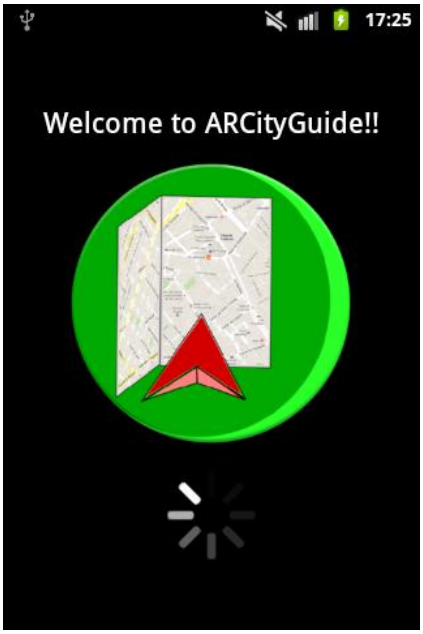
7.2. Disseny extern

En aquest apartat explicarem el disseny extern de l'aplicació, és a dir, el disseny de les diferents pantalles de l'aplicació, veient quines accions podem fer des de cada una d'elles.

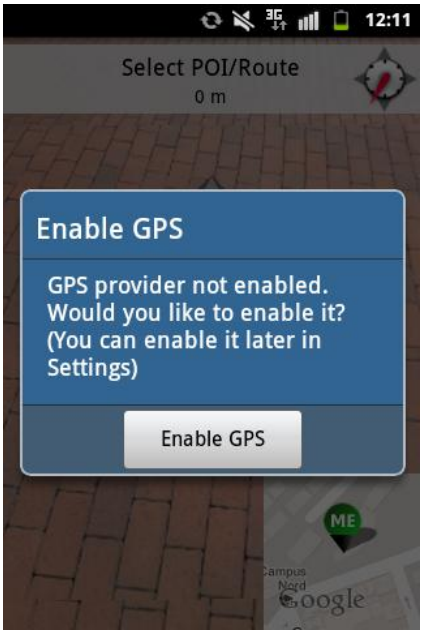
7.2.1. Inici

Quan executem l'aplicació per primer cop, se'ns mostra una pantalla de càrrega de l'aplicació i en breu es carrega la pantalla principal.

En aquesta se'ns preguntarà en el cas que no tinguem el GPS del dispositiu activat si el volem activar, per tal de poder obtenir una millor localització d'on es troba l'usuari. Si no es vol activar en aquest moment, es pot activar a través de la pantalla de Settings.



Aplicació 1 - Càrrega



Aplicació 2 - Diàleg GPS

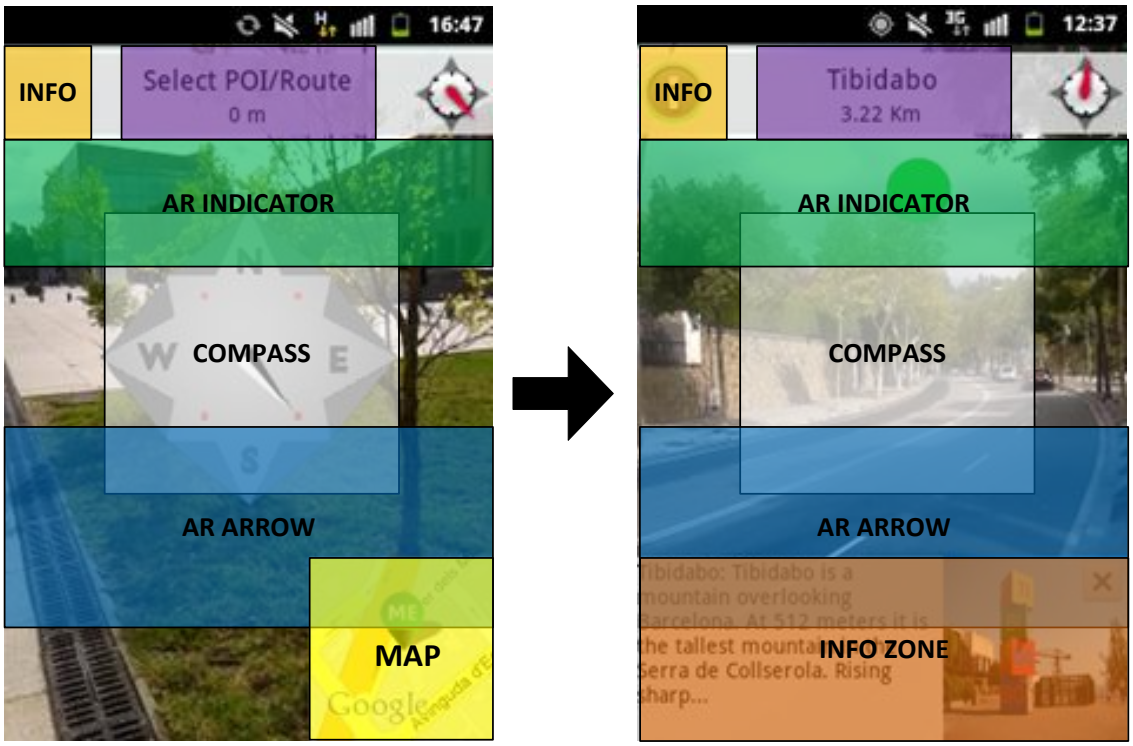
Un cop hem decidit si volem activar o no el GPS del dispositiu, es mostra la pantalla principal de l'aplicació. Com podem observar, en començar l'aplicació es mostra a la part superior de la pantalla una barra de navegació, que ens mostrarà el lloc on ens estem dirigint i la distància que hi ha fins arribar-hi, a més d'una petita brúixola a la dreta de la barra de navegació.

En aquesta primera pantalla disposem d'una brúixola al centre, per poder observar millor la nostra orientació i un mapa a la part inferior de la pantalla mostrant la nostra ubicació actual.

Però això no és tot, a continuació veurem que més ens ofereix la pantalla principal de l'aplicació.

Aplicació 3 - Pantalla principal

En el següent diagrama podem veure les àrees d'interacció que hi ha en aquesta pantalla:



Aplicació 4 - Navegació pantalla principal

Començarem a examinar-la des de la part superior. En l'àrea INFO de la barra de navegació, apareixerà un botó d'informació que tindrem disponible quan ens dirigim cap a un punt d'interès o fem una ruta i el punt on ens trobem tingui una informació disponible. Quan premem aquest botó, passem a la disposició que podem observar a la imatge de la dreta, a la part inferior de la pantalla apareix una àrea INFO ZONE que conté una descripció del lloc on ens trobem i si és el cas, una imatge. Si volem accedir a la informació completa del punt on estem, només hem de prémer sobre aquesta àrea i se'ns obrirà la pantalla d'informació del punt d'interès on estiguem.

Tornem a la imatge de l'esquerra, a la part central de la barra de navegació, disposem d'una ZONA de dades d'on estem anant, en aquesta zona se'ns indicarà en la primera línia el punt d'interès on ens estem dirigint o bé, en el cas d'una ruta, el nom de la ruta que estem realitzant. En la segona línia es mostrarà la distància que ens falta per arribar-hi i en el cas que estiguem realitzant una ruta, a més de la distància, si ens trobem en un punt d'interès es mostrarà el nom d'aquest. A través d'aquesta zona, si la premem se'ns obre un diàleg que ens permet obrir la llista de punts d'interès o la de rutes.

Si seguim baixant, veiem la zona AR INDICATOR, en aquesta àrea quan naveguem cap a un punt d'interès, serà en el qual es mostrarà un cercle indicant on està.

En el centre de la pantalla, podem veure la zona COMPASS, aquí és on es mostrarà la brúixola gran que podem observar en la imatge superior.

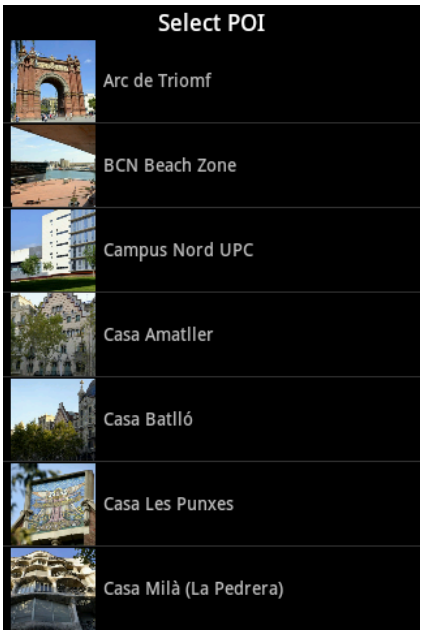
Si continuem una mica més avall trobem la zona AR ARROW, és on es mostrarà el model de fletxa en 3D que ens indicarà cap a on ens hem de dirigir per trobar el següent punt de la ruta quan n'estiguem realitzant una. Aquest model s'orientarà segons l'orientació del dispositiu.

Finalment, a la part inferior dreta de la pantalla, trobem la zona MAP, en ella es mostra el mapa que indica la nostra localització actual. Si premem en ell, s'ampliarà a pantalla completa per tal de poder-hi navegar i veure'l amb més comoditat.

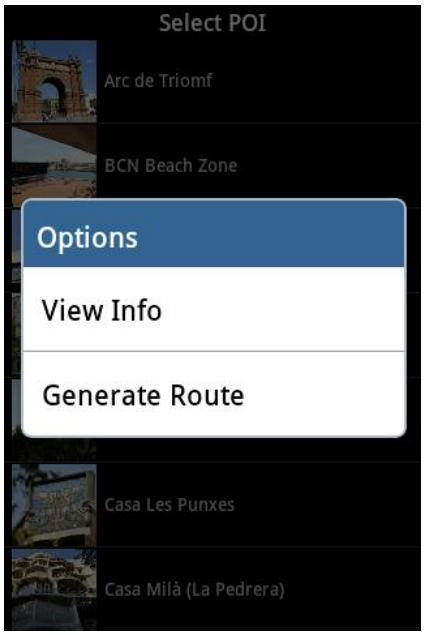
En el llarg d'aquest apartat anirem veient les diferents pantalles de l'aplicació i funcions.

7.2.2. Llista de Punts d'Interès

Un cop seleccionem que volem veure la llista de punts d'interès dels qual disposa l'aplicació, se'ns mostra la següent pantalla:



Aplicació 6 - Llistat punts d'interès

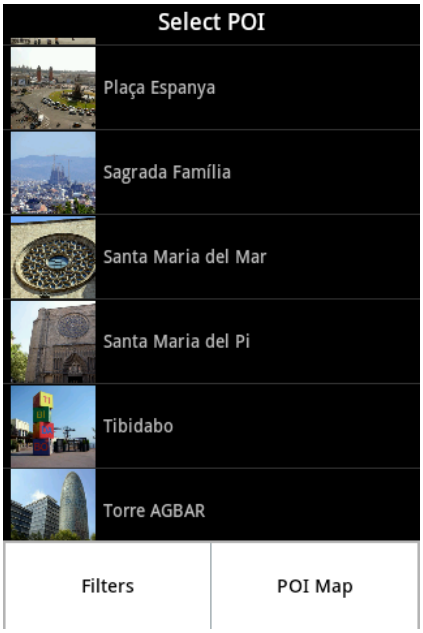


Aplicació 5 - Final llistat punts d'interès

Podem desplaçar-nos pels diferents punts arrossegant-la amb el dit amunt o avall. Si arribem al final de la llista, podrem veure el nombre total de punts mostrats i l'opció d'anar al primer element tant sols prement sobre l'element que ens ho indica en el final de la llista.

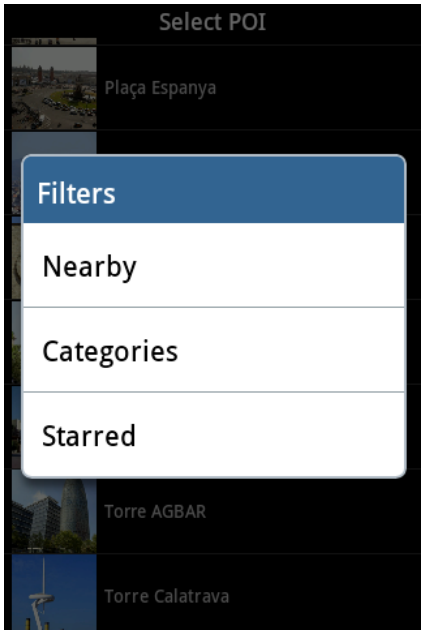
En aquesta pantalla podem realitzar diferents accions, seleccionant un punt d'interès, es mostra un diàleg que ens permet escollir entre veure la seva informació o anar-hi. Si obrim el menú, ens permet veure un mapa amb tots els punts d'interès o bé aplicar-hi filtres (imatges a la pàgina següent).

Disposem de tres filtres, per proximitat, per la categoria del punt d'interès i per preferits.



Aplicació 7 - Menú llista punts d'interès

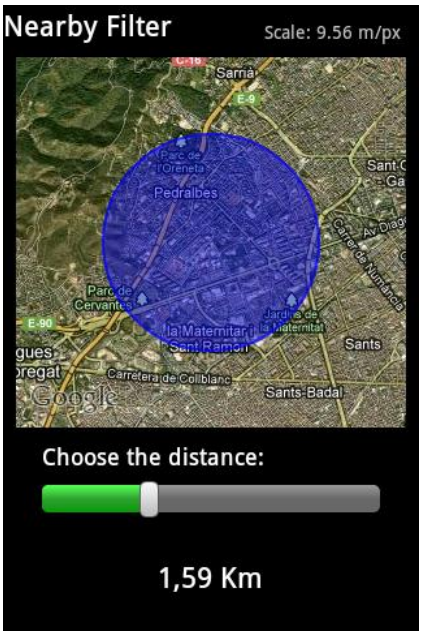
Aplicació 9 - Mapa punts d'interès



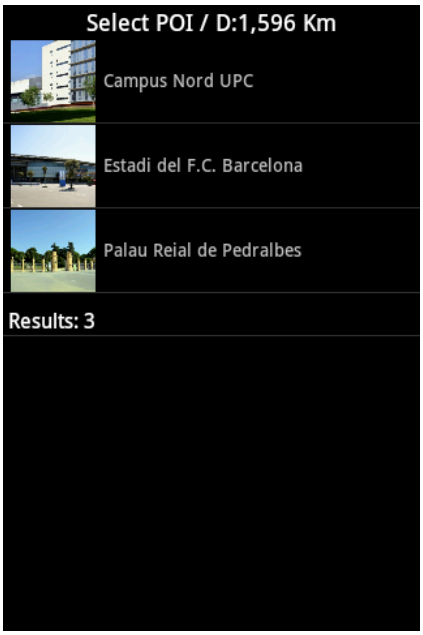
Aplicació 8 - Menú filtres

7.2.2.1. Filtre Proximitat

Si volem filtrar els resultats per la distància a la qual es troben, disposem d'aquest filtre, que a través d'un mapa i una barra podem escollir la distància a la que volem cercar els punts d'interès. Un cop la hem escollit, només hem d'anar enrere per veure el resultat de la selecció:



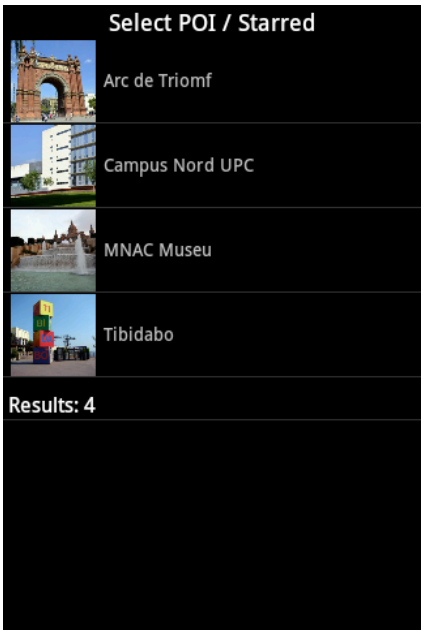
Aplicació 11 - Filtre proximitat



Aplicació 10 – Filtrat proximitat

7.2.2.2. Filtre Preferits

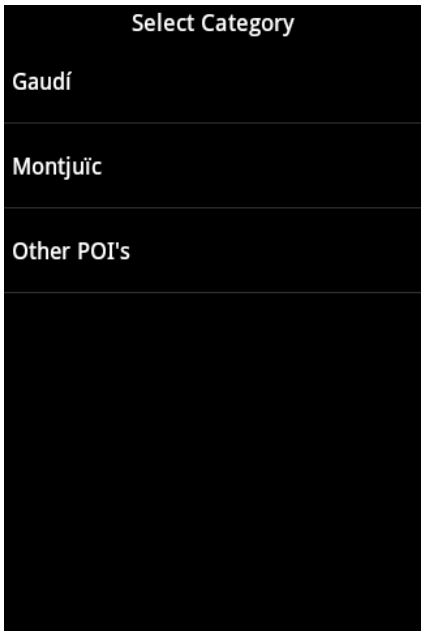
Un punt d'interès el podem posar com a preferit prement l'estrella de la part superior dreta de la pantalla que trobem a la seva informació. Un cop n'hem posat com a preferits, podem veure fàcilment quins són a través d'aquest filtre i d'aquesta manera poder-los localitzar ràpidament.



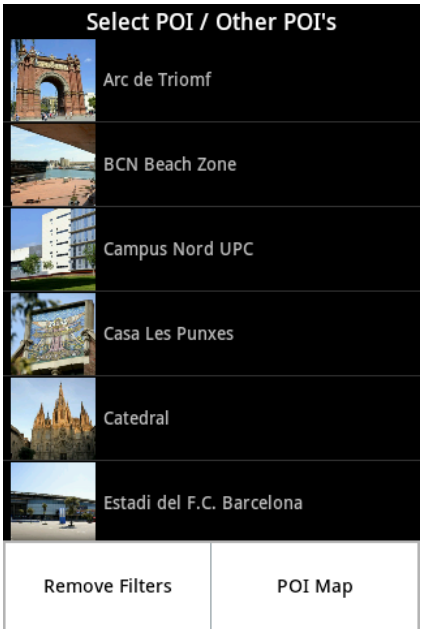
Aplicació 12 - Filtre preferits

7.2.2.3. Filtre Categories

Si desitgem filtrar per categories, ens apareix un llistat amb les categories disponibles i quan premem en una d'elles, passem als resultats del filtre, mostrant-se a la part superior quina categoria estem visualitzant.



Aplicació 14 - Filtre categories



Aplicació 13 - Filtrat categories

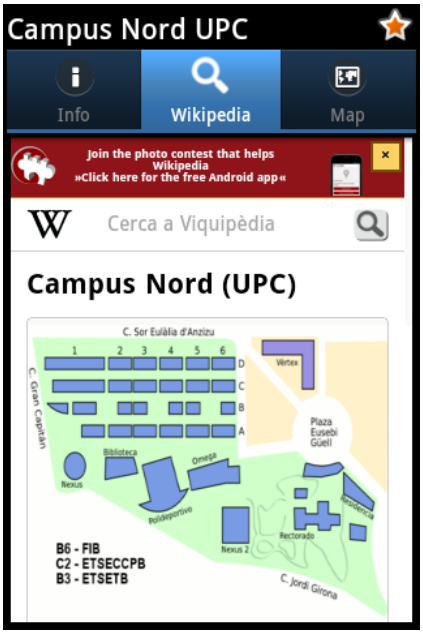
7.2.3. Informació

Quan seleccionem un punt d'interès, podem veure la informació, en la qual disposem d'una descripció del punt d'interès, una galeria d'imatges del punt d'interès actual que podem veure desplaçant el dit cap a la dreta/esquerra per sobre la imatge, la possibilitat de valorar-lo a la part inferior d'aquest i de posar-lo com a preferit prement l'estrella que trobem a la part superior dreta de la pantalla.

Hem trobat interessant disposar d'una opció de cerca d'informació del punt d'interès mitjançant la Wikipedia per si l'usuari vol disposar de més informació. Així com un mapa que mostri la localització del punt que estem mirant.

Si l'usuari desitja anar al punt d'interès del qual està veient la informació, només cal que aquest premi el botó de menú del seu dispositiu i a continuació seleccioni "Generar Ruta".

Aplicació 16 - Informació



Aplicació 15 - Informació Wikipedia

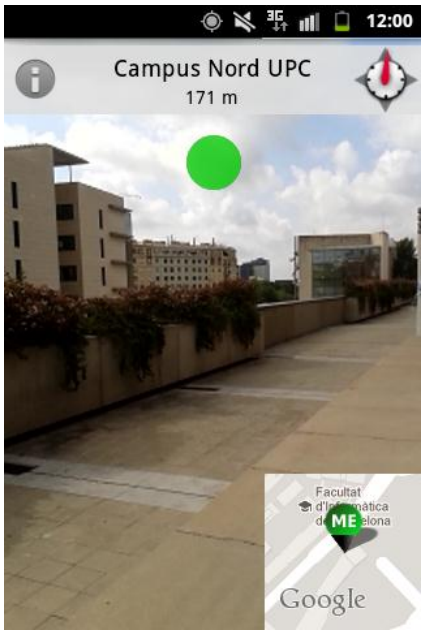
Aplicació 17 - Informació Mapa

7.2.4. Localització punt d'interès amb RA

La segona opció que podem realitzar a la llista dels punts d'interès, és anar a un d'ells, com es pot veure, en desplaçar-nos a un punt d'interès anem a la pantalla principal de l'aplicació, però apareixerà una informació diferent.

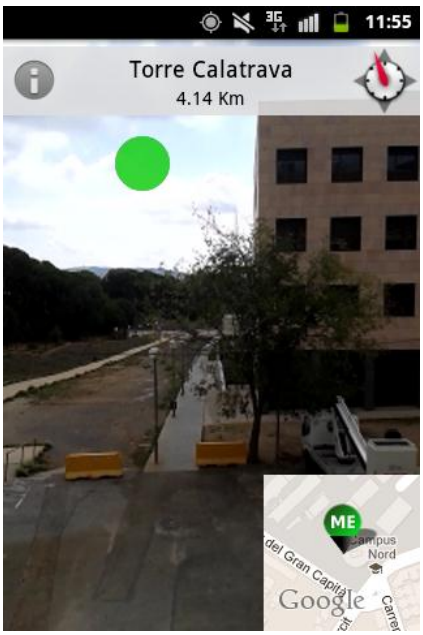
A la part superior dreta de la pantalla, la brúixola ens indica cap a on està el punt d'interès que estem cercant i quan aquest es troba a dins de la pantalla, es mostra la indicació.

Aplicació 19 - Cerca POI amb RA



Aplicació 22 - Visualització POI RA

Aplicació 18 - Opcions selecció

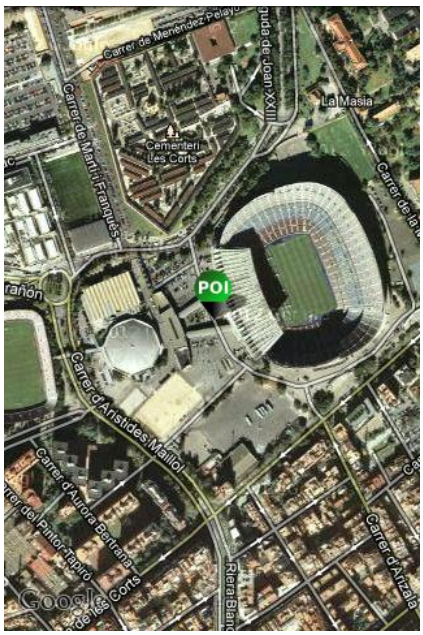


Aplicació 21 - Exemple Torre Calatrava

Aplicació 20 - Exemple Estadi F.C.B.

Si quan ens estem dirigint a un punt d'interès premem el mapa, en aquest cas ens apareixerà una opció nova en el menú inferior, i podrem localitzar ràpidament on és el punt d'interès i a on som nosaltres.

Aplicació 24 - Mapa opcions



Aplicació 23 - Mapa POI

També, podem visualitzar la informació del punt d'interès a la part inferior de la pantalla, la qual podem ampliar tocant sobre l'àrea on aquesta es mostra i deixar de mostrar tocant a qualsevol altra part de la pantalla.

En les següents imatges podem observar el menú del que disposem a la pantalla principal per anar a les altres pantalles de l'aplicació, l'àrea d'informació i a la última la protecció de sortida accidental de l'aplicació en prémer el botó d'anar enrere del dispositiu.

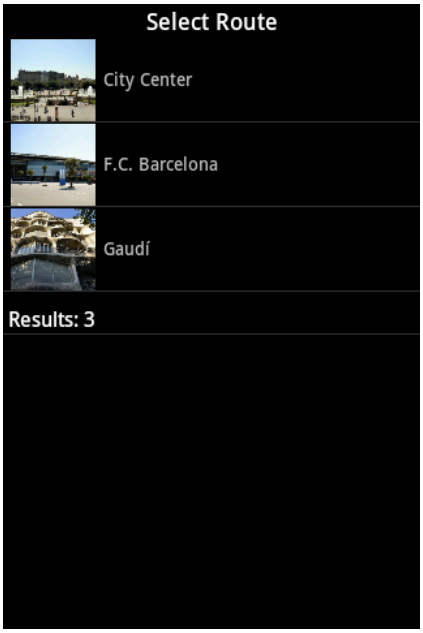
Aplicació 25 - Menú pantalla principal

Aplicació 26 - Informació POI amb visualització de RA

Aplicació 27 - Comprovació sortir de l'aplicació

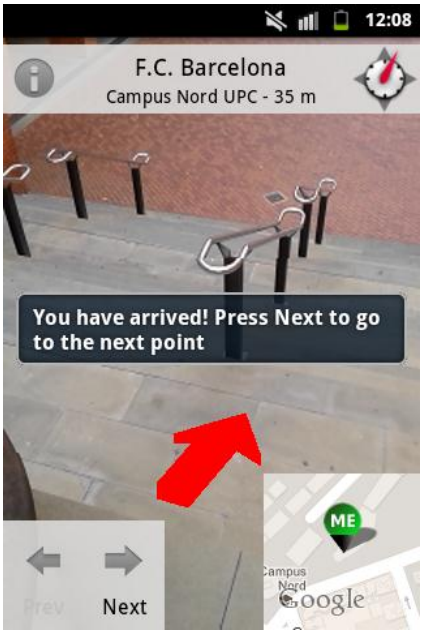
7.2.5. Rutes

Si volem realitzar una ruta, podem escollir d'entre les que podem veure a la llista. Un cop s'ha seleccionat una, podem veure que apareix una fletxa en 3D a la vorera, aquesta ens indica cap a on ens hem de dirigir per anar d'un punt de la ruta fins al següent. Un cop ens apropem a un punt de la ruta, el dispositiu realitzarà unes vibracions per indicar-nos que hem arribat i que podem passar al següent punt si ho desitgem. Una altra indicació a través d'un diferent patró de vibració del dispositiu serà quan el següent punt de la ruta coincideixi amb un punt d'interès.



Aplicació 29 - Llista rutes

Aplicació 28 - Ruta



Aplicació 30 - Ruta missatge següent punt

Si quan estem en una ruta premem el mapa, podem veure la nostra localització juntament amb els diversos punts que composen la ruta que estem realitzant.

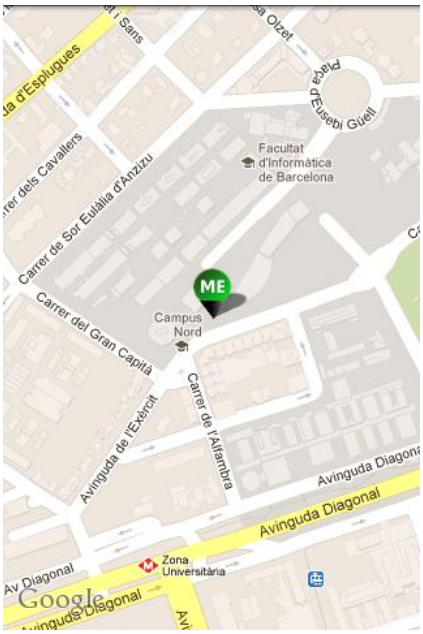
Aplicació 31 - Mapa punts de ruta

7.2.6. Mapes

Hem pogut veure que en diverses pantalles de l'aplicació s'accedeixen els mapes, aquests a més de permetre'ns veure la localització de diferents punts i la nostra, podem triar la forma de visualitzar el mapa, si en mode de vista de satèl·lit o mode mapa de carrers, com es pot veure a les següents il·lustracions:

Aplicació 32 - Tipus de mapa

Aplicació 34 - Mapa satèl·lit

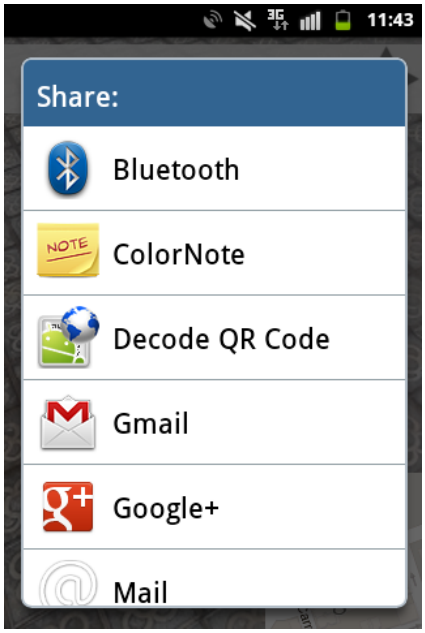


Aplicació 33 - Mapa vista carrers

7.2.7. Compartir

Avui en dia, amb la gran expansió que hi ha hagut de les xarxes socials, hem cregut que es podria afegir l'opció que l'usuari que vulgui pugui dir que està usant aquesta aplicació per fer turisme per la ciutat de Barcelona.

Quan l'usuari vulgui compartir, es mostraran totes les aplicacions que el mòbil disposi per enviar un text, com per exemple Twitter i enviar el missatge al món o a una persona en concret, això ja és preferència de l'usuari.

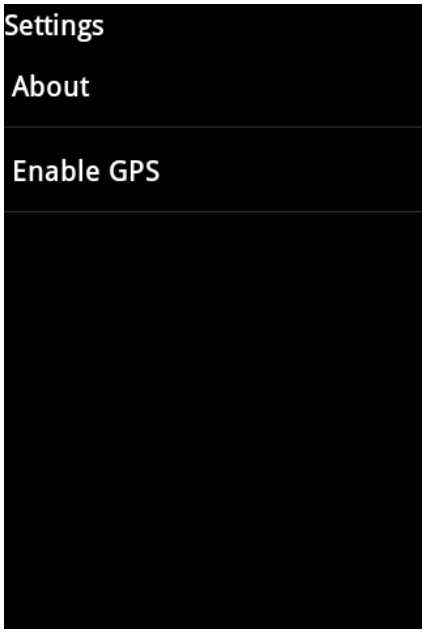


Aplicació 35 - Opcions compartir

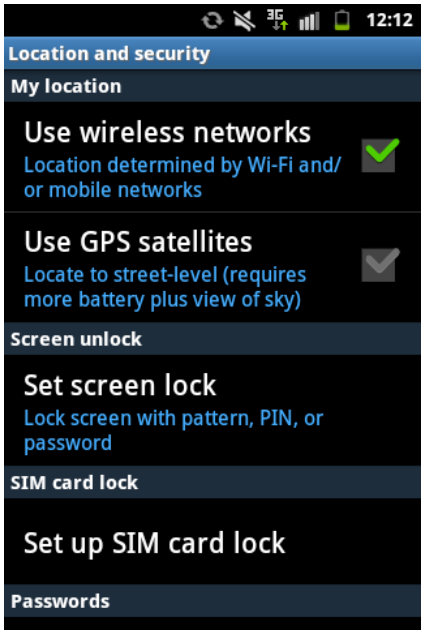
Aplicació 36 - Missatge compartir

7.2.8. Configuració

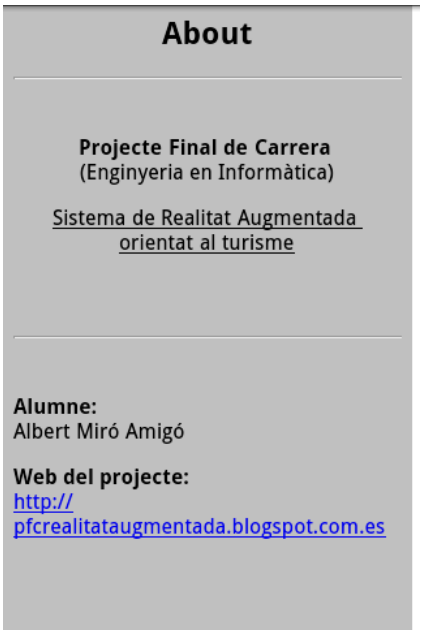
A través de la pantalla de configuració, podem visualitzar el "About" de l'aplicació i activar el GPS del dispositiu si no el teníem activat.



Aplicació 37 – Configuració



Aplicació 38 - Configuració GPS



Aplicació 39 - About

8. Implementació

8.1. Introducció

El desenvolupament d'aquest projecte ha estat una tasca continua d'aprenentatge, el fet que s'hagués començat aquest projecte sense coneixements previs de l'Android SDK ni de realitat augmentada, ha aportat aspectes positius en aquest i també de negatius, ja que no tenia l'experiència que em permetia avançar en ell amb continuïtat o bé la dificultat en trobar solucions a problemes senzills i de no tant senzills, però tots aquests ha mesura que s'ha anat convivint amb aquest s'han anat solucionant i els problemes que semblaven més complicats inicialment s'han pogut desenvolupar amb certa facilitat.

Tot i així, com veurem a continuació, el camí per la realització d'aquesta aplicació no ha estat planer.

En aquest apartat descriurem breument els problemes d'implementació més rellevants que s'han trobat en el desenvolupament del projecte i com els hem solucionat.

8.2. Desenvolupament

8.2.1. Fer una pantalla amb capes

La primera dificultat que em vaig trobar va ser fer la primera pantalla de l'aplicació. Recordem que la pantalla principal de l'aplicació conté diversos elements, uns sobreposats a uns altres, això fa que s'hagi d'establir una jerarquia de capes, sabent exactament quina està per sobre de l'altra dins de la mateixa pantalla.

En Android hi ha diverses maneres d'aconseguir posar una capa sobre una altra, la primera aproximació que es va realitzar va ser crear la pantalla principal que contingués tan sols la vista de la càmera a través dels fitxers XML específics per la creació de pantalles i afegir a sobre d'aquesta una nova capa generada a través de codi en Java.

Aquesta primera aproximació no era la idònia ja que es generava un codi innecessari per una funció que et proporciona Android de forma més fàcil, adaptable i accessible.

En la següent pàgina podem veure un fragment de la definició de la pantalla principal de l'aplicació en el fitxer main.xml.

Els fitxers de pantalles s'han definir usant capes, Android ens dóna unes de preestablertes com ara RelativeLayout, que ens permet posar els elements a la pantalla amb posicions relatives on estan els altres elements o LinearLayout, que ens posa els elements com si es tractés d'una taula, un a sota de l'altra o bé un al costat de l'altra.

Les vistes es poden adaptar a les nostres finalitats i després afegir-les en el fitxer de definició de la pantalla. És el cas de pointsView que hem definit nosaltres o GLSurfaceView, vista per mostrar elements amb OpenGL que no ens donen per defecte.

Si ens fixem, primer trobem la capa on estarà la càmera de l'aplicació, la qual quedarà a sota de tots els elements, a continuació posem a sobre d'aquesta la capa per mostrar els elements sobreimpresos a la càmera amb la capa del GLSurfaceView i seguim el mateix procediment amb la capa pointsView. Aquests no tapen el que veiem a la càmera ja que els hi hem posat un fons transparent.

Més endavant en aquest fitxer afegim la barra de navegació, els espais on anirà la informació emergent i el mapa de la part inferior dreta de la pantalla.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2     <RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3           android:layout_width="fill_parent"
4           android:layout_height="fill_parent"
5           android:gravity="fill" >
6
7           <LinearLayout
8                 xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
9                 android:layout_width="fill_parent"
10                android:layout_height="fill_parent"
11                android:orientation="vertical" >
12
13                <SurfaceView
14                android:id="@+id/cameraView"
15                android:layout_width="fill_parent"
16                android:layout_height="fill_parent" />
17          </LinearLayout>
18
19          <android.opengl.GLSurfaceView
20                android:id="@+id/glView"
21                android:layout_width="fill_parent"
22                android:layout_height="fill_parent" />
23
24          <com.ar.arcguide.pointsView
25                android:id="@+id/pointsView"
26                android:layout_width="fill_parent"
27                android:layout_height="fill_parent" />
28
```

Fragment de codi 2 – Exemple definició pantalla en XML

8.2.2. Càmera

La càmera és una part essencial de l'aplicació i la que més complicat ha estat fer que funcionés correctament.

Després de realitzar la guia pas a pas que ofereix la comunitat d'Android Developers, en aplicar-lo en el projecte em vaig trobar que aquest no funcionava tal i com hauria de funcionar. I quan es realitzava algun canvi de pantalla o es marxava de l'aplicació el recurs de la càmera no havia estat alliberat correctament, a mesura d'anar cercant informació, vaig trobar que al mètode que allibera la càmera no l'allibera completament i deixava referències d'aquesta que provocaven errors, com ara que la instància de la càmera no es pogués tornar a adquirir i per tant que resultés en el millor dels casos que on s'hauria de mostrar la càmera, quedés negre.

Un altre problema que em vaig trobar va ser en l'ús de l'aplicació per realitzar fotografies del dispositiu mòbil, quan la càmera no quedava ben alliberada constava en el sistema que s'estava utilitzant quan aquesta ja no era usada, això feia que quan intentava obrir l'aplicació per realitzar fotos del mateix dispositiu, aquesta aplicació deixés de funcionar ja que la meva aplicació tenia el control de la càmera.

A mesura d'anar estudiant què fallava vaig poder solucionar els dos problemes que comentava anteriorment. La solució va ser administrar correctament els diferents estats que podia tenir la vista sobre la qual la càmera estava, fent comprovacions abans d'accedir-hi, aconseguint la instància quan aquesta vista es creava i quan aquesta es destruïa parar la càmera, alliberar-la i finalment posar la variable que la contenia a la referència nula.

8.2.3. Localització

La localització és una de les bases de l'aplicació, ja que si no es té una bona localització d'on és l'usuari no s'indicarà correctament on està el punt d'interès o el punt de ruta en el qual s'ha d'anar.

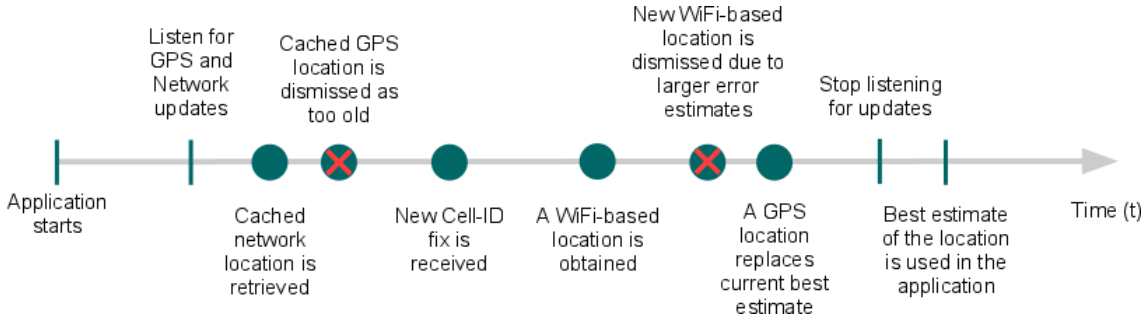
Aquesta funció la he realitzat seguint la guia pas a pas que podem trobar a Android Developers, fent els canvis necessaris per tal d'adaptar-la al projecte ja que ens ofereix una forma correcta de trobar la localització de l'usuari a través de la recepció de la detecció de la localització de l'usuari consultant la xarxa telefònica, xarxes WiFi i GPS, fent una consulta de si hi ha disponible una nova localització en intervals de 30 segons o bé si l'usuari s'ha desplaçat 50 metres, aquesta consulta fa que es consumeixi força bateria del dispositiu, ja que activa el receptor de WiFi, el de xarxa telefònica i el GPS del dispositiu. En aplicacions que es necessita disposar d'una localització a la vista, aquest paràmetre ha de ser més baix, en canvi, si no es necessària directament, es pot posar un interval més elevat.

Un dels problemes que hem trobat en la localització és què el dispositiu del qual es disposa per realitzar les proves és de gama baixa i per trobar una senyal GPS pot estar força estona cercant-la fins que no la ha trobat.

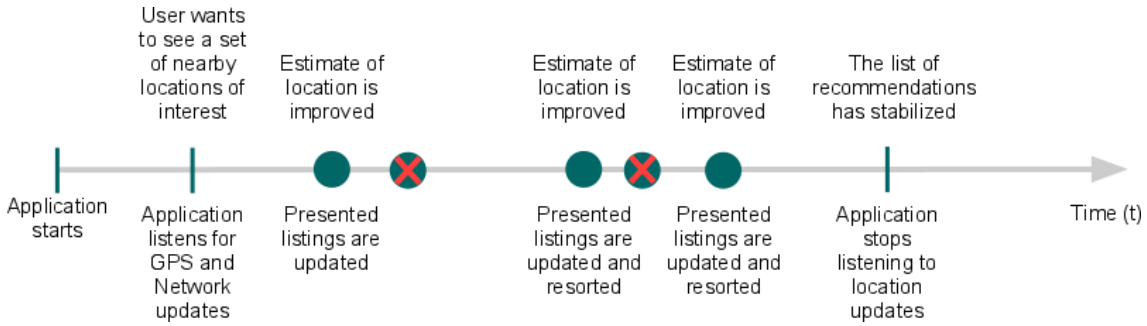
Gràcies a disposar de les actualitzacions de localització basades en la xarxa, s'aconsegueix trobar a on és l'usuari en un radi de 500 metres aproximadament, això provoca que si s'està relativament a prop d'on és el punt d'interès et digui que el punt d'interès està al teu darrere

quan realment estàs físicament al seu davant. Quan es troba la senyal amb la localització correcta es soluciona i indica correctament on l'usuari es troba.

En els següents gràfics es pot observar com funciona la localització en l'aplicació, en el primer d'ells es pot veure què realitza l'aplicació internament i en el segon que es correspon amb el que està fent l'usuari.



Il·lustració 8-1 - Localització respecte el temps. Extret de (Android Deveopers)



Il·lustració 8-2 - Localització respecte el temps, exemple pràctic. Extret de (Android Deveopers)

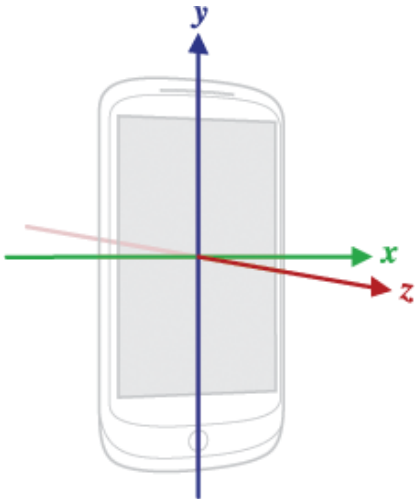
8.2.4. Sensors orientació

Per disposar de l'orientació en la qual està el dispositiu cal consultar en el sensor d'orientació, aquest disposa de tres eixos dels quals podem llegir la seva orientació.

Les lectures que ens dona són en graus, els components que usem pel projecte són els següents:

- Rotació en l'eix Z per la brúixola i la indicació de cap a on estan els punts d'interès. (Nord = 0º, Est = 90º, Sud = 180º i Oest = 270º).

- Rotació en l'eix X per trobar la inclinació del dispositiu.



Il·lustració 8-3 - Eixos del dispositiu. Extret de (Android Deveopers)

8.2.5. Mapes

Per poder utilitzar els mapes de Google, els anomenats Google Maps, són necessàries diverses accions prèvies per tal que aquests funcionin a l'aplicació.

En primer lloc s'ha de demanar una clau per poder usar la API de Google Maps, un cop has rebut aquesta clau que va associada amb la clau amb la que signes la teva aplicació, els mapes començaran a descarregar-se d'Internet i l'usuari els podrà veure en l'aplicació.

Si no es demana la clau, es permet posar el mapa a l'aplicació, però aquest no es descarrega quan l'estàs utilitzant i per tant no pots veure'l correctament.

8.2.6. Indicació Punts d'Interès

La indicació que es realitza dels punts d'interès es fa a través de la vista pointsView, la indicació es mou cap a la dreta o cap a l'esquerra depenent de l'orientació del dispositiu i aquesta desapareix quan l'usuari està enfocant el dispositiu cap a una direcció en el qual el punt d'interès es troba a més de 45° del centre.

8.2.7. Rutes

En les rutes també s'utilitza el sensor d'orientació per tal d'enfocar la fletxa cap a la direcció on està el punt d'interès, però aquí també es té en compte la inclinació del dispositiu per ajustar el model perquè aquest sembli que està integrat al terra.

Pel desenvolupament de la fletxa en 3D s'ha utilitzat el programa de modelatge 3D Blender, i després per poder-lo utilitzar a l'aplicació es va convertir a coordenades usant una aplicació anomenada "obj2opengl" en el qual li passes el model en format .obj i et retorna les coordenades d'aquest en C per tal de poder-les incorporar en el teu projecte. En realitzar-se amb Java es va haver de fer la conversió de C a Java també.

En les rutes s'ha permès a l'usuari poder canviar de punt de ruta manualment a través de dos botons, un per anar endavant i un altre per anar endarrere. Quan el punt de ruta actual conté un punt d'interès es realitza un patró de vibració concret per indicar-ho i quan s'arriba al punt de ruta, es realitza un altra patró diferent per tal d'informar a l'usuari que ja ha arribat i informar que ja pot avançar al següent punt.

8.3. Ampliacions realitzades

Recordem breument els objectius inicials d'aquest projecte, crear una aplicació de realitat augmentada que permetés als usuaris orientar-se en un entorn desconegut i visitar punts d'interès prèviament fixats o recórrer rutes ja carregades. Per assolir-ho es van desglossar els següents objectius:

- Geo-localització de l'usuari, indicació d'on estan els punt d'interès i distància.
- Poder visualitzar informació dels punts d'interès (imatges i descripció).
- Visualització d'on es localitza el punt d'interès usant realitat augmentada.
- Rutes turístiques preestablertes a peu, les quals inclouran diversos punts d'interès de la ciutat i les indicacions es mostraran amb realitat augmentada.

Respecte als punts inicials marcats, s'han realitzat un conjunt d'ampliacions en l'abast del projecte per tal de millorar la qualitat, usabilitat i funcions que ens pot oferir l'aplicació realitzada.

S'han afegit els següents elements (molts dels quals hem pogut veure a 7.2):

Noves funcions:

- **Pantalla inicial de càrrega** a l'aplicació, aquesta ofereix a l'usuari una pantalla inicial mentre l'aplicació comença a carregar-se, això fa que mentre l'usuari espera que es carregui no es mostri una pantalla totalment negra durant uns instants, que pot produir que aquest es pensi que l'aplicació ha deixat de funcionar.
- **Mode de navegació amb brúixola**. En aquest mode es podrà visualitzar una brúixola davant de la imatge de la càmera del dispositiu. Es mostrarà quan l'usuari no estigui veient un punt d'interès amb realitat augmentada o seguint una ruta. D'aquesta forma l'aplicació pot servir per orientar-se fins i tot si no hi ha cap tipus de connexió a Internet.
- **Compartició en xarxes socials.** Es permet compartir l'ús de l'aplicació a través de les aplicacions que estan instal·lades en el dispositiu.
- **Activació del GPS del dispositiu a través de l'aplicació**. A través de la pantalla d'ajustaments es permetrà activar el GPS del dispositiu o desactivar-lo.
- **Mapa de localització de l'usuari i punt/s**. S'ha afegit en el mapa el poder enfocar directament a la localització de l'usuari o bé a la del punt d'interès que s'està anant. En el cas de les rutes es mostra la localització de l'usuari conjuntament amb tots els punts de la ruta.

Llistat dels punts d'interès:

- **Filtres**. S'han creat tres filtres per tal de poder visualitzar una selecció dels punts d'interès segons les nostres preferències. Els filtres són per categoria, proximitat i preferits.

- **Mapa general**. Mapa on es mostren tots els punts d'interès que hi ha a l'aplicació juntament amb la posició actual de l'usuari.

- **Indicació del nombre de resultats mostrats i navegació al primer element de la llista.** Permet a l'usuari anar al primer element de la llista quan ha arribat al final de forma ràpida i veure el nombre d'elements que s'estan mostrant.

Informació dels punts d'interès:

- **Preferits**. Es permet marcar un punt d'interès com a preferit a través d'una estrella a la part superior de la pantalla.

- **Wikipedia.** S'ha afegit una pestanya web per tal de poder cercar informació a la Wikipedia sense haver de sortir de l'aplicació.

- **Mapa.** Pestanya amb un mapa amb la localització del punt d'interès.

Rutes:

- **Vibració en les rutes amb dos patrons**. Es realitza una vibració concreta quan els següent punt de ruta és un punt d'interès i un altre diferent quan l'usuari està a prop del punt de ruta al qual s'està dirigint. D'aquesta manera si l'usuari no vol estar mirant el seu dispositiu, pot ser informat d'aquesta manera.

- **Informació en punts de ruta**. Possibilitat de veure informació en alguns punts de ruta pels quals es passa a la part inferior de la pantalla.

Mapes:

- **Selecció mode de mapa**. Es permet seleccionar com es vol visualitzar el mapa, si amb mode satèl·lit o bé amb mode plànol de carrers.

8.4. Feina descartada

Tot i les ampliacions que s'han realitzat, s'havien fet d'altres també que al final no han pogut ser incorporades en el projecte final per diferents raons.

8.4.1. Visualització de models 3D de punts d'interès

L'ampliació constava que a partir d'uns models en 3D de diferents punts d'interès de la ciutat donats amb format vrml, poder-los visualitzar, ampliar i rotar.

D'aquesta es va poder fer la conversió del model a un format vàlid per poder-lo utilitzar a través d'OpenGL ES 1.0 i es va poder visualitzar en el dispositiu.

El principal problema va ser afegir la textura en el model, que en la conversió d'un format a un altre aquesta es perdia i no es podia posar en el model 3D, per això s'ha descartat.

8.4.2. Realitzar fotos des de l'aplicació

L'ampliació constava de poder obrir el programa per fer fotos del dispositiu a través de l'aplicació que es desenvolupava.

Aquesta ampliació es va poder realitzar completament i en el dispositiu en el qual es provava l'aplicació en la major part dels casos funcionava correctament. S'ha decidit descartar-la ja que en realitzar més proves amb el dispositiu s'ha detectat que en alguns casos fallava i es tancava l'aplicació de forma inesperada.

En provar-ho amb altres dispositius també donava diversos problemes. Per millorar l'estabilitat de l'aplicació i la compatibilitat d'aquesta en altres dispositius, s'ha rebutjat.

8.5. Proves

S'han realitzat una sèrie de proves per assegurar el correcte funcionament de l'aplicació. Són les que a continuació detallem:

8.5.1. Generació ruta a un punt d'interès

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la llista dels punts d'interès a través del menú i s'ha seleccionat un punt d'interès al atzar. A continuació s'ha elegit generar la ruta cap a ell per veure si indicava correctament on aquest es trobava i funcionava tant el mapa com la informació a través de la pantalla amb la indicació amb realitat augmentada d'on es trobava.

Resultat:

Es mostra correctament la indicació cap a on està el punt d'interès, la informació i el mapa.

Si no s'utilitza el GPS per trobar la localització i només s'utilitzen les xarxes telefòniques, la major part de proves dóna un resultat erroni d'on es troba l'usuari, fent que en algunes ocasions (quan l'usuari es troba relativament a prop del punt d'interès) no s'indiqui correctament on és.

Això és per la imprecisió d'aquest tipus de localització però útil per indicar aproximadament on es troba l'usuari. Si es realitza usant el GPS els resultats són els esperats.

8.5.2. Visualització informació punts d'interès

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la llista dels punts d'interès a través del menú i s'ha seleccionat un punt d'interès al atzar. A continuació s'ha elegit veure la informació del punt d'interès.

Resultat:

S'ha navegat per la informació i s'ha valorat el punt d'interès satisfactòriament.

8.5.1. Filtres en els punts d'interès

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la llista dels punts d'interès a través del menú i a continuació s'ha entrat en els filtres usant el menú. S'ha provat cada un dels filtres dels que es disposen, començant pel de proximitat, després el de categories i finalment el de preferits.

Resultat:

El filtre de proximitat ha funcionat correctament, prement en el mapa que es mostra aquest s'ha ampliat com era esperat i a l'anar enrere s'ha realitzat el filtre. El filtre de categories ha funcionat correctament mostrant només els punts que pertanyien a la categoria escollida i finalment en el filtre de preferits inicialment no s'ha mostrat cap punt ja que no n'hi havia cap posat com a preferit, s'han seleccionat uns quants de forma aleatòria que s'han posat com a preferits i s'ha tornat a realitzar el filtre per preferits, mostrant els resultats correctes.

8.5.2. Generació d'una ruta

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la llista de rutes a través del menú i s'ha seleccionat una a l'atzar. S'ha navegat per la ruta, s'ha provat què passa quan l'usuari arriba a un punt de ruta i s'ha desplegat la informació en el cas que n'hi hagi disponible.

Resultat:

Durant les proves es va detectar un error que es donava quan es marxava de l'aplicació i s'hi tornava mentre estava en les rutes, aquest era per una referència incorrecte en el codi.

Un cop aquest error es va solucionar, la resta de proves van funcionar correctament.

8.5.3. Correcte indicació de la brúixola

Descripció:

Provar que la brúixola indica correctament el nord tal i com ho faria una brúixola analògica.

Resultat:

Es va provar posant al costat del dispositiu una brúixola i els dos indicaven cap a la mateixa direcció, constatar que el dispositiu a vegades quedava desviat uns pocs graus d'on la brúixola estava indicant.

8.5.4. Compartició

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la funció per compartir i s'ha enviat un correu i s'ha generat un tuit.

Resultat:

S'ha creat correctament el missatge a enviar tant pel correu com del tuit, podent-se compartir satisfactòriament l'ús de l'aplicació.

8.5.5. Mapes

Descripció:

Des de la pantalla principal de l'aplicació, s'ha accedit a la funció de mapes a través del menú i prement a sobre del mapa. Un cop allà s'han provat les diferents funcions.

Resultat:

El mapa ha funcionat correctament, s'ha pogut trobar la localització de l'usuari i la dels punts d'interès, també a funcionat satisfactòriament el canvi de mode de satèl·lit a plànol de carrers.

8.5.6. Dispositius

Descripció:

S'ha donat l'aplicació a diversos usuaris per tal que la provessin amb diferents dispositius.

Resultat:

L'aplicació ha funcionat correctament en els següents dispositius:

- Samsung Galaxy Mini
- Samsung Galaxy Ace
- HTC Desire
- GeekPhone
- Sony Xperia S

9. Planificació i valoració econòmica

9.1. Planificació final

En la planificació final del projecte s'han pogut observar alguns canvis respecte el temps inicial estipulat.

Les tasques que s'han vist afectades han estat les següents:

- Aprenentatge Android. La corba d'aprenentatge del SDK d'Android per començar a realitzar aplicacions és molt més pronunciada del que inicialment esperava, això ha comportat que es tardés uns dies més dels inicialment planificats.
- El desenvolupament d'algunes funcions també s'han allargat una mica més i altres s'han reduït, a més, la implementació de la base de dades ha estat més costosa del que inicialment s'havia previst.
- Ampliacions del projecte. En disposar de temps per l'entrega del projecte, es van realitzar més ampliacions, acordades amb el client.
- Proves. En canviar el temps de les ampliacions del projecte, s'ha hagut d'allargar el període de proves d'aquest.

El desglossament d'hores amb els canvis és el següent:

Etapes	Dies	Hores / Dia	Totals Hores
Fase inicial + planificació + inici d'especificació i disseny	23	9	207
Fase d'especificació i disseny i inici desenvolupament	22	9	198
Fase de desenvolupament	126	7	882
Fase de tancament	9	6	54
TOTAL:	180 DIES		1341 HORES

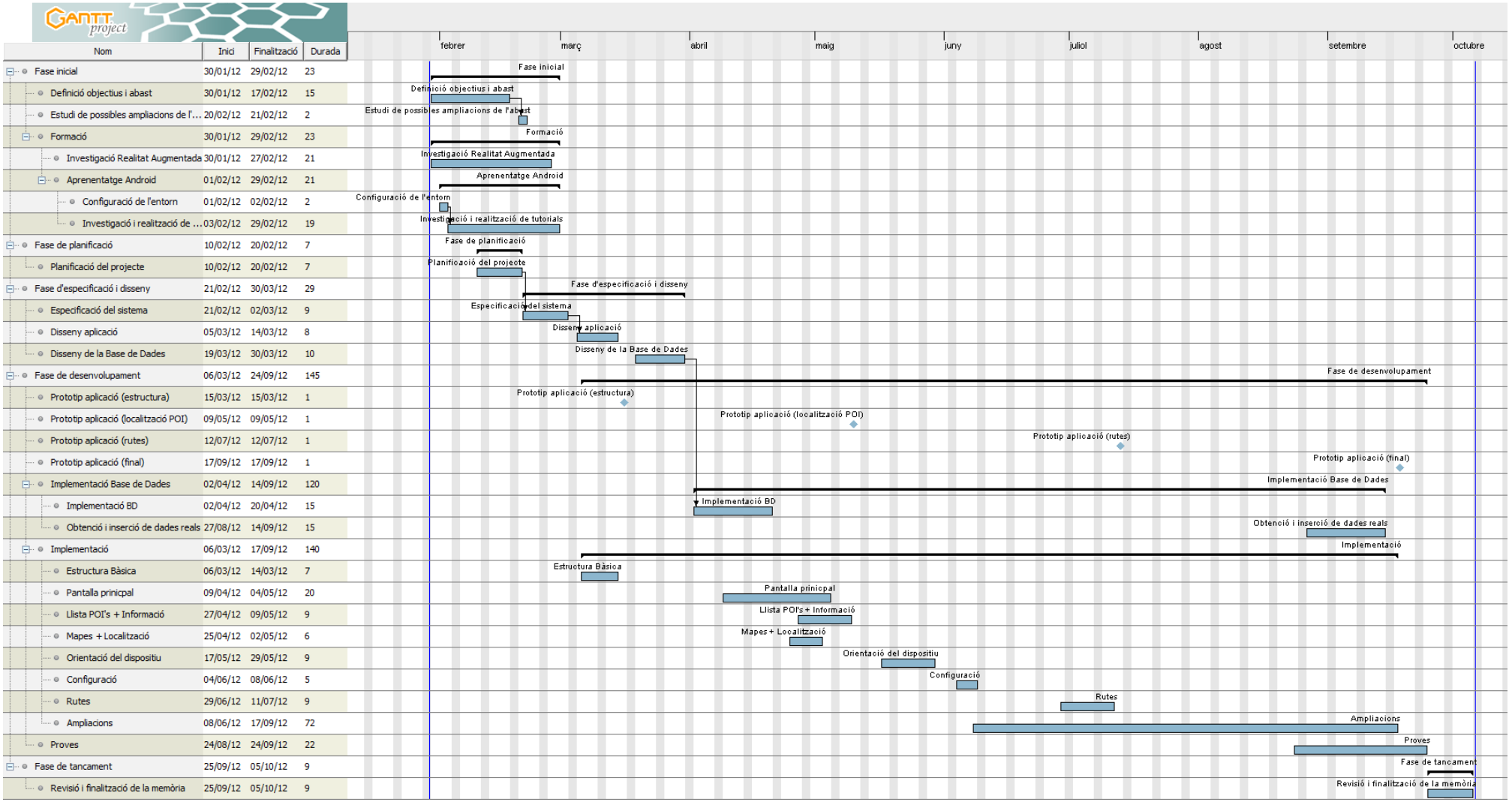
Taula 4 - Repartiment final d'hores

ID	Etapes	Rol	ID paral·lel	Dies	H/Dia	Total
T1	**Inicial**			**23**		
T1.1	Objectius i Formació	**R1**	NA	9	9	81
T1.2	Objectius i Formació	**R1**	T2.1	7	4	28
T1.3	Ampliacions Abast i Formació	**R1**	T3.1	7	4	28
T2	**Planificació**			**7**		
T2.1	Planificació del projecte	**R1**	T1.2	7	5	35
T3	**Especificació i disseny**			**29**		
T3.1	Especificació i Disseny	**R2**	T1.3	7	5	35
T3.2	Especificació i Disseny	**R2**	NA	3	9	27
T3.2	Disseny	**R2**	T4.1	19	4,5	85,5
T4	**Desenvolupament**			**145**		
T4.1	1er Prototip i estructura	**R3**	T3.2	19	4,5	85,5
T4.2	Implementació	**R3**	NA	115	7	805
T4.3	Proves	**R4**	NA	11	7	77
T5	**Tancament**			**9**		
T5.1	Revisió i finalització	**R1**	NA	9	6	54
TOTAL:						**1341 HORES**

Taula 5 - Repartiment final d'hores detallat

En la següent pàgina podem observar el diagrama de Gantt de la planificació final del projecte.

9.2. Diagrama de Gantt



Nom	Inici	Finalització	Durada
Fase inicial	30/01/12	29/02/12	23
Definició objectius i abast	30/01/12	17/02/12	15
Estudi de possibles ampliacions de l'...	20/02/12	21/02/12	2
Formació	30/01/12	29/02/12	23
Investigació Realitat Augmentada	30/01/12	27/02/12	21
Aprenentatge Android	01/02/12	29/02/12	21
Configuració de l'entorn	01/02/12	02/02/12	2
Investigació i realització de ...	03/02/12	29/02/12	19
Fase de planificació	10/02/12	20/02/12	7
Planificació del projecte	10/02/12	20/02/12	7
Fase d'especificació i disseny	21/02/12	30/03/12	29
Especificació del sistema	21/02/12	02/03/12	9
Disseny aplicació	05/03/12	14/03/12	8
Disseny de la Base de Dades	19/03/12	30/03/12	10
Fase de desenvolupament	06/03/12	24/09/12	145
Prototip aplicació (estructura)	15/03/12	15/03/12	1
Prototip aplicació (localització POI)	09/05/12	09/05/12	1
Prototip aplicació (rutes)	12/07/12	12/07/12	1
Prototip aplicació (final)	17/09/12	17/09/12	1
Implementació Base de Dades	02/04/12	14/09/12	120
Implementació BD	02/04/12	20/04/12	15
Obtenció i inserció de dades reals	27/08/12	14/09/12	15
Implementació	06/03/12	17/09/12	140
Estructura Bàsica	06/03/12	14/03/12	7
Pantalla prinicpal	09/04/12	04/05/12	20
Llista POI's + Informació	27/04/12	09/05/12	9
Mapes + Localització	25/04/12	02/05/12	6
Orientació del dispositiu	17/05/12	29/05/12	9
Configuració	04/06/12	08/06/12	5
Rutes	29/06/12	11/07/12	9
Ampliacions	08/06/12	17/09/12	72
Proves	24/08/12	24/09/12	22
Fase de tancament	25/09/12	05/10/12	9
Revisió i finalització de la memòria	25/09/12	05/10/12	9

9.3. Valoració econòmica

Un cop sabem tota la feina que implica el projecte, poden realitzar la valoració econòmica d'aquest. Per realitzar-la hem de tenir en compte els recursos humans emprats i els recursos materials.

9.3.1. Recursos humans

En aquest projecte, en tractar-se del projecte final de carrera, només hi ha hagut una persona treballant-hi (amb la supervisió del tutor del projecte). S'han hagut d'assumir diferents rols per tal del correcte desenvolupament del mateix. Podem veure una aproximació dels costos segons els diferents rols que s'han hagut d'assumir:

ID Rol	Recurs	Salari
R1	Cap de projecte	65 €/h
R2	Analista / Dissenyador	45 €/h
R3	Programador	30 €/h
R4	Tester	20 €/h

Taula 6 - Rols

Si sumem les hores que desenvolupa cada rol en la taula de repartiment d'hores i ho multipliquem pel salari per hora de cada rol obtenim el següent desglossament de costs:

ID Rol	Hores Totals	Salari €/h	Total €
R1	226	65	14.690,00
R2	147,5	45	6637,5
R3	890,5	30	26.715,00
R4	77	20	1.540,00
			49.582,50

Taula 7 - Valoració econòmica segons hores i rols

Com podem observar, el cost dels recursos humans és de **49.582,50 €.**

9.3.2. Recursos materials

A part dels recursos humans, són necessaris un recursos materials per poder portar a terme el projecte.

Per elaborar la següent taula s'han calculat els costos de l'entorn de treball que s'ha utilitzat per l'elaboració del projecte:

Recursos	Preu
Ordinador portàtil	999 €
Pantalla externa	349 €
Càmera per realitzar fotos	500 €
Samsung Galaxy Ace	199 €
Samsung Galaxy Mini	139 €
TOTAL	**2.186,00 €**

Taula 8 - Valoració econòmica recursos

9.3.3. Cost Total

Per tant, si tenim en compte els costs humans i materials del projecte aquest té un cost total de 49.582,50 € + 2.186,00 € = **51.768,50 €**

10. Conclusions i treball futur

10.1. Conclusions

Un projecte final de carrera per sí ja és un gran repte en el qual l'estudiant s'ha d'enfrontar en finalitzar els seus estudis. En aquest projecte vaig voler aprendre noves tecnologies les quals desconeixia, com era el desenvolupament per dispositius mòbils amb el sistema operatiu Android i la segona d'elles la realitat augmentada, una tecnologia que havia sentit a parlar, però no havia pogut experimentar i conèixer a fons abans de endinsar-me en l'aventura de fer aquest projecte.

Amb la realització d'aquest projecte he tingut l'oportunitat per poder aprendre a desenvolupar aplicacions per Android i desenvolupar un sistema de realitat augmentada per aquest sistema operatiu des de zero. El dia en el què se'm va proposar realitzar aquest projecte, el primer que vaig pensar és que no sabia com fer res, aquest repte va ser el que em va fer tirar endavant en aquest projecte així com les ganes d'aprendre i millorar en el possible.

Un projecte final de carrera no és un camí sense entrebancs, en moltes ocasions m'he trobat problemes que m'han fet aturar durant dies sense poder avançar, tasques que no m'han agradat tant, d'altres que m'han agradat més i altres que m'han fet estar immers en el projecte sense adonar-me'n de l'hora que era.

Cal dir que aprendre Android és una de les tasques que més m'ha costat, tenint aquest una corba d'aprenentatge força inclinada, però al final crec que puc dir que ho he aconseguit i no només això, sinó poder fer una aplicació útil usant realitat augmentada per un dels sectors que tot i la crisi actual en el país continua en augment, el turisme.

Personalment estic molt satisfet dels resultats obtinguts, finalment s'ha pogut fer l'aplicació amb els objectius inicials satisfactòriament, i no només això, sinó que també he pogut ampliar-lo amb les funcions que més il·lusió i ganes tenia d'afegir en aquest projecte. Fins i tot sabent-me greu haver de parar d'ampliar i millorar el projecte, ja què hi ha un moment en el que s'ha de tancar, ja que sinó a hores d'ara encara estaria realitzant el projecte i al final aquest s'eternitzaria.

Per finalitzar aquestes conclusions m'agradaria afegir que gràcies als coneixements adquirits en la realització d'aquest projecte, actualment estic treballant en una empresa que realitza aplicacions de realitat augmentada per dispositius mòbils i des del Juny he hagut de compaginar la feina amb la finalització d'aquest projecte, el que m'ha permès veure com aquesta tecnologia s'aplica en el mon laboral i la relació directa amb el projecte amb el qual durant aproximadament els vuit anteriors mesos he estat treballant.

En el següent apartat presentarem algunes línies de futur per continuar millorant el projecte.

10.2. Treball futur

Com tot projecte en les seves primeres versions té molt camí endavant per millorar i incorporar noves funcions. El llarg d'aquest projecte han anat apareixent una sèrie d'aspectes que es podrien millorar i d'altres que es podien afegir en un futur, a continuació detallaré quin és el treball futur en aquest:

- Per falta de dispositius, no s'ha pogut provar en una gran varietat l'aplicació, per tant un punt que estaria bé de realitzar és provar l'aplicació en una gama més extensa de dispositius i comprovar què tots els elements es mostren correctament i l'aplicació té el funcionament esperat.

- En la cerca de punts d'interès, es mostra un cercle verd a sobre d'aquest, aquest s'orienta només segons l'angle que hi ha entre la posició del dispositiu i el punt d'interès, per millorar l'experiència de l'usuari s'hauria de desplaçar també segons la inclinació del dispositiu, és a dir, si aquest està mirant cap a dalt, el punt es desplacés a la part inferior de la pantalla i viceversa.

- En les rutes, s'hauria de millorar la fletxa en 3D que apareix, pels pocs coneixements en modelat en 3D no es va poder realitzar una fletxa millor, el que fa que segons l'angle en el que està aquesta no es vegi correctament cap a on està indicant.

- En quan a processat de models 3D seria convenient estudiar els límits que hi ha per mostrar un model usant OpenGL ES 1.0 en quan a consum de memòria del dispositiu, com mostrar un model complex sense haver de fer la conversió a coordenades i com afegir una textura a aquest.

- En la localització, s'hauria d'investigar de forma més detallada la precisió què té i com millorar-la en la mesura del possible.

- Seria interessant poder afegir models 3D dels punts d'interès en el lloc on aquests es troben físicament i que l'usuari i pogués interactuar, fent rotació, ampliació, etc.

- Actualment l'aplicació s'ha desenvolupat tant sols en un sol idioma, una possible ampliació seria poder canviar l'idioma.

- Al llarg del projecte es va desenvolupar l'ampliació per poder realitzar fotografies a través de l'aplicació, però per compatibilitat d'aquesta es va eliminar. S'hauria d'investigar com poder-la introduir i que funcionés correctament en tots els casos.

11. Bibliografia i referències

11.1. Obres consultades i recursos electrònics

10 iPhone Apps That Will Make You Feel Like You're In The Future Through Augmented Reality. s.f. 2012 <http://www.businessinsider.com/best-augmented-reality-apps-for-iphone-and-ios-2011-3#>.

Agile Development. s.f. 2012 <http://4.bp.blogspot.com/-uhNfqzdBRhI/T3GptjP7i0I/AAAAAAAAAI0/GTYy9JiW4IU/s1600/AgileDevelopment.png>.

Agile For All. s.f. 2012 <http://www.agileforall.com/wp-content/uploads/2009/03/scrum_process_big.jpg>.

Android ADB. s.f. 2012 <http://android-dls.com/wiki/index.php?title=ADB>.

Android Asset Studio. s.f. 2012 <http://android-ui-utils.googlecode.com/hg/asset-studio/dist/index.html#group-icon-generators>.

Android Cookbook. s.f. 2012 <http://androidcookbook.com/home.seam>.

Android Deveopers. s.f. 2012 <http://developer.android.com>.

Android Intents. s.f. 2012 <http://www.vogella.com/articles/AndroidIntent/article.html>.

Android Programming OpenGL ES. s.f. 2012 <http://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/android/Android_3D.html>.

Android-er. s.f. 2012 <http://android-er.blogspot.com.es/2010/12/add-overlay-on-camera-preview.html>.

Augmented Reality and Medical. s.f. 2012 <http://gstattoos.ie/WhearIT/?p=35>.

Augmented Reality Page. s.f. 2012 <http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/>.

Azuma, Ronald T. A Survey of Augmented Reality. s.f.

Barcelona City Guide. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mtrip.Barcelona_us&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5tdHJpcC5CYXJjZWxvbmFfdXMiXQ..>.

Best Practice Software Engineering. s.f. 2012 <http://best-practice-software-engineering.ifs.tuwien.ac.at/patterns/dao.html>.

Burnette, Ed. Programación Android. Anaya, 2011.

Charlie Collins, Michael Galpin, Matthias Käppler. Android In Practice. Manning, 2012.

D.W.F van Krevelen, R. Poleman. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. 2010.

Data Acces Object y Data Transfer Object. s.f. 2012 <http://www.miguelmatas.es/blog/2007/10/23/patron-de-diseno-data-access-object-dao-data-transfer-object-dto/>.

Data Access Object y Data Transfer Object. 2012. <http://www.miguelmatas.es/blog/2007/10/23/patron-de-diseno-data-access-object-dao-data-transfer-object-dto/>.

Edu4Java. s.f. 2012 <http://www.edu4java.com/androidgame.html>.

Education in augmented reality. s.f. 2012 <http://smlxtralarge.com/2009/07/31/education-in-augmented-reality/>.

Fotopedia. s.f. 2012 <http://www.fotopedia.com/items/flickr-3438747444>.

George Papagiannakis, Gurminder Singh, Nadia Magnenat-Thalmann. A survey of mobile wireless technologies for augmented reality systems. s.f.

Google Play - Barcelona City Guide. s.f. 09 de 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mtrip.Barcelona_us&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5tdHJpcC5CYXJjZWxvbmFfdXMiXQ..>.

Google Play - iBarcelona. s.f. 09 de 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.smartour.barcelona.cat&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImVzLnNtYXJ0b3VyLmJhcmNlbG9uYS5jYXQiXQ..>.

Google Play - Tripwolf - Your Travel Guide. s.f. 09 de 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tripwolf&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS50cmlwd29sZiJd>.

iBarcelona. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.smartour.barcelona.cat&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImVzLnNtYXJ0b3VyLmJhcmNlbG9uYS5jYXQiXQ..>.

Junaio. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.metaio.junaio&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5tZXRhaW8uanVuYWlvIl0.>.
Junaio. s.f. 2012 <www.junaio.com>.
Khronos OpenGL ES. s.f. 2012 <http://www.khronos.org/opengles/>.
Layar. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.layar&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5sYXlhciJd>.
Layar. s.f. 2012 <www.layar.com>.
Learn OpenGL ES. s.f. 2012 <http://www.learnopengles.com/>.
Learning Android. s.f. 2012 <http://ofps.oreilly.com/titles/9781449390501/>.
Lisisoft. s.f. 2012 <http://appfinder.lisisoft.com/app/toit-paris-vue-touristique.html>.
Microsoft - DAO. s.f. 2012 <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc438702(v=vs.71).aspx>.
MVC. s.f. 2012 <http://www.asp.net/mvc>.
Nehe GameDev. s.f. 2012 <http://nehe.gamedev.net/>.
Obj2Opengl. s.f. 2012 <http://heikobehrens.net/2009/08/27/obj2opengl/>.
OpenGL ES. s.f. 2012 <http://developer.amd.com/gpu_assets/GDCMobile2006-Ginsburg-OpenGLES2.0.pdf>.
Pangea Reality. s.f. 2012 <http://www.pangeareality.com/>.
Paradox D&D. s.f. 2012 <http://www.pdxstudio.com/showcase>.
Propiedad Intelectual. s.f. 10 de Octubre de 2012 <http://www.mcu.es/propiedadInt/CE/PropiedadIntelectual/PropiedadIntelectual.html>.
Pros and Cons of Data Transfer Objects. s.f. 2012 <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/ee236638.aspx>.
Stackoverflow. s.f. 2012 <http://stackoverflow.com>.
The Complete Android Guide. s.f. 2012 <http://www.completeguides.net/01_The_Complete_Android_Guide>.
The easiest way to create nice icons for Android apps. s.f. 2012 <http://envyandroid.com/archives/271/easiest-way-to-create-android-icons>.
Tripwolf. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tripwolf&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS50cmlwd29sZiJd>.
Using orientation sensors. s.f. 2012 <http://www.codingforandroid.com/2011/01/using-orientation-sensors-simple.html>.
Vuforia. s.f. 2012 <http://www.qualcomm.com/solutions/augmented-reality>.
When Worlds Collide: An Augmented Reality Check. s.f. 2012 <http://thejournal.com/Articles/2008/02/01/When-Worlds-Collide-An-Augmented-Reality-Check.aspx?Page=1>.
Wikipedia - MVC. s.f. Octubre de 2012 <http://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>.
Wikitude. s.f. 2012 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wikitude&feature=search_result>.
Wikitude. s.f. 2012 <http://www.wikitude.com/>.