



Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya

Jordi Sánchez Rodríguez
Grau en Enginyeria Informàtica

Dirigit per: **Anna Muñoz Bolas**

Juny 2015



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

– Fitxa del Treball Final –

Títol del treball:	<i>Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya</i>
Nom de l'autor:	<i>Jordi Sánchez Rodríguez</i>
Nom del consultor:	<i>Anna Muñoz Bolas</i>
Data de lliurament:	<i>11 de juny de 2015</i>
Àrea del Treball:	<i>Sistemes d'Informació Geogràfica</i>
Titulació:	<i>Grau en Enginyeria Informàtica</i>
Resum del Treball	
<p>Aquest Treball de Final de Grau, que s'emmarca en l'àrea dels Sistemes d'Informació Geogràfica, té com a objectiu final la implementació d'un visor web que permeti consultar, de manera oberta, informació diversa sobre la salut pública i el sistema de sanitat pública en l'àmbit geogràfic català.</p> <p>En primer lloc s'estudien els conceptes més destacats sobre els sistemes d'informació geogràfica, que serveixen com a introducció teòrica.</p> <p>Tot seguit s'analitza la tecnologia necessària per a implementar el projecte, basada en l'arquitectura client servidor. Es determina que serà necessària una base de dades amb component geogràfic, un servidor de dades geoespacionals, un servidor web i un visor web que farà ús de les llibreries JavaScript per a la visualització de les dades.</p> <p>Després d'estudiar com estructurar la informació, s'analitza el programari de codi lliure que compleix amb els requeriments del projecte i finalment s'implanten els productes seleccionats.</p>	
Abstract	
<p>This End-of-Degree Project, which belongs to Geographic Information Systems area, has as its objective a web viewer implementation which allows for consulting, open to the public, information about public health system in the Catalan geographic area.</p> <p>First of all, main distinguished concepts about geographic information systems are studied, as a theoretical introduction. Subsequently, technology necessary for project implementation is analyzed, which is based in client server architecture. It will be necessary a spatial database, a geodata server, a web server and a web viewer which will use JavaScript libraries for data display.</p> <p>After studying how to structure the information, open source software that complies with the requirements of the project is analyzed and finally selected products are implemented.</p>	
Paraules clau	
SIG web mapping servidor de mapes visor web dades espacionals	

Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Context i justificació del Treball	1
1.2 Objectius del Treball.....	1
1.3 Enfocament i mètode seguit.....	2
1.4 Planificació del Treball.....	2
1.4.1 Descripció de les tasques i subtasques	3
1.4.2 Fites temporals del projecte	12
1.4.3 Anàlisi de riscos i pla de contingència.....	12
1.4.4 Requeriments de maquinari, programari i dades.....	16
1.5 Breu sumari de productes obtinguts.....	16
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	17
2. Els sistemes d'informació geogràfica	18
2.1 Les dades geogràfiques	20
2.1.1 El component espacial	21
2.2.2 El component temàtic.....	21
2.2.3 El component temporal	22
3. Anàlisi de la tecnologia necessària	23
4. Estructuració de la informació	27
5. Implementació de la base de dades espacial.....	31
6. Implementació del servidor de mapes.....	39
7. Implementació del visor web GIS	44
8. Conclusions.....	52
9. Glossari	53
10. Bibliografia.....	55
11. Annexos	57
11.1 Codi del visor web implantat inicialment amb Leaflet	57
11.2 Diagrama de Gantt de planificació del projecte	61

Llista de figures

Il·lustració 01. Diagrama de Gantt del Treball de Final de Grau (versió reduïda).....	2
Il·lustració 02. Matriu de valoració qualitativa de riscos [16].....	13
Il·lustració 03. El SIG com a col·lecció de conjunts de dades geoespacionals [11].....	18
Il·lustració 04. Visor GIS web amb arquitectura client-servidor. [3].....	23
Il·lustració 05. Full de càlcul amb les dades de la taxa d'hospitalització obtingudes de la Generalitat de Catalunya [9].....	28
Il·lustració 06. Full de càlcul amb les dades de la taxa d'hospitalització depurades.....	29
Il·lustració 07. Informació general del programari per a bases de dades espacionals [14].....	31
Il·lustració 08. Compliment del programari per a bases de dades espacionals de l'estàndard SFA de l'OGC [14].....	32
Il·lustració 09. Assistent d'instal·lació de la base de dades PostgreSQL.....	33
Il·lustració 10. Assistent d'instal·lació del component PostGIS.....	34
Il·lustració 11. Definició d'un nou rol d'usuari a la base de dades.....	35
Il·lustració 12. Definició d'un nou rol d'usuari a la base de dades.....	36
Il·lustració 13. Establiment d'una connexió de QGIS amb la base de dades PostGIS.....	37
Il·lustració 14. Exportació a PostGIS de la capa de farmàcies de Catalunya..	37
Il·lustració 15. Vista general de la base de dades a través de PgAdmin III.....	38
Il·lustració 16. Informació general del programari de servidors de dades espacionals [14].....	39
Il·lustració 17. Grau d'implementació d'estàndards OGC del programari per a servidors de dades geoespacionals [14].....	40
Il·lustració 18. Assistent d'instal·lació del servidor de dades geoespacionals Geoserver.....	42
Il·lustració 19. Procés d'incorporació de PostGIS com a origen de dades de Geoserver.....	43
Il·lustració 20. Procés d'alta d'una nova capa a Geoserver procedent de dades PostGIS.....	43
Il·lustració 21. Informació general de productes de Web Mapping [14].....	44
Il·lustració 22. Implementació d'estàndards OGC dels productes de Web Mapping [14].....	45
Il·lustració 23. Visor web implantat amb Leaflet en la seva fase inicial.....	50
Il·lustració 24. Visor web implantat amb OpenLayers amb previsualització de Geoserver.....	51

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

El sistema de sanitat pública de Catalunya disposa d'una àmplia xarxa de centres assistencials distribuïts arreu del territori, agrupats per raons organitzatives i territorials en les set regions sanitàries següents: Alt Pirineu i l'Aran, Barcelona, el Camp de Tarragona, Catalunya Central, Girona, Lleida i les Terres de l'Ebre.

Es disposa de gran quantitat de dades obertes sobre la sanitat pública, sense vulnerar en cap cas la privacitat dels pacients, amb múltiples indicadors sanitaris associats tant a l'àmbit comarcal com a les regions sanitàries, relatius a la cobertura assistencial, la despesa sanitària, etc. Aquest fet possibilita que els indicadors puguin ser visualitzats sobre un mapa, per poder copsar més fàcilment les seves possibles variacions territorials i així fer les anàlisis que es considerin oportunes.

Actualment existeixen eines que implementen aquesta funcionalitat, però estan restringides als professionals de la salut. Es considera necessari que el públic en general pugui accedir lliurement, a través d'una pàgina web, a un mapa d'aquestes característiques.

Per això, es pretén crear l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya, que ofereixi a la ciutadania la possibilitat de consultar les variacions territorials dels indicadors sanitaris disponibles, així com la ubicació dels centres assistencials, les farmàcies i altres equipaments relacionats amb la salut.

1.2 Objectius del Treball

Aquest Treball Final de Grau té com a objectiu final la implementació d'un visor web de mapes que mostri els indicadors de salut publicats per la Generalitat de Catalunya, així com les ubicacions dels equipaments relacionats amb la salut pública.

Per assolir-ho s'estableixen, com a objectius generals, el disseny i la implementació d'un servidor de mapes, el disseny i la implementació d'un visor SIG web, així com la integració de dades ràster i vectorials provinents de diverses fonts.

L'estudiant també es proposa l'assoliment d'altres objectius específics, com ara arribar a conèixer a fons el servidor de mapes seleccionat de codi lliure, i la selecció de manera interactiva de les diferents capes de dades amb els indicadors de salut que es vulguin visualitzar.

En cas que les circumstàncies externes ho permetin, en la mesura de les possibilitats de l'estudiant, es tractarà d'assolir la resta d'objectius

proposats a l'enunciat del TFG, que són l'anàlisi de les diferents llibreries JavaScript que permeten desenvolupar un visor web amb component geogràfica, així com la visualització de manera dinàmica d'informació estadística de les dades.

1.3 Enfocament i mètode seguit

L'estudiant que emet aquest Treball de Final de Grau no tenia cap tipus d'experiència prèvia ni tampoc coneixements en l'àmbit dels Sistemes d'Informació Geogràfica, més enllà de les nocions bàsiques apreses al llarg del Grau.

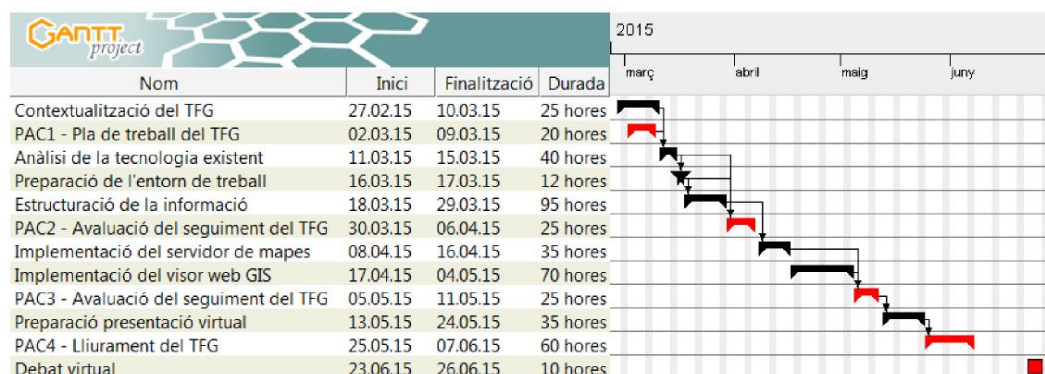
Per tant, els esforços inicials s'han centrat en la recerca d'informació sobre els SIG, per poder assentar els fonaments teòrics necessaris per al desenvolupament pràctic posterior del projecte. Així s'ha cregut oportú reflectir-ho en aquesta memòria, que conté una primera part teòrica sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica i les característiques de les dades geoespacionals.

Tot seguit s'han descarregat les dades d'indicadors sanitaris facilitades per la Generalitat de Catalunya, s'ha homogeneïtzat el seu format i s'han adaptat als requeriments del projecte. Un cop definida l'estructura de les dades, s'ha analitzat la tecnologia necessària per a l'assoliment dels objectius.

Per últim, s'han estudiat les diferents alternatives de programari, s'han escollit de manera justificada aquells productes que més s'adequaven als requeriments del projecte i finalment s'han implantat.

1.4 Planificació del Treball

D'acord amb l'enfocament exposat en l'apartat anterior, a l'inici de curs es va elaborar la planificació de les tasques que es mostra tot seguit, mitjançant un diagrama de Gantt amb les tasques més remarcables.



Il·lustració 01. Diagrama de Gantt del Treball de Final de Grau (versió reduïda)

A l'annex d'aquest TFG es mostra una versió més detallada del diagrama de Gantt anterior, amb la planificació de totes les subtasques que es preveien dur a terme al llarg del projecte.

1.4.1 Descripció de les tasques i subtasques

A continuació es fa una descripció breu de cadascuna de les tasques i subtasques que s'havien planificat. També s'especifica la data prevista d'inici i fi, així com la seva durada.

1. Contextualització del TFG					
Data inici:	27.02.15	Data fi:	10.03.15	Durada:	25 hores
Comprendre el problema que es pretén resoldre amb el TFG i entendre la temàtica sobre la qual es desenvoluparà el treball: els sistemes d'informació geogràfica.					
1.1 Lectura Pla docent i cas a resoldre TFG					
Data inici:	27.02.15	Data fi:	27.02.15	Durada:	1 hora
El Pla docent és la guia de l'assignatura dins del pla d'estudis; són especialment importants els apartats sobre els objectius i el sistema d'avaluació. El document sobre el cas a resoldre planteja els reptes de l'estudiant per poder resoldre el TFG.					
1.2 Lectura de materials UOC sobre presentació de documents					
Data inici:	28.02.15	Data fi:	28.03.15	Durada:	2 hores
Els materials facilitats són una guia amb pautes i consells genèrics per a la redacció de documents, útils per a tots els documents del TFG, inclòs aquest Pla de treball.					
1.3 Lectura de materials UOC sobre SIG					
Data inici:	27.02.15	Data fi:	10.03.15	Durada:	10 hores
Els materials d'introducció als sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica situen l'estudiant en la temàtica escollida pel TFG, i sense cap mena de dubte es tracta d'un document referent que caldrà repassar al llarg del projecte.					
1.4 Lectura d'informació diversa sobre SIG					
Data inici:	27.02.15	Data fi:	10.03.15	Durada:	12 hores
Els enllaços facilitats per la consultora, així com altres documents sobre SIG que es poden localitzar a la xarxa, ajuden a l'estudiant a entendre el context en què es desenvoluparà el TFG.					

2. PAC1 - Pla de treball del TFG					
Data inici:	02.03.15	Data fi:	09.03.15	Durada:	20 hores
Aquest document és l'eina essencial de planificació de les tasques i subtasques que caldrà dur a terme al llarg del TFG, així com l'instrument per evitar o reduir els riscos inherents a un projecte d'aquestes característiques.					
2.1 Preparació del diagrama de Gantt del TFG					
Data inici:	02.03.15	Data fi:	07.03.15	Durada:	5 hores
El diagrama de Gantt permet visualitzar gràficament totes les tasques i subtasques, analitzar les interrelacions entre elles, comprovar la seva durada, observar a simple vista la quantitat de feina feta i la que queda pendent de fer, etc. Cal cercar el programari més adequat per al disseny el diagrama de Gantt. A partir de la fixació de totes les fites establertes pel Pla docent, s'introdueixen i es temporitzen les tasques previstes pel TFG i, tot seguit, les subtasques.					
2.2 Redacció esborrany del Pla de treball					
Data inici:	02.03.15	Data fi:	07.03.15	Durada:	10 hores
A partir del diagrama de Gantt elaborat prèviament, es redacta el contingut de les tasques i subtasques, s'identifiquen els riscos del projecte i es proposen solucions per evitar-los o minvar les seves conseqüències negatives.					
2.3 Lliurament de l'esborrany de la PAC1					
Data inici:	08.03.15	Data fi:	08.03.15	Durada:	immediat
Es lliura l'esborrany del Pla de treball a la bústia personal de la consultora, per tal que pugui aconsellar l'estudiant quins aspectes convindria revisar o modificar.					
2.4 Revisió i modificació del Pla de treball					
Data inici:	09.03.15	Data fi:	09.03.15	Durada:	5 hores
A partir de les observacions de la consultora, es modifica el Pla de treball, s'introdueixen canvis oportuns en el redactat del document i se li dóna l'última revisió.					
2.5 Lliurament definitiu de la PAC1					
Data inici:	10.03.15	Data fi:	10.03.15	Durada:	immediat
Es lliura al RAC el document definitiu que conté el Pla de treball.					

3. Anàlisi de la tecnologia existent					
Data inici:	11.03.15	Data fi:	15.03.15	Durada:	40 hores
Recerca i selecció de la solució tecnològica més adient per resoldre el TFG.					
3.1 Recerca de solucions per resoldre el TFG					
Data inici:	11.03.15	Data fi:	14.03.15	Durada:	35 hores
Malgrat que a les tasques 7.1 i 8.1 d'aquest Pla de treball s'aprofundirà en la recerca dels servidors de mapes, dels visors i de les llibreries Javascript disponibles, en aquesta fase es farà una recerca genèrica de les solucions disponibles per resoldre el TFG, fent especialment èmfasi en la recerca dels diferents tipus de bases de dades open source que permetrien emmagatzemar les dades cartogràfiques.					
3.2 Selecció de la tecnologia per resoldre el TFG					
Data inici:	15.03.15	Data fi:	15.03.15	Durada:	5 hores
Després d'analitzar les tecnologies, se'n seleccionarà justificadament la més adient.					

4. Preparació de l'entorn de treball					
Data inici:	16.03.15	Data fi:	17.03.15	Durada:	12 hores
Preparació de l'ordinador de l'estudiant amb el programari necessari per a l'execució del TFG i procés d'aprenentatge del seu ús.					
4.1 Instal·lació de la tecnologia seleccionada					
Data inici:	16.03.15	Data fi:	16.03.15	Durada:	2 hores
S'instal·larà a l'equip de l'estudiant el programari necessari per a l'execució del TFG, com ara la base de dades open source escollida.					
4.2 Aprenentatge d'ús de la tecnologia seleccionada					
Data inici:	16.03.15	Data fi:	17.03.15	Durada:	10 hores
Se seguiran tutorials per aprendre el funcionament de la tecnologia escollida.					

6. PAC2 - Avaluació del seguiment del TFG					
Data inici:	30.03.15	Data fi:	06.04.15	Durada:	25 hores
El lliurament de la PAC2 permet fer un primer seguiment del TFG de l'estudiant. La PAC2 continuarà la part de la memòria final que fa referència a l'anàlisi i la selecció justificada de la tecnologia escollida per a la resolució del cas, així com la base de dades amb els indicadors de salut necessaris per nodrir posteriorment el visor web.					
6.1 Redacció de l'esborrany del document de seguiment					
Data inici:	30.03.15	Data fi:	03.04.15	Durada:	20 hores
Es redactarà un esborrany de la part de la memòria final que fa referència a l'anàlisi i la selecció justificada de la tecnologia escollida per a la resolució del cas, així com la part de la memòria relacionada amb el procés de preparació de les dades amb els indicadors de salut i la integració en la base de dades seleccionada.					
6.2 Lliurament de l'esborrany de la PAC2					
Data inici:	04.03.15	Data fi:	04.04.15	Durada:	immediat
Es lliura l'esborrany del document de la PAC2 a la bústia personal de la consultora, per tal que pugui aconsellar l'estudiant quins aspectes convindria revisar o modificar.					
6.3 Revisió i modificació del document de seguiment					
Data inici:	06.04.15	Data fi:	06.04.15	Durada:	5 hores
A partir de les observacions de la consultora, es fan les modificacions oportunes en el redactat del document, que s'integrarà en la memòria final del TFG.					
6.4 Lliurament definitiu de la PAC2					
Data inici:	07.04.15	Data fi:	07.04.15	Durada:	immediat
Es lliura al RAC la versió definitiva de la PAC2.					

7. Implementació del servidor de mapes					
Data inici:	08.04.15	Data fi:	16.04.15	Durada:	35 hores
Selecció del servidor de mapes idoni i implementació amb la base de dades.					
7.1 Anàlisi dels servidors de mapes disponibles i tria del més adient					
Data inici:	08.04.15	Data fi:	12.04.15	Durada:	20 hores
Recerca, anàlisi i selecció del servidor de mapes open source més adequat.					
7.2 Implementació del servidor de mapes amb la tecnologia escollida					
Data inici:	13.04.15	Data fi:	16.04.15	Durada:	5 hores
Instal·lació i configuració del servidor de mapes amb la base de dades seleccionada.					

8. Implementació del visor web GIS					
Data inici:	17.04.15	Data fi:	04.05.15	Durada:	70 hores
Estudi de les funcionalitats que ha de tenir el visor web, anàlisi de les llibreries JavaScript que permetran implantar-les, creació del lloc web i implementació en el visor de les funcionalitats escollides.					
8.1 Anàlisi de les llibreries i frameworks JavaScript					
Data inici:	17.04.15	Data fi:	23.04.15	Durada:	25 hores
Anàlisi de les llibreries que compleixen els requeriments funcionals del TFG.					
8.2 Descripció de les funcionalitats a implementar					
Data inici:	24.04.15	Data fi:	25.04.15	Durada:	10 hores
Estudi i descripció de les funcionalitats que haurà de tenir el visor web.					
8.3 Disseny del portal web					
Data inici:	26.04.15	Data fi:	28.04.15	Durada:	10 hores
Creació de la pàgina web que contindrà el visor de mapes amb indicadors de salut.					
8.4 Implementació de les funcionalitats en el visor web					
Data inici:	29.04.15	Data fi:	04.05.15	Durada:	25 hores
Codificació de les funcionalitats que anteriorment s'han decidit implementar.					

9. PAC3 - Avaluació del seguiment del TFG					
Data inici:	05.05.15	Data fi:	11.05.15	Durada:	25 hores
El lliurament de la PAC3 permet fer un segon seguiment del TFG de l'estudiant. La PAC3 contindrà gairebé la totalitat de la memòria final, ja que a banda del contingut aportat a la PAC2, també s'inclourà l'anàlisi dels servidors de mapes disponibles i la selecció justificada del més adient, així com la descripció de les funcionalitats implementades en el visor web i l'estudi de les llibreries JavaScript que compleixen aquests requeriments funcionals.					
9.1 Redacció de l'esborrany del document de seguiment					
Data inici:	05.05.15	Data fi:	08.05.15	Durada:	20 hores
Es redactarà un esborrany de la part de la memòria final que fa referència a l'anàlisi dels servidors de mapes disponibles i la tria justificada del més adequada, així com la descripció de les funcionalitats implementades en el visor web i l'estudi de les llibreries JavaScript que compleixen aquests requeriments funcionals.					
9.2 Lliurament de l'esborrany de la PAC3					
Data inici:	09.05.15	Data fi:	09.05.15	Durada:	immediat
Es lliura l'esborrany del document de la PAC3 a la bústia personal de la consultora, per tal que pugui aconsellar l'estudiant quins aspectes convindria revisar o modificar.					
9.3 Revisió i modificació del document de seguiment					
Data inici:	11.05.15	Data fi:	11.05.15	Durada:	5 hores
A partir de les observacions de la consultora, es fan les modificacions oportunes en el redactat del document, que s'integrarà en la memòria final del TFG.					
9.4 Lliurament definitiu de la PAC3					
Data inici:	12.05.15	Data fi:	12.05.15	Durada:	immediat
Es lliura al RAC la versió definitiva de la PAC3.					

10. Preparació presentació virtual					
Data inici:	13.05.15	Data fi:	24.05.15	Durada:	35 hores
Recopilació i esquematització de la informació més rellevant del TFG, elaboració de diapositives amb el programari escollit i gravació d'àudio d'acompanyament.					
10.1 Anàlisi i selecció de l'eina per a presentació					
Data inici:	13.05.15	Data fi:	13.05.15	Durada:	2 hores
Estudi del programari disponible per a l'elaboració de presentacions acompanyades d'àudio i tria del més adequat per al cas del TFG.					
10.2 Esquematització de la informació a presentar					
Data inici:	14.05.15	Data fi:	18.05.15	Durada:	10 hores
Anàlisi detingut de la informació més rellevant del TFG i del seu procés d'elaboració que es vol transmetre al tribunal d'avaluació; tot seguit, síntesi d'aquesta informació i esquematització en diapositives.					
10.3 Disseny presentació i gravació àudio					
Data inici:	19.05.15	Data fi:	24.05.15	Durada:	23 hores
A partir de la informació sintetitzada del pas anterior, elaboració de diapositives no sobrecarregades que facilitin la lectura i transmetin bé el missatge. Tot seguit, gravació de l'àudio que acompanyarà les diapositives.					

11. PAC4 - Lliurament del TFG					
Data inici:	25.05.15	Data fi:	07.06.15	Durada:	60 hores
Es lliura la memòria final del Treball de Final de Grau, que constitueix el document principal d'avaluació de la feina duta a terme per l'estudiant al llarg del semestre.					
11.1 Redacció de l'esborrany de la memòria final					
Data inici:	25.05.15	Data fi:	31.05.15	Durada:	50 hores
A partir dels continguts ja introduïts a la PAC2 i a la PAC3, s'elabora l'esborrany de la memòria final completant i aprofundint els apartats que siguin necessaris, adequant la seva estructura als requisits formals d'un TFG.					
11.2 Lliurament de l'esborrany de la PAC4					
Data inici:	01.06.15	Data fi:	01.06.15	Durada:	immediat
Es lliura l'esborrany del document de la PAC4 a la bústia personal de la consultora, per tal que pugui aconsellar l'estudiant quins aspectes convindria revisar o modificar.					
11.3 Revisió i modificació de la memòria final					
Data inici:	04.06.15	Data fi:	07.06.15	Durada:	7 hores
A partir de les observacions de la consultora, es fan totes les modificacions que siguin necessàries en la memòria final i es fa l'última revisió abans del lliurament.					
11.4 Revisió i modificació de la presentació virtual					
Data inici:	04.06.15	Data fi:	07.06.15	Durada:	3 hores
S'adeqüen les diapositives i l'àudio de la presentació virtual seguint les indicacions i els consells de la consultora.					
11.5 Lliurament definitiu de la PAC4					
Data inici:	08.06.15	Data fi:	08.06.15	Durada:	immediat
Es lliura al RAC la versió definitiva de la PAC4.					

12. Debat virtual					
Data inici:	23.06.15	Data fi:	26.06.15	Durada:	10 hores
L'estudiant se sotmet a les preguntes que el tribunal d'avaluació consideri oportunes.					

1.4.2 Fites temporals del projecte

El Pla docent del Treball de Final de Grau estableix el lliurament de 4 proves d'avaluació continuada (PAC) per a la superació d'aquesta assignatura. Per això, les dates límit per al lliurament de les PAC són dates clau en el projecte.

D'altra banda, es permet fer un lliurament previ de cadascuna de les PAC a la bústia de correu de la consultora del Treball de Final de Grau, per tal que l'estudiant tingui l'oportunitat d'adequar el contingut de les PAC amb les observacions de la consultora, per la qual cosa les dates de lliurament dels esborranys de les PAC seran també dates clau en aquest treball.

En resum, les fites temporals del projecte seran les següents:

- 25.02.15 Inici del curs
- 08.03.15 PAC1 - lliurament de l'esborrany
- 10.03.12 PAC1 - lliurament definitiu
- 04.04.15 PAC2 - lliurament de l'esborrany
- 07.04.15 PAC2 - lliurament definitiu
- 09.05.15 PAC3 - lliurament de l'esborrany
- 12.05.15 PAC3 - lliurament definitiu
- 01.06.15 PAC4 - lliurament de l'esborrany
- 08.06.15 PAC4 - lliurament definitiu
- 23.06.15 Debat virtual - inici
- 26.06.15 Debat virtual - final
- 06.07.15 Fi de curs i avaluació final

1.4.3 Anàlisi de riscos i pla de contingència

En un Treball de Final de Grau, com en qualsevol altre tipus de projecte, és necessari identificar els riscos que poden afectar-ne l'execució i elaborar un registre de riscos, que convé revisar i completar en cadascuna de les fases de seguiment (PAC2 i PAC3).

A banda d'identificar els riscos, cal qualificar-ne la magnitud, mitjançant la combinació de la probabilitat i l'impacte d'aquests riscos. Aquesta avaluació acostuma a plasmar-se en una matriu com la que figura més

avall, que permet definir una zona de riscos més prioritaris (alta probabilitat i alt impacte) i una zona de riscos poc significatius (baixa probabilitat i baix impacte).

Impacte				
Alt		Risc significatiu	Risc més gran	Risc màxim
	Mitjà	Risc més petit	Risc significatiu	Risc més gran
	Baix	Risc més petit	Risc més petit	Risc significatiu
		Baix	Mitjà	Alt
		Probabilitat		

Il·lustració 02. Matriu de valoració qualitativa de riscos [16]

Davant dels riscos, les accions a emprendre que es poden planificar són: evitar el risc canviant la planificació; mitigar el risc per reduir la probabilitat que ocorri o per minvar l'impacte en cas que passi; o acceptar el risc quan no és possible dissenyar respostes efectives o aquestes no són rendibles.

Tot seguit s'identifiquen els riscos que es preveuen durant l'execució d'aquest Treball de Final de Grau, s'avalua la probabilitat que ocorrin i l'impacte que podrien tenir aquests riscos sobre el desenvolupament del projecte, es qualifica la magnitud de cadascun d'aquests riscos i, finalment, es consideren les accions que caldrien emprendre per evitar-los o per mitigar els seus efectes negatius.

Identificació del risc					
Incompliment en la data prevista de lliurament de les PAC					
Magnitud	Màxima	Impacte	Alt	Probabilitat	Mitjana
Accions a emprendre					
Avançar l'execució de les tasques un mínim de tres dies respecte a la planificació i procurar que l'avançament sigui d'una setmana. Si es produeix un retard en l'execució respecte a la planificació, incrementar la dedicació d'hores al TFG, fins i tot nocturnes en cas de proximitat a la data límit de lliurament.					

Identificació del risc					
Necessitat de dur a terme tasques o subtasques indispensables però no planificades					
Magnitud	Significativa	Impacte	Mitjà	Probabilitat	Mitjana
Accions a emprendre					
Analitzar si les noves tasques o subtasques són realment necessàries per a la correcta execució del projecte. En cas afirmatiu, reprogramar les taques planificades per equilibrar les càrregues de treball i, en cas que això no fos possible, dedicar més hores diàries a la resolució de les noves tasques o subtasques, .					

Identificació del risc					
Malaltia de l'estudiant (o del seu fill) que impossibiliti o minvi la dedicació al TFG					
Magnitud	Significativa	Impacte	Mitjà	Probabilitat	Mitjana
Accions a emprendre					
Si es preveu el lliurament d'una PAC en una data llunyana, endarrerir les tasques planificades procurant una redistribució adequada de les càrregues de treball. En cas que estigui previst el lliurament d'una PAC en una data molt pròxima, dedicar hores nocturnes a la resolució del TFG (en cas que la malaltia sigui del fill de l'estudiant) o alternativament demanar a la consultora si es pot endarrerir la lliurança.					

Identificació del risc					
Aparició de dubtes a l'hora de resoldre el TFG plantejat					
Magnitud	Significativa	Impacte	Baix	Probabilitat	Alta
Accions a emprendre					
Repasar conceptes apresos al llarg del Grau, rellegir els materials de l'assignatura i els enllaços facilitats per la consultora, preguntar als companys a través del fòrum o demanar ajuda a la consultora a través de la seva bústia personal.					

Identificació del risc					
Manca d'adequació de la memòria final del TFG o de la presentació virtual als paràmetres desitjables, un cop la consultora hagi revisat l'esborrany					
Magnitud	Significativa	Impacte	Alt	Probabilitat	Baixa
Accions a emprendre					
Seguir estrictament de les indicacions i els consells de la consultora al llarg del curs. Abans del lliurament de l'esborrany de la memòria final i la presentació virtual, revisar que compleixin amb els requisits. Planificar una reserva de temps suficient per dur a terme totes les esmenes que calguin d'acord amb les observacions de la consultora.					

Identificació del risc					
Errors en el funcionament del maquinari o del programari					
Magnitud	Poc significativa	Impacte	Mitjà	Probabilitat	Baixa
Accions a emprendre					
Reparar el maquinari o el programari amb mitjans propis i, si no és possible, demanar ajuda externa. Procurar disposar d'un equip d'emergència amb el programari instal·lat, per tal que l'impacte en l'execució del TFG sigui el menor possible.					

Identificació del risc					
Dificultat per preparar les dades d'indicadors de salut de manera homogènia					
Magnitud	Poc significativa	Impacte	Mitjà	Probabilitat	Baixa
Accions a emprendre					
Obtenir totes les dades de salut i definir meditadament quins són els camps realment imprescindibles per mostrar com a indicadors en l'open atlas. Treballar de manera col·laborativa amb la resta de companys de l'aula per a la preparació homogènia de les dades d'indicadors de salut i plantejar els possibles dubtes en el fòrum de l'aula.					

Identificació del risc					
Errors en el funcionament del visor web dels indicadors de salut					
Magnitud	Poc significativa	Impacte	Mitjà	Probabilitat	Baixa
Accions a emprendre					
Aprendre el funcionament del visor web i de les llibreries JavaScript que permeten desenvolupar-lo amb component geogràfica. Aprofundir en l'ús d'aquestes eines a través dels enllaços facilitats per la consultora i altres recursos disponibles a la xarxa. Plantejar i resoldre dubtes al fòrum de l'aula per solucionar-los de manera col·laborativa entre els companys.					

1.4.4 Requeriments de maquinari, programari i dades

Es preveu l'ús del maquinari, programari i dades que figuren tot seguit per poder desenvolupar correctament aquest Treball de Final de Grau.

Requeriments de maquinari

- Punt de treball estàndard de la UOC.
- Equip per a la base de dades i el servidor de mapes.

Requeriments de programari i dades

- Gantt Project 2.7 Ostrava per a l'elaboració dels diagrames de Gantt en la versió reduïda i ampliada.
- Llibreries i frameworks JavaScript per al desenvolupament del visor web.
- Dades cartogràfiques obertes; es preveu l'ús de les de l'Open Street Map i de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- Indicadors de salut publicats de manera oberta per la Generalitat de Catalunya.
- Programari per a la realització de la presentació virtual.

1.5 Breu sumari de productes obtinguts

Amb la implementació d'aquest Treball de Final de Grau s'obté com a producte final un visor web amb els indicadors sanitaris de Catalunya, que és l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya.

El visor web aconsegueix el seu funcionament gràcies a la base de dades espacial i al servidor de mapes, que són dos productes obtinguts també com a resultat de l'execució d'aquest projecte.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

En el pròxim capítol d'aquest Treball de Final de Grau, s'estudien els conceptes més rellevants dels sistemes d'informació geogràfica, que són el fonament teòric d'aquest projecte. Es detallen els components dels SIG, es defineixen les característiques de les dades geogràfiques i s'estudien els seus components espacial, temàtic i temporal.

En el 3r capítol s'analitza la tecnologia necessària per a l'execució d'aquest projecte, es comprova que es basarà en l'arquitectura client servidor, s'enumera el tipus de programari d'aquest model i es determina quin serà convenient implantar, en concret una base de dades espacial, un servidor de dades geoespacial i un visor web GIS.

Tot seguit, en el 4t capítol, es determinen els orígens de les dades que es faran servir, s'homogeneïtzen els formats i es decideix com s'estructurà la informació.

Al 5è capítol s'analitza el programari de codi lliure que pot fer les funcions de base de dades espacial, s'escull raonadament el producte idoni i se segueixen els passos per a implementar-lo.

A continuació, en el 6è capítol es duu a terme la mateixa tasca que a l'anterior, però en aquest cas referida al programari que fa les funcions de servidor de dades geoespacial.

Per últim, en el 7è capítol s'analitzen les llibreries JavaScript que poden implementar el visor web SIG, se selecciona la més adequada i es prepara el codi per a la implementació del visor. Amb aquesta tasca, es dóna per assolit l'objectiu final del projecte, que és la creació de l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya.

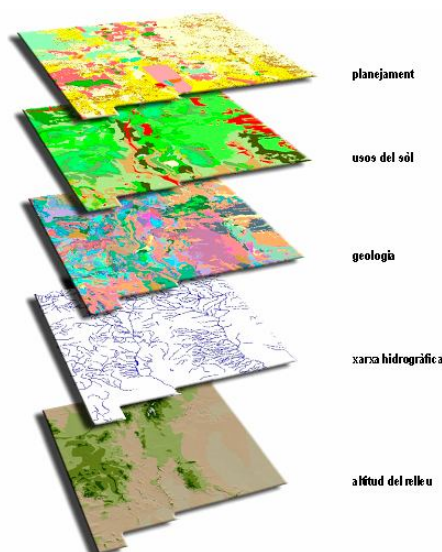
2. Els sistemes d'informació geogràfica

En primer lloc, cal concretar què s'entén per **informació geogràfica**. Es podria definir com el contingut que podem extreure a partir de les dades que tenim sobre un element situat en algun lloc del planeta –no necessàriament a la superfície, com podria ser la quantitat de pols en suspensió a l'aire–.

Alguns dels trets característics de la informació geogràfica són que és multidimensional, que requereix ser projectada en un sistema de referència, o que pot ser molt detallada o molt genèrica en funció de la resolució geogràfica. Cal destacar que la informació geogràfica pot arribar a ser molt voluminosa i a requerir temps i mètodes especials per a la seva anàlisi.

Un **sistema d'informació geogràfica** (SIG) és un sistema informàtic, format per maquinari, programari, dades, usuaris i un marc organitzatiu, que permet enregistrar, emmagatzemar, gestionar, analitzar, consultar, visualitzar, presentar i difondre qualsevol tipus d'informació geoespacial. [11]

La característica més rellevant dels sistemes d'informació geogràfica, que els diferencia de la resta de sistemes, és el fet d'emmagatzemar la posició geogràfica i la forma geomètrica dels elements representats, cosa que permet la seva interrelació per mitjà de la posició, així com la realització d'operacions espacials amb aquests elements. Per poder efectives aquestes capacitats, cal georeferenciar els diferents conjunts de dades geoespacial, habitualment a través d'un mateix sistema de referència espacial, i la representació espacial de la forma geomètrica de les entitats o fenòmens mitjançant models de dades espacials.



Il·lustració 03. El SIG com a col·lecció de conjunts de dades geoespacial [11]

La il·lustració anterior mostra la visió habitual d'un SIG com a col·lecció de conjunts de dades geoespacionals –les capes– que representen diferents classes d'entitats o fenòmens geogràfics corresponents a un mateix àmbit territorial i que estan georeferenciats segons un mateix sistema de referència espacial.

En tot sistema hi ha un conjunt de components essencials, necessaris per dur a terme les tasques per a les quals va ser dissenyat. En el cas dels sistemes d'informació geogràfica, els seus components són:

- El **programari**. S'encarrega de proporcionar les funcionalitats i les eines per emmagatzemar, analitzar i mostrar la informació geogràfica. El programari essencial són els sistemes de gestió de bases de dades, les eines per a l'edició de la informació geogràfica, les eines d'anàlisi, consulta i visualització de dades geogràfiques, així com la interfície gràfica d'usuari per a la gestió de totes les eines.
- El **maquinari**. És el responsable de l'entrada, l'emmagatzematge, el processament i la sortida de les dades amb component geogràfica. Els dispositius encarregats d'aquestes tasques són d'índole molt diversa, com ara els processadors, els sensors, els monitors, els discs durs, les memòries, les impressores, etc.
- Les **dades**. Les dades amb component geogràfic i les alfanumèriques són l'essència dels sistemes d'informació geogràfica, ja que el programari se'n nodreix per poder efectuar totes les operacions que tenen programades. Als SIG poden coexistir dades d'origen molt divers, obtingudes tant de recursos propis com de proveïdors de dades, tant de caràcter obert com restringit, públics o privats.
- Les **persones**. Cal diferenciar entre les administradores dels SIG i les usuàries finals. Les primeres són les responsables de la selecció de les fonts de dades, de la seva adaptació i de la seva càrrega en els SIG, de la programació de totes les eines de consulta i anàlisi; en definitiva, del correcte funcionament dels sistemes. Les persones usuàries finals del SIG són les consumidores del resultat obtingut de la conversió de les dades en informació. En determinats casos, les persones administradores dels SIG poden ser alhora usuàries finals dels sistemes.

Diverses fonts [15] [4] consideren que hi ha altres components addicionals que conformen els sistemes d'informació geogràfica, com ara les idees, els mètodes i les xarxes:

- Les **idees**. És el conjunt de coneixements que permeten dissenyar, desenvolupar i fer progressar l'ús dels SIG. D'una banda hi ha les disciplines acadèmiques, com ara les enginyeries, les matemàtiques, la física i altres ciències. De l'altra banda, els coneixements en altres àmbits, com ara la gestió de projectes o el comerç.
- Els **mètodes**. Són el conjunt de procediments definits per al disseny, la implementació i el funcionament dels SIG. En són exemples els mètodes de manipulació de dades, anàlisi espacial o visualització de resultats. Un projecte SIG es pot dur a terme amb gran quantitat de mètodes diferents, la idoneïtat dels quals determinarà el seu èxit o el seu fracàs.
- Les **xarxes**. Són les encarregades de la comunicació entre la resta de components dels SIG. L'aparició d'Internet i la seva vertiginosa extensió ha permès que es pugui compartir la informació geogràfica de manera ràpida i eficaç, donant lloc a l'aparició dels denominats geoportals.

L'estudiant que emet aquest Treball de Final de Grau, des de la més profunda humilitat, considera que les idees i els mètodes no serien components intrínsecs dels SIG, és a dir, que no en formarien part estrictament parlant. Anteriorment s'ha exposat que un dels components del SIG eren les persones; l'estudiant creu que seria a través de les persones que es poden aplicar les idees i els mètodes als sistemes d'informació geogràfica –de manera indirecta–, però no serien pròpiament una "peça" dels SIG.

Pel que fa a les xarxes, l'estudiant opina que tampoc es tractaria d'un component principal dels SIG, sinó més aviat un subcomponent tant del maquinari com del programari; els dispositius de les xarxes formarien part del maquinari necessari per al funcionament dels SIG, i les aplicacions que fan possible la comunicació entre els diferents elements del SIG formarien part del programari.

2.1 Les dades geogràfiques

Les dades amb component geogràfic representen els elements del món real, que podem classificar en dos grans grups: els **elements discrets** – com ara les oficines bancàries o els arbres catalogats d'un territori– i els **elements continus** –per exemple la quantitat de pol·lució existent a l'aire o l'orografia del terreny–.

Les dades geogràfiques són una abstracció de la realitat i presenten tres tipus de components: un component espacial, que especifica la localització de l'element; un component temàtic, que porta associat un atribut sobre l'element; i un component temporal, que indica el temps al qual fa referència la dada.

2.1.1 El component espacial

El component espacial fa referència a la localització geogràfica de l'element, a les seves propietats espacials i a les relacions espacials amb els altres elements.

La **localització geogràfica** dels elements es pot dur a terme de diverses maneres, com ara amb l'ús de les coordenades geogràfiques o mitjançant la indicació de l'adreça completa de l'element (número, carrer, municipi, país). La definició de la localització es realitza de manera diferent segons el tipus de dades presentades –vectorials o ràster–; en el primer cas s'utilitzen punts, línies i polígons definits per les seves coordenades, mentre que en el model ràster es representa a través d'una malla regular de cel·les, i les coordenades es tradueixen en files i columnes de la malla.

Les **propietats espacials** dels elements –no aplicables en el cas que es tracti de punts– són la seva longitud, la seva forma, el seu pendent, la seva orientació, la seva superfície, el seu perímetre, etc. Segons si s'utilitza el model vectorial o el ràster, canvia lleugerament la manera d'obtenir-les.

Les **relacions espacials** entre els elements poden ser de proximitat –quan es produeix un apropament entre elements ja sigui en l'espai o en el temps–, de contigüitat –quan dos elements estan en contacte entre ells–, de connectivitat –si es produeix una connexió entre diferents elements– o d'inclusivitat –quan un element està inclòs dins d'un altre–. Les relacions espacials anteriors també les podem agrupar en dues tipologies: les relacions topològiques de caire qualitatiu –les províncies de Barcelona i Girona són limítrofes–, i les relacions geomètriques de caràcter quantitatiu –les ciutats de Barcelona i Girona estan a 120km de distància–.

2.2.2 El component temàtic

El component temàtic fa referència a les característiques dels elements en el món real, que es representen en les bases de dades en forma d'atributs.

Hi ha una tendència a l'**autocorrelació espacial i temporal**, és a dir, que els elements pròxims en l'espai i el temps tendeixen a tenir atributs força similars. Per exemple, l'alçada mitjana de les persones que viuen en dos pobles contigus serà força semblant –autocorrelació espacial–; l'alçada mitjana de les persones d'un mateix poble en dos anys consecutius també serà similar –autocorrelació temporal–.

Sovint els atributs dels elements prenen valors numèrics. En aquests casos, segons els valors que prenen podem diferenciar entre **variables discretes** –són nombres enters, com ara el nombre de restaurants d'un

territori– i **variables contínues** –prenen qualsevol valor dins d'un rang determinat, com ara la taxa d'envelliment de la població–. Així mateix, podem establir una diferenciació alternativa en base a l'elaboració dels valors obtinguts, distingint entre **variables fonamentals** –obtingudes directament del procés de mesurament, com ara el nombre de fanals d'un municipi– i **variables derivades** –s'aconsegueixen a partir d'alguna operació aritmètica entre variables fonamentals, per exemple la ràtio de contenidors per habitant d'un territori–. A l'hora de dissenyar el model de dades en una base de dades, és important tenir únicament en compte les variables fonamentals, atès que les variables derivades es poden obtenir a partir de càlculs aritmètics entre les primeres.

Es poden establir **escales de mesura** del component temàtic de les dades geogràfiques, com ara l'escala nominal –la unitat de mesura és un nom i tots els elements que tinguin el mateix nom poden agrupar-se en una mateixa categoria, com ara els municipis que pertanyen a una mateixa província–, l'escala ordinal –estableix una jerarquització dels elements, per exemple la taxa d'atur de les comarques catalanes–, l'escala d'interval –indica la diferència respecte a un valor que es pren com a referència, com seria el cas de la diferència entre la renda per càpita de Sabadell respecte a la mitjana catalana–, i l'escala de raó –podria considerar-se com un subtipus de l'escala d'interval, amb la singularitat que el mesurament de dos valors és independent de la unitat de mesura, com per exemple que a la província de Tarragona viuen el doble de persones que a Lleida–.

2.2.3 El component temporal

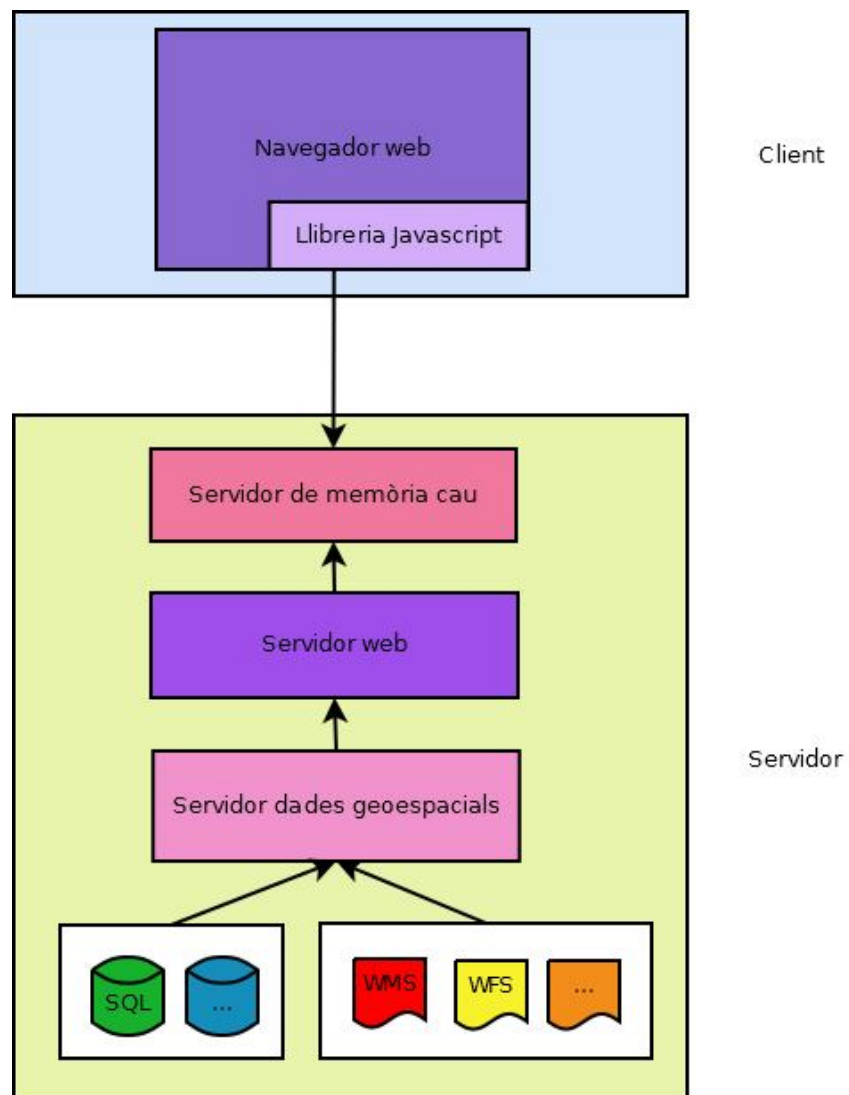
El component temporal indica el temps al qual fan referència les dades geogràfiques, és a dir, permet situar els seus atributs en un àmbit temporal. Si disposem de dades d'una mateixa ubicació i amb els mateixos atributs, però associats a moments diferents, podrem veure l'evolució dels atributs en aquell indret al llarg del temps.

Es poden representar els **processos espaciotemporals** amb seqüències de mapes o mitjançant l'ús de mapes animats. En ambdós casos es tracta de representar-hi a la mateixa àrea una determinada característica i veure la seva evolució al llarg de diferents períodes. Per exemple, en una seqüència de mapes desenal es pot representar l'evolució de la xarxa elèctrica de Catalunya al llarg dels últims 100 anys.

3. Anàlisi de la tecnologia necessària

Els dos objectius principals d'aquest Treball de Final de Grau són les implantacions d'un servidor de mapes i un visor GIS web. Aquest és un clar exemple de **l'arquitectura client servidor**, que és un model d'aplicació distribuïda en què el servidor proveeix dades, serveis o recursos, i el client els hi requereix per al seu ús posterior.

En el cas de l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya, hi haurà un servidor que proporcionarà les dades geogràfiques –algunes de les quals tindran un component temàtic relatiu al sistema de sanitat pública i altres dades seran d'àmbit cartogràfic– i hi haurà un client –un visor GIS web– que permetrà mostrar tota aquesta informació a l'usuari.



Il·lustració 04. Visor GIS web amb arquitectura client-servidor. [3]

Pel que fa al client, en aquest cas un visor GIS web, seria qualsevol navegador web estàndard, que executarà les pàgines web generades pel servidor web. La visualització dels mapes amb les diferents capes de dades geoespacionals s'acostuma a fer mitjançant llibreries JavaScript, que milloren la usabilitat i la presentació dels continguts.

En un sistema d'aquestes característiques, en general, el servidor es compon de diferents subcapes, les quals no necessàriament cal que estiguin implementades en la mateixa màquina:

- Un **proveïdor de dades**, que les emmagatzema i les proporciona al servidor de dades geoespacionals. Aquesta capa es podria obviar si totes les dades s'adquireixen directament d'un servidor extern. En la resta de casos, l'emmagatzematge s'acostuma a dur a terme mitjançant bases de dades, bé siguin genèriques o bé dissenyades específicament per a dades geogràfiques, malgrat que també existeix la possibilitat de desar les dades en fitxers de formats especialitzats per a entorns SIG, com per exemple en fitxers ".shp" (Shape de ESRI).
- Un **servidor de dades geoespacionals**, que les obté del proveïdor de dades i les transforma convenientment en el format requerit pel servidor web, aplicant funcionalitats específiques dels sistemes SIG com ara les projeccions de les dades cartogràfiques o la conversió del sistema de referència. El servidor de dades geoespacionals té múltiples funcionalitats, com ara la generació de mapes a partir de la renderització de dades ràster i vectorials (WMS), l'oferiment de cartografia vectorial o ràster en formats que després hagin de ser processats pels clients (WFS i WCS), l'oferiment de geoprocessos per a operacions de manipulació i anàlisi de dades, etc.
- Un **servidor web** que, a partir de la informació del servidor de dades geoespacionals i d'altres fonts de dades, genera la pàgina web –normalment en format HTML– que s'enviarà al client mitjançant el protocol HTTP.
- Un **servidor de memòria cau**, que malgrat no ser imprescindible per al funcionament del sistema, pot millorar-ne tant l'eficàcia com l'eficiència, emmagatzemant dades prèviament generades tant pel servidor web com pel servidor de dades geoespacionals, de manera que no calgui tornar a fer els càlculs amb les mateixes dades si ja s'havien generat amb anterioritat.

Anteriorment s'ha definit de manera genèrica les funcions d'un servidor de dades geoespacionals, però el ventall de serveis és tan gran que es pot fer una agrupació funcional i definir les següents subcategories [14]:

- **Servidors de mapes.** S'encarreguen de renderitzar dades ràster i vectorials, en diferents estils i projeccions cartogràfiques, en base al estàndard WMS.
- **Servidors de tesel·les.** Ofereixen la cartografia renderitzada tan sols en jocs de tesel·les amb un número limitat de resolucions, generalment fent servir sistemes de memòria cau, en base als estàndards TMS i WMTS.
- **Servidors de dades en brut.** Proporcionen la cartografia vectorial i ràster en formats que posteriorment han de ser processats pels clients, ja sigui per a la seva visualització o la seva anàlisi, en base als estàndards WFS i WCS.
- **Servidors de metadades.** Ofereixen a l'usuari conjunts de dades, serveis i recursos geoespacionals agrupats en funció de les àrees d'interès que hagi definit, en base a estàndards com ara CSW.
- **Servidors de geoprocessos.** Presten serveis geoespacionals amb un valor afegit, ja que generen dades a partir de la transformació i la combinació d'altres dades existents, facilitant que l'usuari es pugui abstenir dels algorismes i aconseguir el producte desitjat, en base a l'estàndard WPS.

Així doncs, a partir dels detalls de l'arquitectura client servidor exposada anteriorment, es determina que la tecnologia necessària per a la consecució dels objectius plantejats en aquest Treball de Final de Grau és la següent:

A la banda del client, caldrà que el navegador web carregui les llibreries JavaScript que siguin necessàries per a la correcta visualització dels mapes generats, així com per permetre que l'usuari hi pugui interactuar d'una manera fàcil i entenedora.

A la banda del servidor, caldrà una base de dades geogràfica per a l'emmagatzematge de les dades espacionals, de la qual es nodrirà un servidor de dades geoespacionals, que elaborarà mapes i subministrarà cartografia tant vectorial com ràster als clients per al seu processament posterior. També caldrà el servidor web, que generarà la pàgina web pròpiament dita i la servirà al client.

Com s'ha indicat abans, la provisió de les dades al servidor de dades geoespacionals es pretén fer mitjançant una base de dades, en lloc de mitjançant arxius especialitzats en GIS com seria el cas dels fitxers shp. Per a aquest Treball de Final de Grau, l'estudiant creu que és preferible l'ús d'una base de dades perquè permet fer un manteniment constant i una actualització directa de les dades, sense haver d'interrompre en cap moment el servei del servidor; també evita que s'hagi de portar un estricte control de la versió d'actualització dels arxius de dades.

Hi ha altres raons que, en un altre tipus de projecte, també podrien decantar l'elecció d'una base de dades com a sistema de provisió de dades, respecte a fer-ho mitjançant fitxers. Per exemple, les bases de dades permeten que múltiples usuaris consultin i editin simultàniament les mateixes dades; suporten grans volums de dades; proporcionen a través de SQL un mitjà únic d'accés i d'anàlisi de les dades; també faciliten la integració de les dades espacials amb altres tipus de dades. Tanmateix, aquests arguments no serien aplicables a aquest projecte.

D'altra banda, s'opta per no implementar un servidor de memòria cau, perquè el volum de dades que s'han d'enviar del servidor al client no es preveu que sigui excessivament elevat. Es tracta d'un element no essencial del sistema, que es podria instal·lar posteriorment si quedés justificat per l'increment en el volum d'accessos o el nombre d'usuaris que accedeix a la mateixa informació.

Pel que fa a les funcionalitats que haurà d'implementar el servidor de dades geoespacials, es considera oportú que actuï com a servidor de mapes –en base a l'estàndard WMS–. També caldrà que funcioni com a servidor de dades en brut –mitjançant l'ús de l'estàndard WFS–, perquè pugui proporcionar les dades en format GeoJSON al visor web, que s'encarregarà de gestionar-les convenientment amb llibreries JavaScript, per tal de garantir una visualització agradable de totes les dades.

No caldrà que el servidor de dades geoespacials implementi altres de les funcionalitats estudiades anteriorment –servidor de teselles, metadades i geoprocessos–, perquè les funcionalitats descrites al paràgraf anterior són suficients per assolir els objectius d'aquest Treball de Final de Grau, si bé més endavant es podria reconsiderar i decidir ampliar les funcions del servidor.

En els pròxims apartats es farà una descripció detallada dels passos per a la implementació de la tecnologia seleccionada, que finalment seran la base de dades geogràfica, el servidor de dades geoespacials, el servidor web i el visor web.

4. Estructuració de la informació

L'Observatori del Sistema de Salut de Catalunya posa a disposició pública un conjunt d'indicadors sobre els principals temes relacionats amb l'estat de salut de la població de Catalunya [9].

Malgrat la bona voluntat de la Generalitat de Catalunya d'obrir aquesta informació al públic, el format de presentació de les dades és molt heterogeni, la qual cosa comporta que calgui fer un esforç considerable d'homogeneïtzació abans de poder-les tractar en qualsevol sistema d'informació geogràfica.

Pel que fa la heterogeneïtat en el format de presentació de les dades, l'estudiant no pretén fer referència al format dels fitxers que contenen la informació – xls, txt, csv, etc. –, sinó a la manca d'unificació dels criteris a l'hora d'establir categories de dades.

L'exemple més remarcable d'aquesta disparitat de criteris és l'àmbit territorial al qual fan referència les dades. Mentre que alguns indicadors sanitaris estan associats a l'àmbit comarcal, altres estan relacionats amb les "regions sanitàries", altres indicadors ho estan als "sectors sanitaris", d'altres a les "unitats territorials de referència" i fins i tot altres estan vinculats a l'àmbit de "àrea de gestió assistencial".

Es dona la circumstància que, a més, alguns d'aquests àmbits territorials no presenten límits coincidents per poder-los comparar. Per exemple, alguns municipis de la comarca del Maresme pertanyen a la Regió sanitària de Girona, mentre que la resta pertanyen a la Regió sanitària de Barcelona¹.

En aquest sentit, el criteri que ha seguit aquest estudiant ha estat de normalitzar totes les dades a dos únics àmbits territorials: les regions sanitàries i les comarques.

La cartografia de la base municipal i comarcal s'ha obtingut de l'Institut Cartogràfic i Geogràfic de Catalunya [12]. Mitjançant l'aplicació QGIS 2.8.1 Desktop, s'ha fet una dissolució de la capa de municipis per definir els límits de les regions sanitàries, ja que no s'ha pogut obtenir directament d'altres fonts.

Posteriorment, s'han codificat les comarques per ordre alfabètic amb un identificador numèric correlatiu. Pel que fa a les regions sanitàries, s'ha establert aquesta codificació:

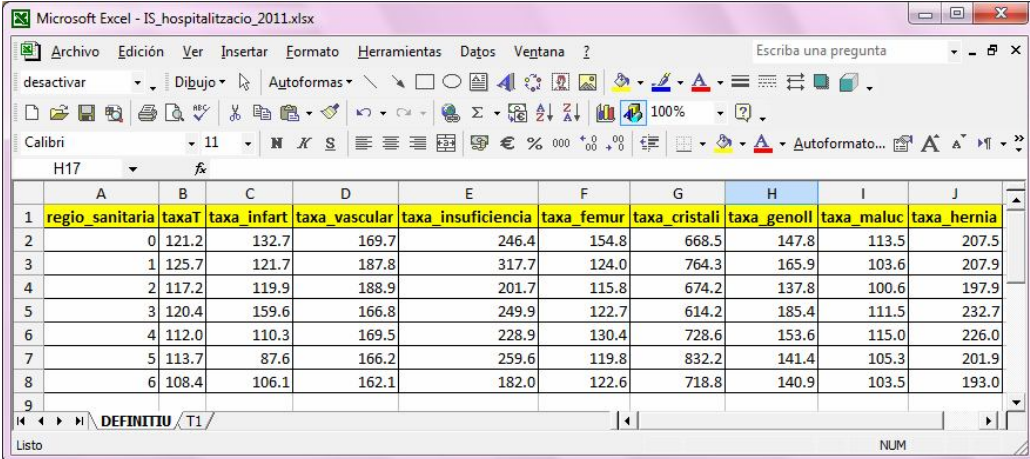
¹ Generalitat de Catalunya. Regió sanitària de Girona (funcions - àmbit territorial "Maresme")
<http://sac.gencat.cat/sacgencat/AppJava/organisme_fitxa.jsp?codi=3056>

- Identificador "0": regió sanitària "Alt Pirineu i Aran"
- Identificador "1": regió sanitària "Barcelona"
- Identificador "2": regió sanitària "Camp de Tarragona"
- Identificador "3": regió sanitària "Catalunya Central"
- Identificador "4": regió sanitària "Girona"
- Identificador "5": regió sanitària "Lleida"
- Identificador "6": regió sanitària "Terres de l'Ebre"

Un cop ben identificats els àmbits territorials, s'han adaptat totes les dades a les codificacions que s'han definit. Paral·lelament, l'estudiant ha procurat homogeneïtzar la informació continguda en els indicadors sanitaris, prescindint de tots aquells camps que no fossin estrictament necessaris per a la seva representació en el visor web.

T1. Taxa d'hospitalització estandaritzada per edat (per 1.000 h.) 2011. Per unitat territorial de referència, diagnòstics i procediments quirúrgics seleccionats										
Id Unitat territorial de referència (de residència)	Unitat territorial de referència (de residència)	Total	Diagnòstics principals				Procediments quirúrgics			
			Infart agut de miocardi	Accident vascular cerebral	Insuficiència cardíaca congestiva	Fractura de coll de fèr	Operacions de cristal·lí	Artroplàstia de genoll	Reemplaçament total i parcial de maluc	Reparació d'hèrnia inguinal o femoral
01	Alt Llobregat	130.4	154.5	145.1	257.9	210.7	602.2	151.1	123.3	274.6
02	Cerdanya	124.1	133.2	166.0	189.6	141.6	406.0	173.4	118.0	190.6
03	Pallars Jussà i Pallars Sobirà	138.4	98.7	233.6	321.3	125.0	744.3	182.6	119.7	263.6
04	Val d'Aran	109.9	84.9	198.7	221.7	234.2	870.0	175.7	132.4	204.7
05	Lleida	113.7	87.6	166.2	259.6	119.8	832.2	141.4	105.3	201.9
06	Alt Camp i Conca de Barberà	111.1	137.8	167.6	195.5	120.5	588.1	129.2	82.1	163.6
07	Baix Camp	112.4	101.7	193.7	183.1	122.8	632.9	94.3	97.5	205.7
08	Baix Penedès	135.8	130.9	249.5	228.5	110.7	891.5	150.2	101.6	223.1
09	Tarragonès	120.1	122.1	185.2	261.4	113.6	660.3	97.5	97.5	163.4
10	Aleixar	106.7	107.2	148.6	133.9	111.4	538.1	191.5	124.2	221.7
11	Baix Ebre	105.3	104.2	170.9	172.7	124.2	541.5	167.9	93.8	171.0
12	Montsià	111.4	108.0	153.2	191.4	121.0	896.0	93.8	107.2	215.0
13	Alt Maresme i Selva Marítima	131.2	92.6	182.2	344.7	124.1	593.5	149.1	100.9	206.0
14	Baix Empordà	106.6	118.1	165.5	165.4	116.9	795.1	113.7	113.7	213.7
15	Alt Empordà	106.1	116.0	197.5	317.4	131.1	532.3	172.2	124.1	193.4
16	Garrotxa	106.7	119.6	149.5	89.9	152.0	709.7	152.7	130.0	264.0
17	Gironès, Pla de l'Estany i Selva Int.	109.6	105.5	152.8	227.0	127.6	1012.0	163.3	106.5	253.1
18	Ripollès	123.8	102.3	191.2	231.3	163.8	783.9	213.2	120.2	287.6
19	Anoia	117.2	156.5	149.3	201.7	130.0	460.3	138.2	102.3	274.8
20	Bages i Solsonès	126.5	148.9	202.7	254.3	111.4	766.5	244.6	126.2	213.1
21	Berguedà	126.5	196.9	161.9	333.6	129.2	542.8	192.4	94.0	220.2
22	Osona	111.4	134.2	153.2	209.8	120.2	687.3	166.3	123.6	222.8
23	Alt Penedès	122.0	124.6	192.5	319.3	122.3	585.8	144.7	122.1	200.4
24	Baix Llobregat Centre i Font Santa	128.7	154.9	192.2	296.1	125.1	762.6	182.1	99.2	194.2
25	Hospitalet i Prat de Llobregat	121.2	106.1	166.4	442.0	117.4	846.7	130.8	86.2	213.5
26	Baix Llobregat Litoral	133.6	139.1	274.0	390.5	131.1	862.3	170.8	104.6	211.3
27	Baix Llobregat Nord	123.3	123.1	174.3	308.1	125.4	1065.9	163.8	93.7	196.8
28	Baix Montseny	127.6	106.1	195.0	257.3	120.2	783.4	276.1	105.9	283.0
29	Barcelona	123.5	83.5	162.8	246.1	117.5	698.4	152.1	110.8	203.2
30	Barcelonès Nord i Baix Maresme	127.5	118.6	205.8	346.1	120.7	740.4	142.5	100.3	172.3
31	Garraf	123.3	127.1	193.6	254.5	140.8	734.0	119.8	114.4	169.6

Il·lustració 05. Full de càlcul amb les dades de la taxa d'hospitalització obtingudes de la Generalitat de Catalunya [9]



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'IS_hospitalitzacio_2011.xlsx'. The spreadsheet contains a table with 10 columns and 9 rows. The columns are labeled: 'regio_sanitaria', 'taxaT', 'taxa_infart', 'taxa_vascular', 'taxa_insuficiencia', 'taxa_femur', 'taxa_cristali', 'taxa_genoll', 'taxa_maluc', and 'taxa_hernia'. The rows represent different regions, numbered 0 to 6. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	regio_sanitaria	taxaT	taxa_infart	taxa_vascular	taxa_insuficiencia	taxa_femur	taxa_cristali	taxa_genoll	taxa_maluc	taxa_hernia
2	0	121.2	132.7	169.7	246.4	154.8	668.5	147.8	113.5	207.5
3	1	125.7	121.7	187.8	317.7	124.0	764.3	165.9	103.6	207.9
4	2	117.2	119.9	188.9	201.7	115.8	674.2	137.8	100.6	197.9
5	3	120.4	159.6	166.8	249.9	122.7	614.2	185.4	111.5	232.7
6	4	112.0	110.3	169.5	228.9	130.4	728.6	153.6	115.0	226.0
7	5	113.7	87.6	166.2	259.6	119.8	832.2	141.4	105.3	201.9
8	6	108.4	106.1	162.1	182.0	122.6	718.8	140.9	103.5	193.0
9										

Il·lustració 06. Full de càlcul amb les dades de la taxa d'hospitalització depurades

Del conjunt d'indicadors publicats per l'Observatori del Sistema de Salut de Catalunya, els següents han estat categoritzats per regió sanitària:

- Població assegurada pel CatSalut
- Percentatge de sobreenvelliment
- Taxa d'interrupcions voluntàries de l'embaràs
- Taxa d'incidència de tuberculosi

Mentre aquests altres indicadors han estat classificats per comarques:

- Esperança de vida
- Taxa de mortalitat
- Taxa d'hospitalització d'aguts
- Receptes per habitant

Els indicadors que figuren a continuació no tenen cap tipus de referència territorial –tan sols estan vinculats al territori català–, per la qual cosa no es podran tenir en consideració per a l'elaboració d'aquest TFG:

- Població amb doble cobertura sanitària
- Prevalença de sedentarisme
- Prevalença de consum de tabac
- Prevalença de consum de risc d'alcohol
- Població amb percepció de bona salut
- Prevalença d'excés de pes declarat en adults
- Prevalença declarada de diabetis

- Prevalença de malaltia o problema de salut crònic
- Prevalença de risc de patir trastorn mental en adults
- Prevalença de discapacitat en adults

A banda dels indicadors sanitaris, l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya pot oferir altres tipus d'informació, com és el cas de la distribució territorial dels centres sanitaris i altres equipaments que estan relacionats amb la salut, com ara les farmàcies.

Els estudiants Daniel Aguilar Noguera i Gabriel Garcia-Mascaraque Gil, companys d'aula, han compartit en l'espai de fòrum, respectivament, els inventaris georeferenciats de les farmàcies [1] i dels centres sanitaris [8] de Catalunya. Aquest estudiant, que agraeix la generositat d'ambdós, també ha incorporat aquestes dades en el visor web.

5. Implementació de la base de dades espacial

Una **base de dades espacial** és aquella que té la singularitat d'haver estat optimitzada per a l'emmagatzematge i la consulta de dades que representen objectes definits en un espai geomètric.

Els objectes geomètrics simples que es faran servir en aquest Treball de Final de Grau –els punts, les línies i els polígons– poden ser representats en gairebé qualsevol base de dades espacial. Si calgués representar estructures més complexes, com ara objectes en tres dimensions, cobertures topològiques o xarxes lineals, el ventall d'opcions de programari disponibles es reduiria.

La Fundació OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) que va ser creada per donar suport al desenvolupament de programari geoespacial de codi lliure d'alta qualitat, analitza periòdicament el programari existent d'aquesta tipologia.

Entre altres, OSGeo ha fet una anàlisi detallada de les bases de dades geoespacial de codi lliure disponibles –d'entre el programari considerat d'alta qualitat–, a partir de la qual ha obtingut les taules que es mostren a continuació:

Name	Year	OSGeo	Live	License	Ohloh	Tech
MySQL Spatial	2000	☹	☹	Oracle	ohloh	C/C++
PostGIS	2005	G	✓	GPL v2	ohloh	C/C++
Spatialite	2008	☹	☹	MPL tri-license	ohloh	C/C++
H2GIS	2008	☹	☹	GPL3	☹	Java

Il·lustració 07. Informació general del programari per a bases de dades espacials [14]

El significat de les columnes de la taula anterior és el següent:

- Year: indica l'any en què va aparèixer el producte.
- OSGeo: indica si el producte forma part de la fundació OSGeo, i si aquest està graduat o en procés d'incubació.
- Live: indica si el producte forma part del LiveDVD que empaqueta el projecte OSGeo Live.
- License: indica la llicència amb què es distribueix el producte.
- Ohloh: ofereix un enllaç, si existeix, a la pàgina del producte en la web d'estadístiques de projectes de software lliure Ohloh.net
- Tech: indica la tecnologia principal amb que s'ha dut a terme el desenvolupament del producte

Name	Binary Geometry	Normalized Geometry	Types and Functions
PostGIS	✓	✓	✓
MySQL Spatial	☹	☹	☹ ^[1]
Spatialite	✓	✓	✓
H2GIS	✓	✓	✓

1. ↑ Partially supported

Il·lustració 08. Compliment del programari per a bases de dades espacials de l'estàndard SFA de l'OGC [14]

Les columnes de la taula anterior fan referència a si el producte implementa o no els aspectes més rellevants de Simple Feature Access (SFA) de l'OGC, que especifica un model de dades estàndard orientat a objectes, que defineix l'emmagatzematge comú per a la geometria de les dades espacials, mitjançant formats de text o binari, juntament amb propietats, mètodes i predicats espacials, basats en el model de nou interseccions estès dimensionalment, que són aplicables als objectes espacials reconeguts dins del tipus geometria –punt, línia, polígon, multipunt, multilínia, multipolígon, etc.–.

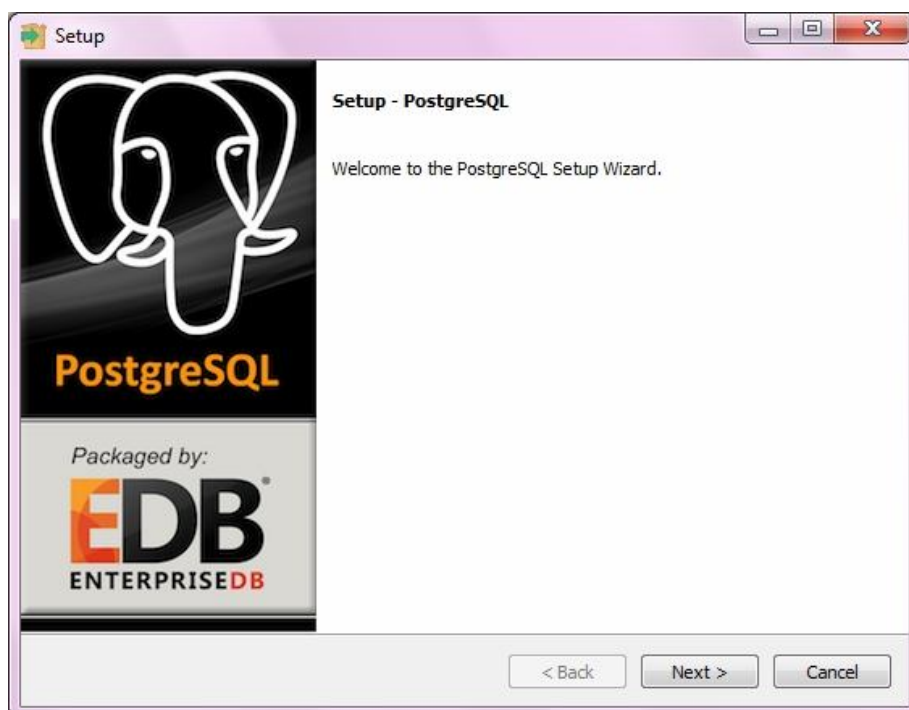
Com es pot comprovar a les taules anteriors, OSGeo ha analitzat 4 programes de codi lliure per implementar bases de dades espacials: H2GIS, MySQL Spatial, PostGIS i Spatialite. Tot seguit s'enumeren els aspectes més destacats de l'anàlisi efectuada:

- H2GIS. És una base de dades lleugera desenvolupada en Java, és fàcil d'instal·lar i distribuir perquè és multiplataforma. Està basada en fitxers i conté un servidor que permet diverses connexions concurrents.
- MySQL Spatial. És una extensió de la base de dades MySQL, la seva instal·lació i funcionament són molt senzills. Es troba instal·lada per defecte a la majoria de serveis d'allotjament, cosa que ha facilitat la seva difusió. La manca de compatibilitat amb els estàndards de l'OGC fa que el codi no sigui fàcilment portable a altres plataformes.
- PostGIS. És una extensió de la base de dades PostgreSQL, que pot així emprar-se com a base de dades subjacent per a sistemes d'informació geogràfica. La seva estabilitat, rapidesa i inclusió de gran quantitat de funcions espacials ha fet que sigui la base de dades de codi obert més àmpliament utilitzada.
- Spatialite. Està basada en la base de dades SQLite, que té un motor molt popular, simple, robust, fàcil d'emprar i lleuger. Cada base de dades és un simple fitxer, que pot ser fàcilment copiat, comprimit i enviat a través de la xarxa sense dificultats. És un producte candidat a formar part de Geo Package, un nou format obert de l'OGC per emmagatzemar i transferir dades geogràfiques.

Si bé qualsevol de les bases de dades anteriors serien aptes per a la implementació de l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya, aquest estudiant opta per **PostGIS**. L'elecció ve determinada pels motius següents: pel seu rigorós compliment dels estàndards de l'OGC; perquè suporta tipus de dades espacials i índexs espacials; perquè disposa d'una gran quantitat de funcions espacials que facilitaran qualsevol tipus d'operació; perquè permet importar i exportar dades a través de diverses eines convertidores –shp2pgsql, pgsq2shp, ogr2ogr o dxf2postgis–; i perquè els principals servidors de dades geoespacials hi tenen compatibilitat –Mapserver, GeoServer, MapGuide, ArGIS Server–, de manera que la selecció de PostGIS no condicionarà la tria posterior del servidor de dades que es consideri més adient.

Un cop presa la decisió de fer servir PostGIS pel al projecte, cal fer-ne la instal·lació, que es durà a terme en un equip amb el sistema operatiu Windows 7 de 64 bits.

Atès que PostGIS és una extensió de la base de dades **PostgreSQL**, caldrà instal·lar-la primer. Per tant, s'accedeix a la web del producte i es localitza la secció de descàrrega www.postgresql.org/download/windows, seleccionant la última versió, en aquest cas la 9.4.3, que correspon a l'arxiu "postgres-9.4.3-1-windows-x64.exe".

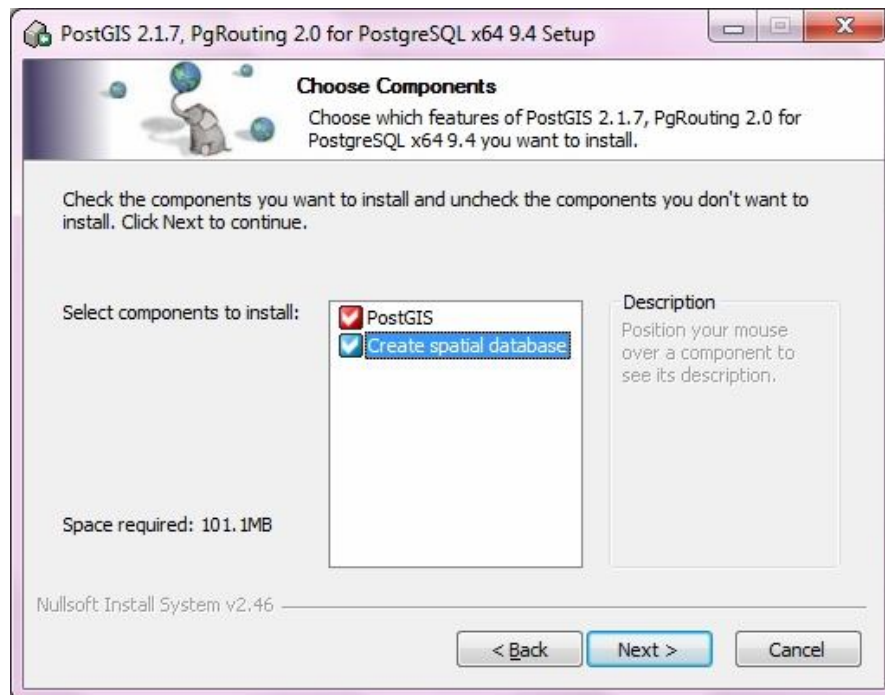


Il·lustració 09. Assistent d'instal·lació de la base de dades PostgreSQL.

L'assistent d'instal·lació permet configurar ràpidament el producte, tan sols cal indicar el directori on es farà la instal·lació de PostgreSQL, el directori on estaran emmagatzemades les dades, la introducció d'una contrasenya per al super usuari "postgres" i el número de port al qual s'adreçaran les consultes –per defecte és el port 5432–.

Un cop finalitzat el procés, s'ofereix la possibilitat d'iniciar l'instal·lador de complements Stack Builder, a través del qual es podria fer la instal·lació de PostGIS, però per il·lustrar-ho millor, s'opta per descarregar-lo a part.

Tot seguit, s'accedeix a la web de PostGIS www.postgis.net i es localitza un enllaç a la carpeta download.osgeo.org/postgis/windows des de la qual es poden descarregar els instal·ladors per a equips Windows. En aquest cas, la versió disponible és PostGIS 2.1.7 per a PostgreSQL 9.4 de 64 bits (arxiu "postgis-bundle-pg94x64-setup-2.1.7-1.exe")



Il·lustració 10. Assistent d'instal·lació del component PostGIS.

Amb l'ús de l'assistent d'instal·lació, el complement PostGIS de la base de dades PostgreSQL queda instal·lat en poc temps en el equip.

La interacció de l'usuari amb la base de dades es durà a terme a través de PgAdmin III, una plataforma que permet la connexió a PostgreSQL, facilita la gestió i l'administració, ja sigui mitjançant instruccions SQL com a través de les eines disponibles a l'entorn gràfic.

A continuació s'accedeix a pgAdmin III i a través de l'entorn gràfic es crea un rol d'usuari amb tots els privilegis possibles, que s'ha denominat "UOC_jordi_sanchez". Les sentències equivalents en SQL serien:

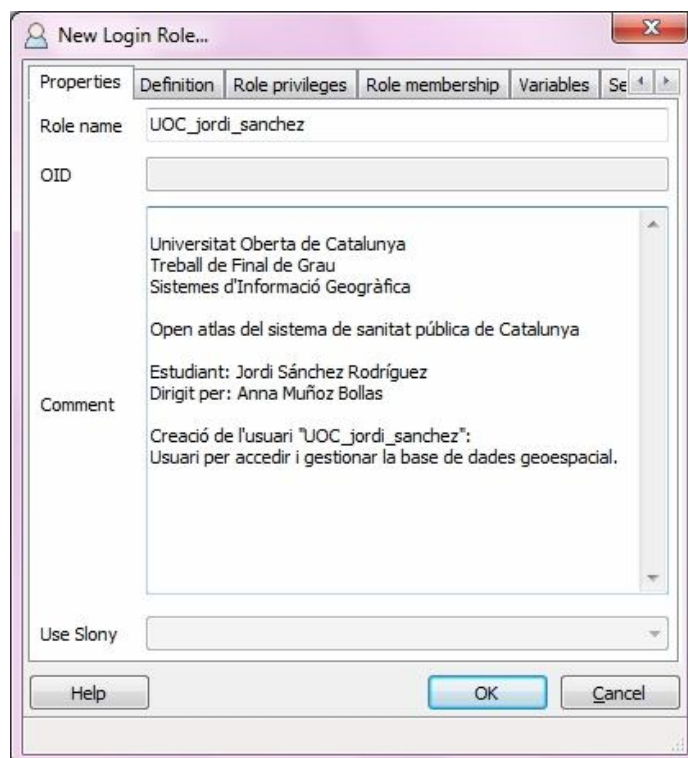
```
CREATE ROLE "UOC_jordi_sanchez"  
LOGIN ENCRYPTED PASSWORD 'md5fe0cd3d0595590477d4a56a9d947faf'  
SUPERUSER CREATEDB CREATEROLE REPLICATION  
VALID UNTIL 'infinity';  
COMMENT ON ROLE "UOC_jordi_sanchez"  
IS'
```


Universitat Oberta de Catalunya
Treball de Final de Grau
Sistemes d'Informació Geogràfica

Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya

Estudiant: Jordi Sánchez Rodríguez
Dirigit per: Anna Muñoz Bolas

Creació de l'usuari "UOC_jordi_sanchez":
Usuari per accedir i gestionar la base de dades geoespacial.;



Il·lustració 11. Definició d'un nou rol d'usuari a la base de dades.

Tot seguit es crea la base de dades, que aquest estudiant ha denominat "UOC-TFG" i s'assigna la propietat al rol d'usuari creat anteriorment. A la pàgina següent hi ha la captura de pantalla corresponent a aquesta operació, les sentències SQL equivalents de la qual són:

```
CREATE DATABASE "UOC-TFG"  
WITH OWNER = "UOC_jordi_sanchez"  
ENCODING = 'UTF8'  
TABLESPACE = pg_default  
LC_COLLATE = 'Catalan_Spain.1252'  
LC_CTYPE = 'Catalan_Spain.1252'  
CONNECTION LIMIT = -1;
```

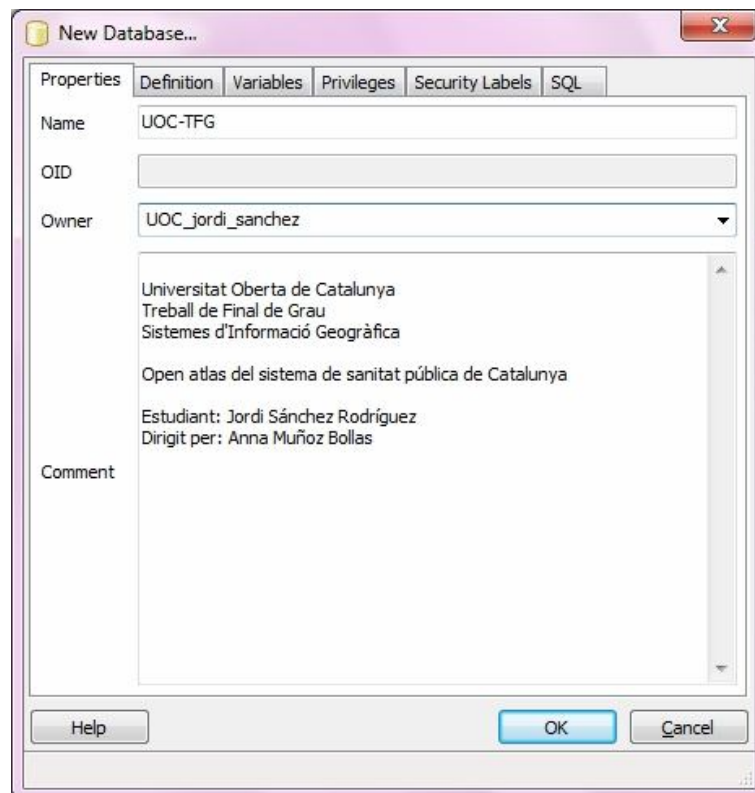
```
COMMENT ON DATABASE "UOC-TFG"  
IS'
```

*Universitat Oberta de Catalunya
Treball de Final de Grau
Sistemes d'Informació Geogràfica*

Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya

*Estudiant: Jordi Sánchez Rodríguez
Dirigit per: Anna Muñoz Bolas*

Creació de la base de dades geoespacial "UOC-TFG";

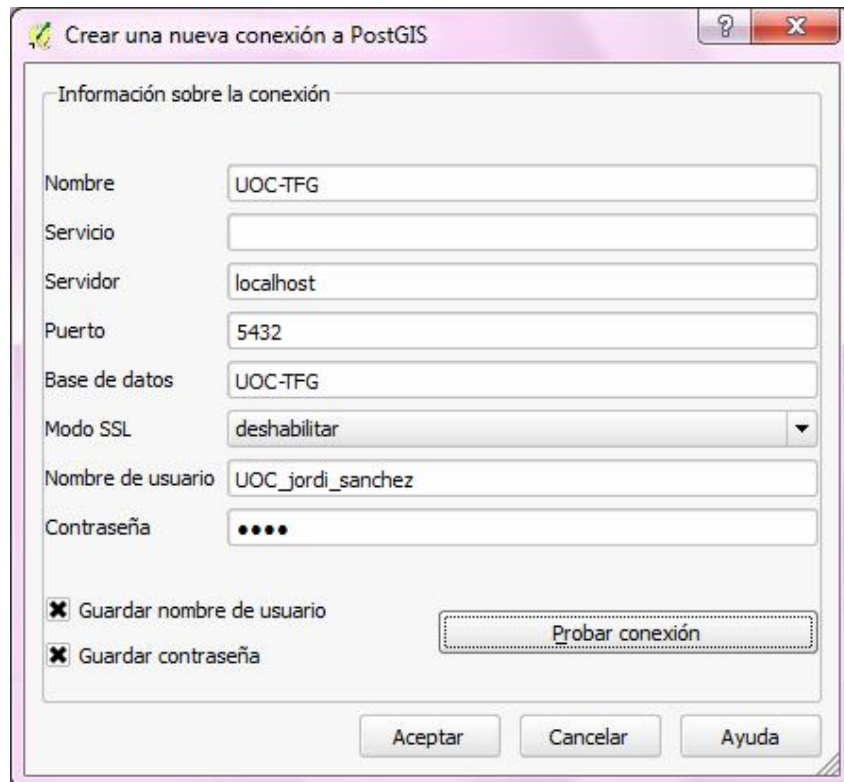


Il·lustració 12. Definició d'un nou rol d'usuari a la base de dades.

Aquest estudiant ha preparat les dades geogràfiques des del programa QGIS Desktop 2.8.1, que ha permès fer operacions geoespacionals, com per exemple la creació de la capa de regions sanitàries de Catalunya, obtinguda a partir de la dissolució dels municipis d'una mateixa regió, que al seu torn s'ha obtingut de la base municipal de Catalunya [12].

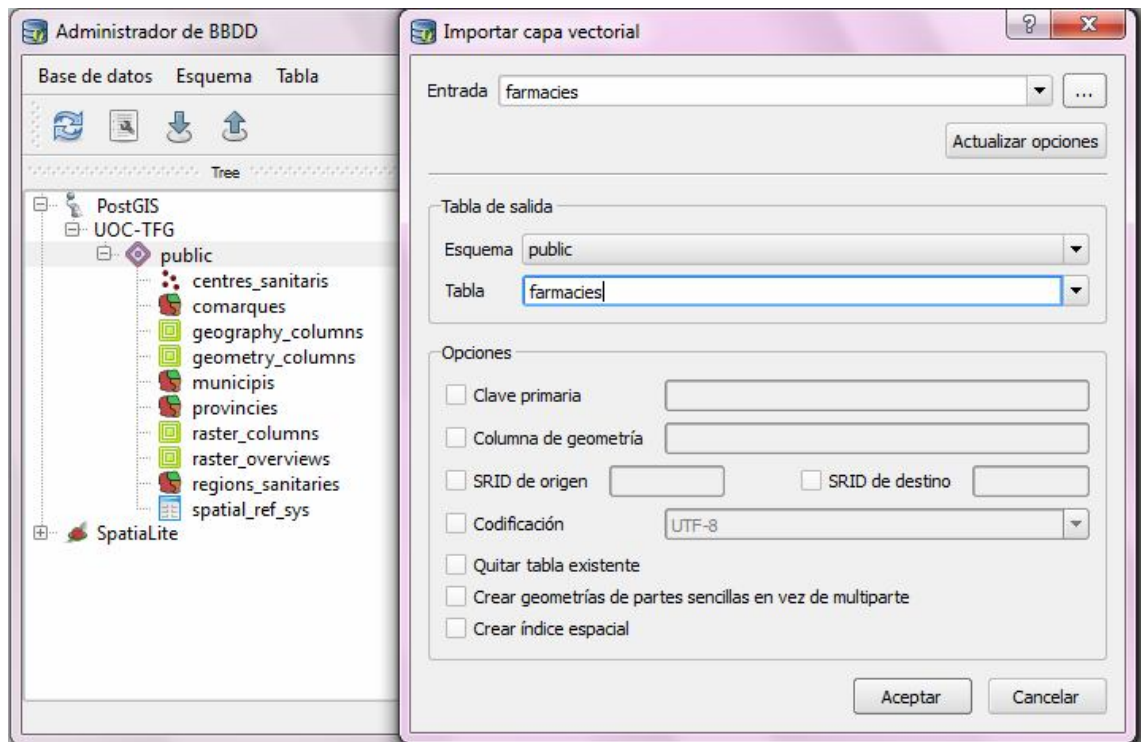
Atès que QGIS Desktop 2.8.1 permet establir una connexió directa amb la base de dades PostGIS, l'exportació a la base de dades de les capes amb dades geogràfiques es durà a terme a través d'aquesta eina, per raons d'eficiència.

Prèviament cal establir a QGIS els paràmetres de la connexió a PostGIS, indicant el nom del servidor (localhost), el port (5432), el nom de la base de dades (UOC-TFG), així com el nom d'usuari i contrasenya.



Il·lustració 13. Establiment d'una connexió de QGIS amb la base de dades PostGIS

A títol d'exemple, es mostra la càrrega a la base de dades de la capa que conté el llistat georeferenciat de farmàcies de Catalunya [1]:



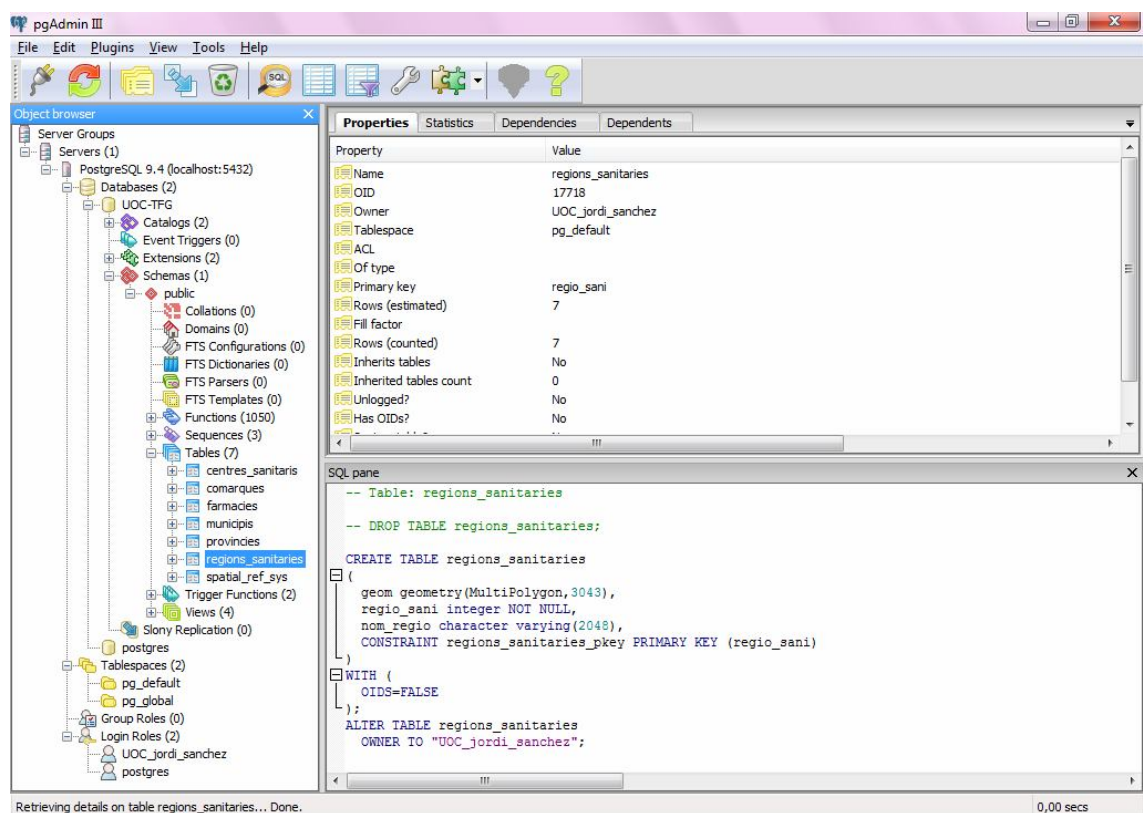
Il·lustració 14. Exportació a PostGIS de la capa de farmàcies de Catalunya

La importació anterior implica la creació a la base de dades d'una taula denominada "farmacias", però aquest procés és automàtic i transparent

per a l'usuari. A títol il·lustratiu, les sentències SQL equivalents per a la creació de la taula serien aquestes:

```
CREATE TABLE farmacies
(  
  id serial NOT NULL,  
  geom geometry(MultiPoint,3043),  
  codifarm character varying(254),  
  nom character varying(254),  
  municipi character varying(254),  
  cp character varying(254),  
  tipus_via character varying(254),  
  adreca character varying(254),  
  num_via character varying(254),  
  lat character varying(254),  
  lon character varying(254),  
  CONSTRAINT farmacies_pkey PRIMARY KEY (id)  
);  
ALTER TABLE farmacies  
  OWNER TO "UOC_jordi_sanchez";
```

Per últim, es mostra una vista general del contingut de la base de dades, a través del complement PgAdmin III que PostgreSQL porta incorporat.



Il·lustració 15. Vista general de la base de dades a través de PgAdmin III

6. Implementació del servidor de mapes

A l'apartat 3 d'aquest Treball de Final de Grau, d'anàlisi de la tecnologia necessària per dur-lo a terme, s'exposaven les diferents funcionalitats que podia proporcionar un **servidor de dades geoespaciales**.

En la mateixa secció, es conclouïa que calia que actués com a servidor de mapes –en base a l'estàndard WMS– i com a servidor de dades en brut –mitjançant l'ús de l'estàndard WFS–, perquè pogués proporcionar les dades en format GeoJSON al visor web, que s'encarregarà de gestionar-les convenientment amb llibreries JavaScript, per tal de garantir una visualització satisfactòria de totes les dades.

És habitual que el programari de servidor de dades geoespaciales cobreixi més d'una de les funcionalitats exposades a l'apartat 3, tant si es tracta de programari propietari com de codi obert.

Com s'ha vist a l'apartat anterior, la Fundació OSGeo (Open Source Geospatial Foundation), creada per donar suport al desenvolupament de programari geoespacial de codi lliure d'alta qualitat, analitza de manera periòdica el programari existent d'aquesta tipologia.

Entre altres, OSGeo ha fet una anàlisi detallada dels servidors de dades geoespaciales de codi lliure disponibles –d'entre el programari considerat d'alta qualitat–, a partir de la qual ha obtingut les taules següents:

Name	Year	OSGeo	Live	License	Ohloh	Tech
MapServer	1994	G	✓	Estilo MIT	ohloh	C/C++
deegree	1998	G	✓	LGPL	ohloh	Java
GeoServer	2001	G	✓	GPL2	ohloh	Java
GeoNetwork	2003	G	✓	GPL 2	ohloh	Java
52°north SOS	2004?	☹	✓	GPL	ohloh	Java
MapGuide OpenSource	2005	G	☹	LGPL	ohloh	C++
PyWPS	2006	☹	☹	GPL 2	ohloh [1]	Python
GeoWebCache	2007	☹	✓	LGPL	ohloh	Java
TileCache	2007	☹	☹	BSD	ohloh	Python
52°north WPS	2008?	☹	✓	GPL 2	ohloh	Java
MapProxy	2010	☹	✓	Apache	ohloh	Python
PyCSW	2010	I	✓	MIT	ohloh	Python
QGIS Server	2010	G [2]	✓	GPL	ohloh	C++
TileStache	2010	☹	☹	BSD	ohloh	Python
ZOO Project	2010	I	✓	MIT/X11	ohloh	C/C++
EOxServer	2011	☹	✓	MIT Style	ohloh	Python
TileStream	2011	☹	☹	BSD?	☹	NodeJS

Il·lustració 16. Informació general del programari de servidors de dades espaciales [14]

El significat de les columnes de la taula anterior és el següent:

- Year: indica l'any en què va aparèixer el producte.
- OSGeo: indica si el producte forma part de la fundació OSGeo, i si aquest està graduat o en procés d'incubació.
- Live: indica si el producte forma part del LiveDVD que empaqueta el projecte OSGeo Live.
- License: indica la llicència amb què es distribueix el producte.
- Ohloh: ofereix un enllaç, si existeix, a la pàgina del producte en la web d'estadístiques de projectes de software lliure Ohloh.net
- Tech: indica la tecnologia principal amb que s'ha dut a terme el desenvolupament del producte

Nombre	WMS	WFS	WFS-T	WCS	WMTS	TMS	WPS	SOS	CSW
MapServer	✓	✓	✓ [3]	✓	✓ [4]	✓ [4]	☹	✓	☹
deegree	✓	✓	✓	✓	✓	☹	✓	☹	✓
GeoServer	✓	✓	✓	✓	✓ [5]	✓ [5]	✓	☹	✓
GeoNetworkK	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓
52north SOS	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹
MapGuide OpenSource	✓	✓	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
PyWPS	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹	☹
GeoWebCache	✓	☹	☹	☹	✓	✓	☹	☹	☹
TileCache	☹	☹	☹	☹	✓	✓	☹	☹	☹
52north WPS	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹	☹
MapProxy	✓	☹	☹	☹	✓	✓	☹	☹	☹
PyCSW	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓
QGIS Server	✓	✓	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
TileStache	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹	☹	☹
Zoo Project	☹	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹	☹
EOxServer	✓ [6]	☹	☹	✓ [6]	☹	☹	☹	☹	☹
TileStream	☹	☹	☹	☹	☹	✓	☹	☹	☹

Il·lustració 17. Grau d'implementació d'estàndards OGC del programari per a servidors de dades geoespaciales [14]

OSGeo ha analitzat fins a 17 programes de codi lliure per implementar servidors de dades espacials. Les columnes de la taula anterior fan referència a si el producte implementa o no els estàndards definits per l'OGC.

Malgrat que l'anàlisi d'OSGeo abarca la totalitat dels 17 programes que figuren en les taules, en aquest TFG l'estudi se centrarà en els 3 productes que destaquen pel seu compliment dels estàndards: deegree, Mapserver i GeoServer.

Aquestes són les seves característiques més rellevants de l'anàlisi efectuada per OSGeo [8], complementada amb altres fonts [5] [19]:

- Deegree. Ofereix un ventall de capacitats geoespacionals molt ampli i destaca per la seva solidesa, però la seva configuració mitjançant fitxers de text no és gaire senzilla i això restringeix el producte a usuaris experts. Per aquests motius, recentment s'està desenvolupant una consola web per als serveis i s'està preparant documentació molt més detallada.
- Mapserver. Suporta una gran varietat de formats de dades vectorials i ràster, disposa d'una gran potencia i destaca per la seva facilitat d'administració –malgrat que no disposa d'una interfície d'usuari pròpia i la configuració s'emmagatzema en fitxers de text–. S'ha convertit en el servidor de mapes més popular i continua el desenvolupament de nous subprojectes a molt bon ritme.
- Geoserver. Ofereix una completa interfície d'administració que permet a l'usuari gestionar els serveis cartogràfics publicats; destaca per la seva facilitat d'ús, que evita haver d'editar els fitxers de configuració. Està específicament dissenyat per a la interoperabilitat i permet emprar un gran ventall de fonts de dades espacionals. Inclou un client integrat d'OpenLayers que facilita l'obtenció d'una vista prèvia de la visualització de les dades. Proporciona la publicació de serveis en fitxers KML que poden ser consumits directament des de Google Earth.

Si bé qualsevol d'aquests servidors de dades geoespacionals serien aptes per a la implementació de l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya, aquest estudiant opta per **Geoserver**. Aquesta decisió ve motivada perquè el producte ofereix la millor usabilitat respecte als seus competidors, sense renunciar a les màximes prestacions i capacitats, així com per la seva estabilitat i lleugeresa. En menor mesura, també han contribuït altres factors a aquesta elecció, com ara la seva integració amb OpenLayers i el seu suport a tot tipus de fonts de dades, cosa que permet seleccionar qualsevol origen de dades sense quedar condicionat per les limitacions que pogués tenir el servidor de dades escollit.

Un cop presa aquesta decisió, cal seguir els passos per a instal·lar-lo. Al accedir a la web de GeoServer www.geoserver.org per descarregar la última versió disponible, l'estudiant comprova que OSGeo informa que GeoServer és incompatible amb la versió 8 de l'entorn Java Runtime Environment (JRE)² –justament és la versió instal·lada a l'equip–, per la qual cosa cal descarregar la versió 7 del JRE des de la web d'Oracle i desactivar temporalment la nova versió.

² OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. *Geoserver user manual. Java considerations: use supported JRE* [en línia] <<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/production/java.html>>

Un cop solucionat l'imprevist anterior, s'accedeix novament a la web de Geoserver i se selecciona la descàrrega de la última versió estable disponible, en aquest cas la 2.7.0. S'opta per descarregar el paquet d'instal·lació per a equips Windows, l'arxiu "geoserver-2.7.0.exe".

L'assistent guia el procés que permet una instal·lació molt ràpida de Geoserver a l'equip, un cop indicat el directori d'emmagatzematge de la informació i les dades de connexió del servidor.



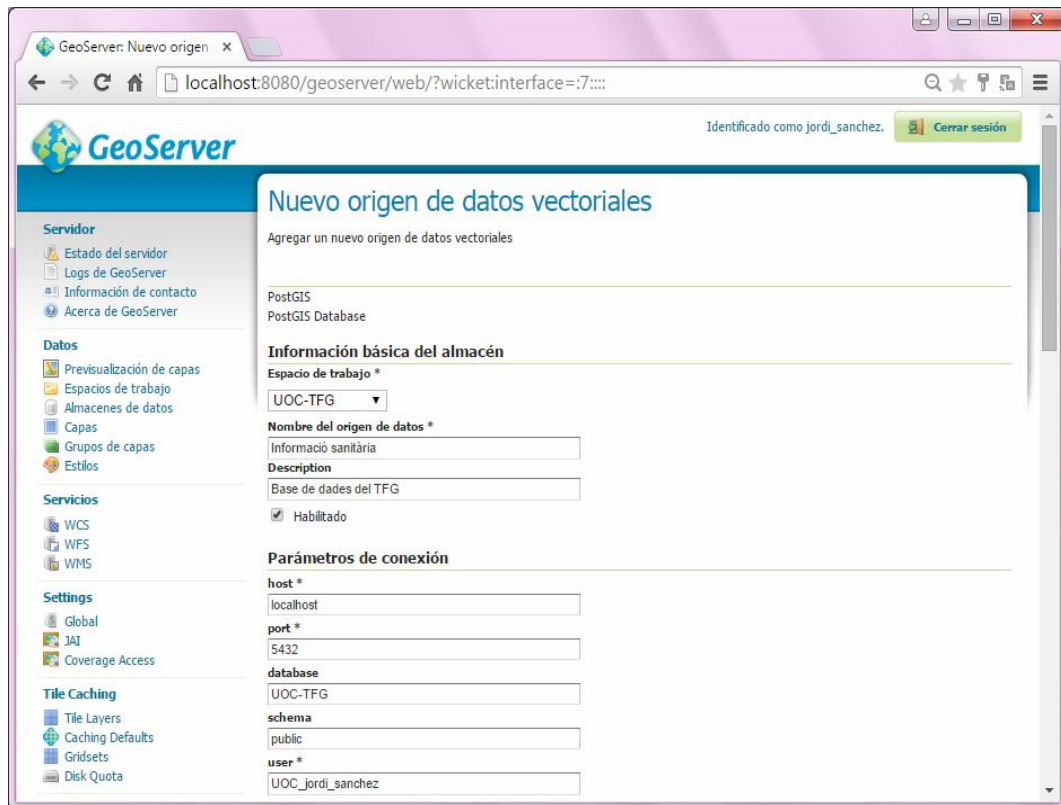
Il·lustració 18. Assistent d'instal·lació del servidor de dades geoespacionals Geoserver

Un cop instal·lat Geoserver, cal iniciar manualment el servei –atès que així s'ha indicat a l'assistent d'instal·lació– a través de l'arxiu C:\Program Files (x86)\GeoServer 2.7.0\bin\startup.bat

Com s'ha exposat a la pàgina anterior, Geoserver s'administra a través d'una interfície web disponible a l'adreça localhost:8080/geoserver/web on cal autenticar-se a l'inici per accedir-hi.

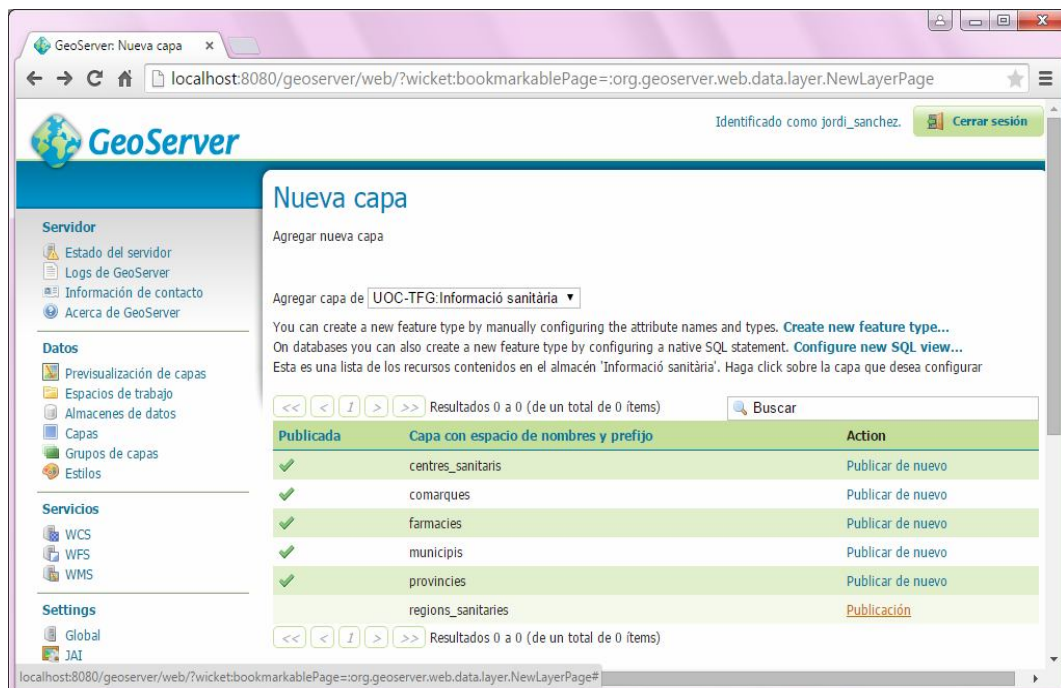
En aquest Treball de Final de Grau, el servidor només obtindrà les seves dades de la base de dades creada anteriorment, però Geoserver permet incorporar-ne directament a través de fitxers shp, o també a través de la consulta a altres fonts externes mitjançant connexions WFS o fins i tot WMS –l'anomenat WMS en cascada–.

A la pàgina següent es mostra una captura de pantalla del procés d'incorporació de la base de dades de PostGIS com a nou origen de dades de GeoServer, introduint tots els paràmetres de la connexió.



Il·lustració 19. Procés d'incorporació de PostGIS com a origen de dades de Geoserver

Un cop creat el vincle amb l'origen de les dades, Geoserver permet la incorporació de les taules de la base de dades PostGIS com a noves capes de l'espai de treball, com es mostra a la captura següent:



Il·lustració 20. Procés d'alta d'una nova capa a Geoserver procedent de dades PostGIS

7. Implementació del visor web GIS

La darrera fase d'aquest Treball de Final de Grau és la implementació del visor web que ha de permetre consultar l'Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya.

Com s'ha exposat en els dos apartats previs, la Fundació OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) –que fou creada per donar suport al desenvolupament de programari geoespacial de codi lliure i alta qualitat– analitza de manera periòdica el programari existent d'aquesta tipologia.

OSGeo també ha fet una anàlisi detallada dels productes de codi lliure relacionats amb la representació de la informació geogràfica en un client web. A aquest programari que permet la visualització i la manipulació de la informació geogràfica en un client web se'l denomina genèricament com a **Web Mapping**.

Els resultats de l'anàlisi d'OSGeo es mostren a les dues taules següents:

Name	Year	OSGeo	Live	License	Ohloh	Tech
OpenLayers	2006	G	✓	BSD	ohloh	Javascript
Leaflet	2010	☹	✓	BSD	ohloh	Javascript
GeoExt/GXP	2009	☹	☹	BSD	ohloh	Javascript
MapStore	2012	☹	☹	GPL	ohloh	Javascript
Mapbender	2003	G	✓	GPL and BSD	ohloh	PHP, JavaScript and XML
Cartaro	2012	☹	☹	[GPL versió 2]	-	PHP and Javascript
GeoMoose	2009	G	✓	MIT	ohloh	PHP and Javascript

Il·lustració 21. Informació general de productes de Web Mapping [14]

El significat de les columnes de la taula anterior és el següent:

- Year: indica l'any en què va aparèixer el producte.
- OSGeo: indica si el producte forma part de la fundació OSGeo, i si aquest està graduat o en procés d'incubació.
- Live: indica si el producte forma part del LiveDVD que empaqueta el projecte OSGeo Live.
- License: indica la llicència amb què es distribueix el producte.
- Ohloh: ofereix un enllaç, si existeix, a la pàgina del producte en la web d'estadístiques de projectes de software lliure Ohloh.net
- Tech: indica la tecnologia principal amb que s'ha dut a terme el desenvolupament del producte

Nombre	WMS	WFS	WFS-T	WCS	WMTS	TMS	WPS	SOS	CSW
OpenLayers	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Leaflet	✓	✓	✓[1]	☹	✓[2]	✓	☹	☹	☹
GeoExt/GXP	✓	✓	✓	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]
MapStore	✓	✓	✓	✓[3]	✓[3]	✓	✓	✓[3]	✓
Mapbender	✓	✓	✓	☹	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]
Cartaro	✓	✓	✓[4]	✓	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]
GeoMoose	✓	✓	✓	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓[3]

Il·lustració 22. Implementació d'estàndards OGC dels productes de Web Mapping [14]

Les columnes de la taula anterior fan referència a si el producte implementa o no els estàndards definits per l'OGC. Tot seguit es detallen els aspectes més rellevants de l'anàlisi d'OSGeo als 7 productes anteriors de codi lliure per a Web Mapping:

- Cartaro. Proporciona els millors components geoespacionals de codi obert en un sistema de gestió de continguts, amb una gran facilitat d'ús. Destaca també per la seva lleugeresa, sense necessitat de configuracions extenses. Utilitza PostGIS, GeoServer i OpenLayers.
- GeoExt/GXP. Ofereix la interfície d'usuari pròpia d'ExtJS per al desenvolupament d'aplicacions web interactives, amb totes les eines adaptades al visor OpenLayers.
- GeoMoose. Disposa d'una interfície d'usuari que es configura fàcilment, és ràpid i té un bon rendiment encara que s'utilitzin moltes capes i serveis al mateix temps. Estén la funcionalitat de MapServer i OpenLayers per a proporcionar serveis com ara la visualització i organització de moltes capes, operacions de selecció i cerques en els jocs de dades.
- Leaflet. Destaca per la seva simplicitat, el seu òptim rendiment i la seva facilitat d'ús. És modulable, les seves funcionalitats es poden ampliar a través de gran quantitat de plugins. Disposa d'una API elegant, fàcil d'emprar i ben documentada, així com codi font simple i intel·ligible.
- Mapbender. Ofereix una interfície d'usuari configurable que no depèn de cap servidor de mapes concret. Es diferencia de la resta per la seva capacitat d'edició en client sobre navegador, a través de l'estàndard WFS-T. Destaca pel seu suport d'usuaris, grups i serveis.
- MapStore. Consta de dos components principals, MapManager com a front-end i GeoStore com a back-end. Disposa d'un sistema que integra l'autenticació i la gestió d'autoritzacions per protegir els mapes d'accés no autoritzats. Està indicat especialment per crear, guardar, cercar i compartir mashups.

- OpenLayers. Ofereix una interfície d'usuari simplificada que accedeix als serveis WMS i WFS de manera transparent per a l'usuari i el desenvolupador. Destaca per la seva robustesa i per la quantitat d'eines ja implementades, cosa que el fa especialment útil per a les funcionalitats més complexes. És fàcil d'utilitzar i disposa de molta documentació que en afavoreix la comprensió.

L'estudiant creu que les llibreries OpenLayers i Leaflet serien les més adequades per a la implementació del visor web, perquè ambdues mantenen l'equilibri perfecte entre robustesa, simplicitat i funcionalitat.

Tanmateix, l'anàlisi efectuat per OSGeo denota que la llibreria Leaflet no implementaria diversos dels estàndards de l'OGC –en concret WCS, WPS, SOS, CSW–, però cap d'aquests serveis seran necessaris per a aquest projecte, per tant no haurien de ser un factor determinant.

En un primer moment, l'estudiant es va decantar per Leaflet, perquè permet obtenir uns efectes visuals en el mapa realment sorprenents. Així doncs, es va iniciar la implementació del visor web amb aquesta llibreria de JavaScript.

La voluntat de l'estudiant ha estat començar per un codi HTML molt bàsic amb una única secció <div>, i progressivament anar-lo millorant, enriquint i complementant. Així doncs, el codi s'inicia amb la definició de la capçalera i la càrrega d'estils.

```
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" />
<title>Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya</title>
<link rel="stylesheet" href="http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.6.4/leaflet.css"/>
</head>
```

Tot seguit es defineix un text que actuarà com a títol provisional i es crea una secció denominada "mapa", en la qual es carregaran els scripts de Leaflet i de JQuery per emprar-los més endavant.

```
<body>
  <h2>Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya</h2>
  <div id="mapa" style="width: 65%; height: 95%"></div>

  <script src="http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.6.4/leaflet.js"></script>
  <script src="http://code.jquery.com/jquery-1.10.2.min.js"></script>
```

En aquest punt s'inicia el script que crearà el mapa. S'importen dues capes base, perquè l'usuari pugui escollir entre visualitzar la cartografia de l'Open Street Maps o de la de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Aquesta darrera capa s'obté a partir d'una connexió WMS amb el servidor de l'ICC. Més endavant es pretenia incorporar altres capes base alternatives, com per exemple l'ortofoto aèria.

```
<script>
// Definició de capes base (Open Street Maps i Institut Cartogràfic de Catalunya)

var osm = new L.tileLayer('http://{s}.tile.osm.org/{z}/{x}/{y}.png', {
  attribution: '© <a href="http://osm.org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors');

var icc = new L.TileLayer.WMS('http://geoserveis.icc.cat/icc_mapesbase/wms/service?', {
  layers: 'mtc500m',
  styles: '',
  format: 'image/png',
  attribution: '© ICC' });
```

Tot seguit s'incorporen les capes sobreposades –overlays–, que l'usuari pot activar o desactivar segons els seus interessos. En aquesta fase inicial de desenvolupament del visor web, s'incorporaven 4 capes de límits territorials: regions sanitàries, províncies, comarques i municipis. També s'incorporaven les dues capes compartides en el fòrum de l'aula pels companys Daniel Aguilar Noguera i Gabriel Garcia-Mascaraque Gil, que són l'inventari de farmàcies [1] i de centres sanitaris [8].

```
var regions = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms', {
  layers: 'UOC-TFG:regions_sanitaries',
  styles: '',
  format: 'image/svg',
  attribution: '© ICC i Jordi Sánchez Rodríguez' });

var províncies = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms', {
  layers: 'UOC-TFG:províncies',
  styles: '',
  format: 'image/svg',
  attribution: '© ICC' });

var municipis = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms', {
  layers: 'UOC-TFG:municipis',
  styles: '',
  format: 'image/svg',
  attribution: '© ICC' });

var comarques = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms',
{
  layers: 'UOC-TFG:comarques',
  styles: '',
  format: 'image/svg',
  attribution: '© ICC' });

var farmacies = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms', {
  layers: 'UOC-TFG:farmacies',
  styles: '',
  format: 'image/svg',
  attribution: '© Daniel Aguilar Noguera' });
```

```
var centres_sanitaris = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-  
TFG/wms', {  
    layers: 'UOC-TFG:centres_sanitaris',  
    styles: '',  
    format: 'image/svg',  
    attribution: '© Gabriel Garcia-Mascaraque Gil' });
```

Les capes anteriors s'obtenien mitjançant connexions WMS. Per poder fer ús de totes les funcionalitats de Leaflet, era convenient disposar de la informació en format GeoJSON, per la qual cosa calia implementar connexions a Geoserver del tipus WFS. A títol de prova, s'intenta la connexió a la capa de farmàcies [1] mitjançant el codi següent:

```
var geojsonLayer = new L.GeoJSON();  
  
var rootUrl = 'http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/ows';  
  
var defaultParameters = {  
    service: 'WFS',  
    version: '1.0.0',  
    request: 'GetFeature',  
    typeName: 'UOC-TFG:farmacies',  
    maxFeatures: 200,  
    outputFormat: 'text/javascript',  
    format_options: 'callback: getJson'  
};  
  
var parameters = L.Util.extend(defaultParameters);  
  
var geojsonMarkerOptions = {  
    radius: 8,  
    fillColor: "#ff7800",  
    color: "#000",  
    weight: 1,  
    opacity: 1,  
    fillOpacity: 0.8  
};  
  
function handleJson(data) {  
    geojsonLayer = L.geoJson(data, {  
        onEachFeature: onEachFeature,  
        pointToLayer: function (feature, latlng) {  
            return L.circleMarker(latlng, geojsonMarkerOptions);  
            //return L.marker(latlng);  
        }  
    });  
};
```

```
$.ajax({  
  url: rootUrl + L.Util.getParamString(parameters),  
  dataType: 'jsonp',  
  jsonCallback: 'getJSON',  
  success: handleJson  
});
```

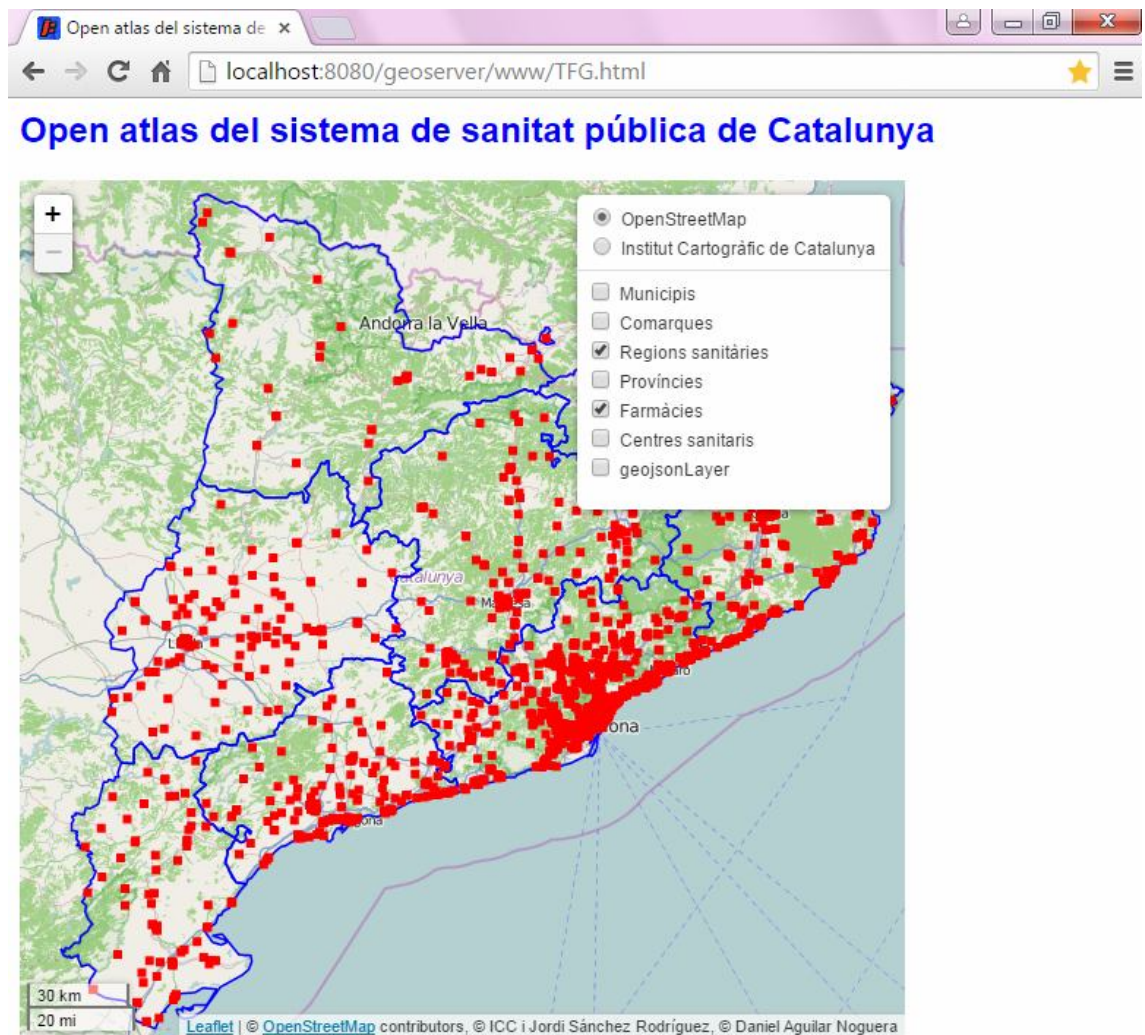
El codi anterior crea una capa definida a Leaflet com L.GeoJSON(), en la qual es carreguen els elements GeoJSON obtinguts a través de la connexió WFS amb Geoserver.

Tot seguit, es crea el mapa pròpiament dit, establint les coordenades (41.71212, 1.72391) com a punt central de Catalunya. Per restringir la navegació de l'usuari al territori català, es defineixen els límits a través de l'atribut "maxBounds" i també es limita el "minZoom".

Per últim, es creen dues variables per definir quines són les capes base i les capes sobreposades, i s'incorporen al mapa mitjançant la sentència "L.control.layers(capesBase, capesSobre).addTo(mapa)".

```
var sudOest = L.latLng(40.30084, -0.05775);  
var nordEst = L.latLng(43.00959, 3.50786);  
var limitsCatalunya = L.latLngBounds(sudOest,nordEst);  
  
var mapa = L.map('mapa', {  
  center:[41.71212, 1.72391],  
  maxBounds: limitsCatalunya,  
  minZoom:8,  
  zoom:8,  
  layers: [osm]  
});  
  
var capesBase = {"OpenStreetMap": osm, "Institut Cartogràfic de Catalunya": icc};  
var capesSobre = {"Municipis": municipis, "Comarques": comarques, "Regions  
sanitàries": regions, "Províncies": províncies, "Farmàcies": farmàcies, "Centres sanitaris":  
centres_sanitaris, "geojsonLayer": geojsonLayer};  
  
L.control.scale().addTo(mapa);  
L.control.layers(capesBase, capesSobre).addTo(mapa);  
  
</script>  
</body>  
</html>
```

Malgrat que aparentment el codi anterior no presenta errors, a la pràctica el navegador no mostra les capes obtingudes de Geoserver a través de connexions WFS, malgrat que les capes WMS es visualitzen sense problemes.



Il·lustració 23. Visor web implantat amb Leaflet en la seva fase inicial

L'estudiant comprova que Geoserver proporciona adequadament les dades GeoJSON requerides per WFS, i que el navegador també les rep correctament, però per alguna raó no les visualitza en el mapa. S'han descartat possibles incompatibilitats per la versió de Java utilitzada, s'han provat navegadors alternatius i s'han fet innumerables proves per localitzar l'origen del problema.

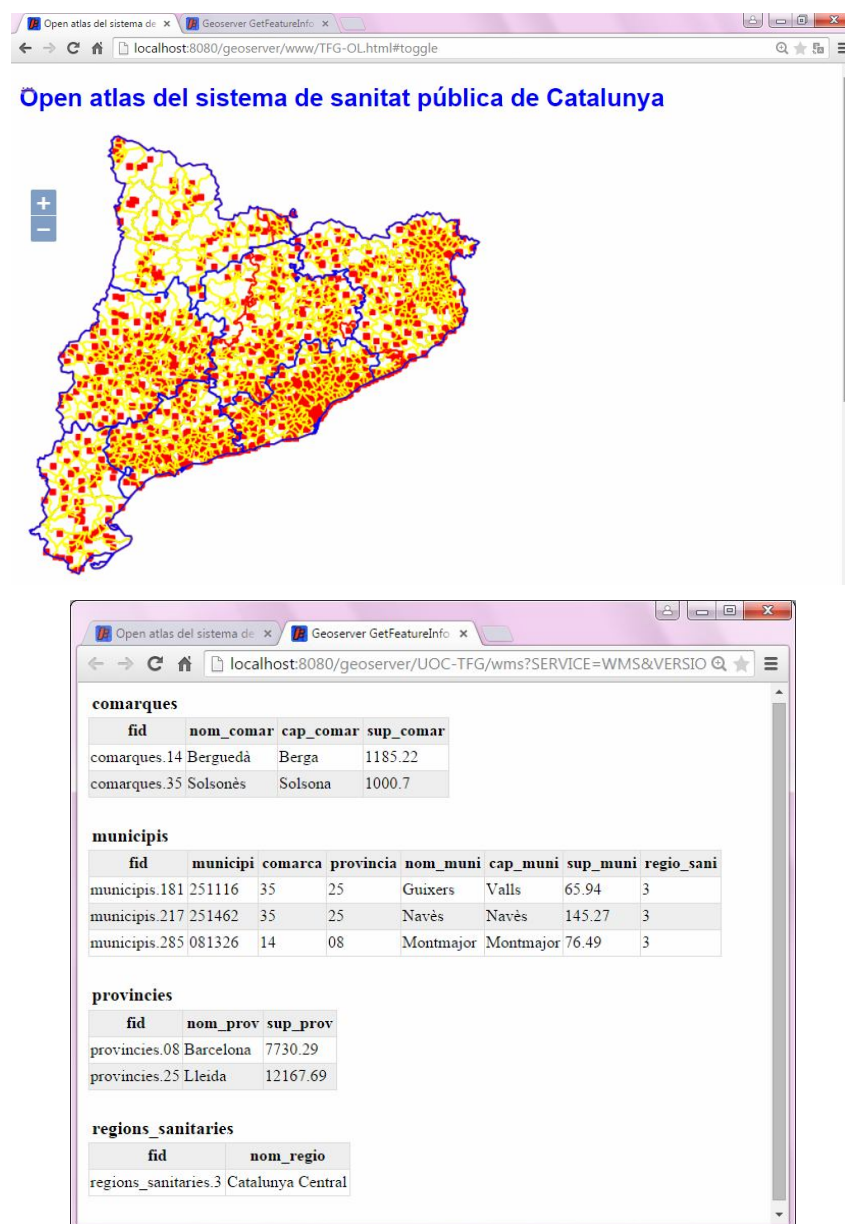
A partir d'aquest moment, l'estudiant es troba en l'angoixant situació que s'acosta la data límit de presentació d'aquest Treball de Final de Grau i no disposa del visor web amb totes les funcionalitats implementades.

En un intent *in extremis* per salvar la situació, l'estudiant decideix prescindir de la llibreria JavaScript emprada –Leaflet–, aprendre el funcionament d'OpenLayers i començar novament l'edició del codi en aquesta nova llibreria, que era l'altra alternativa robusta i funcional per a la implementació del visor web.

No obstant això, malgrat l'esforç ingent dedicat a l'aprenentatge de l'ús d'aquesta llibreria JavaScript alternativa, l'escàs marge de temps ha fet impossible disposar d'un codi que fos realment operatiu.

Per això s'ha optat per implementar el visor web a través d'una funcionalitat incorporada a Geoserver, que permet previsualitzar tant capes com conjunts de capes a través d'OpenLayers.

Amb aquesta alternativa, l'estudiant ha pogut verificar que el conjunt del programari implementat –la base de dades espacial, el servidor de mapes i el visor web– funciona correctament, ja que al fer clic en qualsevol element representat al mapa, es mostra el conjunt d'atributs emmagatzemats a la base de dades.



Il·lustració 24. Visor web implantat amb OpenLayers amb previsualització de Geoserver

8. Conclusions

Amb la realització d'aquest projecte, l'estudiant ha tingut l'oportunitat d'endinsar-se en el món dels Sistemes d'Informació Geogràfica, un àmbit que li era absolutament desconegut i alhora li despertava molt d'interès.

Com a punt de partida, s'han après molts conceptes sobre cartografia i geodèsia que no s'han reflectit en aquesta memòria, però que han permès comprendre millor els conceptes treballats. S'han estudiat a fons els SIG, els seus components i les seves característiques, així com també les singularitats de la informació geogràfica.

L'estudiant ha pogut posar en pràctica els coneixements apresos durant el Grau relatiu a l'arquitectura client servidor, gràcies a la implementació de la base de dades espacial, el servidor de mapes i el visor web. El projecte també ha permès practicar els llenguatges SQL, HTML i Java.

D'altra banda, durant el Treball de Final de Grau s'han treballat moltes de les competències transversals adquirides durant el Grau, com ara la gestió de projectes o la comunicació escrita.

Pel que fa a l'assoliment dels objectius plantejats a l'inici del projecte, l'estudiant admet que aquest Treball no era el resultat que esperava, ja que no s'ha pogut implementar el visor web amb les funcionalitats i l'aspecte visual que hagués desitjat. Malgrat això, sí que s'ha pogut posar en funcionament la base de dades i el servidor web, integrant en el visor web dades ràster i vectorials procedents de diverses fonts.

L'estudiant creu que la planificació inicial –reflectida en un diagrama de Gantt a l'annex d'aquesta memòria– distribuïa les tasques del projecte de manera idònia i preveia que hi hagués marge de maniobra suficient davant d'imprevistos.

Malgrat això, no s'ha seguit la planificació establerta, perquè ha quedat demostrat que no era realista amb la situació personal de l'estudiant, que recentment ha adoptat un infant, combina els estudis amb el treball i compagina aquest Treball de Final de Grau amb altres assignatures.

Per aquest motiu, tal com estava previst a l'anàlisi de riscos, davant d'aquesta situació ha calgut recórrer a restar hores del descans nocturn de l'estudiant per poder presentar el Treball dins del termini establert.

La línia de futur d'aquest projecte passa, en primer lloc, per ampliar les funcionalitats del visor web i dotar-lo de l'aspecte visual desitjat. En segon terme, caldria ampliar el nombre d'indicadors sanitaris perquè es poguessin treure conclusions sobre el grau d'assistència sanitària prestada en els diferents àmbits geogràfics.

9. Glossari

CSW

Catalog Service for the Web. Estàndard dissenyat per l'OGC per al descobriment, la cerca i la consulta de metadades relatives a dades, serveis i recursos geoespacionals.

GeoJSON

Geo JavaScript Object Notation. Estàndard obert per codificar col·leccions d'elements geogràfics simples –punts, línies, polígons i les col·leccions multipart dels tipus anteriors– juntament amb els seus atributs no espacionals.

GIS

Geographic Information System. Sistema informàtic, format per maquinari, programari, dades, usuaris i un marc organitzatiu, que permet enregistrar, emmagatzemar, gestionar, analitzar, consultar, visualitzar, presentar i difondre qualsevol tipus d'informació geoespacial.

GML

Geography Markup Language. Estàndard obert definit per l'OGC com una extensió del llenguatge XML per expressar informació geoespacial, que serveix com a llenguatge de modelització de dades geogràfiques i alhora com a format d'emmagatzematge, transport i intercanvi de dades entre sistemes.

OGC

Open Geospatial Consortium. Consorci que agrupa 372 organitzacions públiques i privades amb l'objectiu de definir estàndards oberts per permetre la interoperabilitat entre els sistemes d'informació geogràfica i la world wide web.

OSGeo

Open Source Geospatial Foundation. Fundació creada per promoure i donar suport al desenvolupament de programari geoespacial de codi lliure d'alta qualitat.

SIG

Sistema d'informació geogràfica. Sistema informàtic, format per maquinari, programari, dades, usuaris i un marc organitzatiu, que permet enregistrar, emmagatzemar, gestionar, analitzar, consultar, visualitzar, presentar i difondre qualsevol tipus d'informació geoespacial.

SFA

Simple Feature Access. Estàndard definit per l'OGC que especifica un model de dades estàndard orientat a objectes, que defineix l'emmagatzematge comú per a la geometria de les dades espacionals,

mitjançant formats de text o binari, juntament amb propietats, mètodes i predicats espacials.

WCS

Web Coverage Service. Estàndard definit per l'OGC que permet obtenir dades geoespacials en forma de cobertures que representen fenòmens de variació espacial, de manera que serveixin per a la representació o com a dades d'entrada per a models científics.

WFS

Web Feature Service. Estàndard definit per l'OGC que dona accés de lectura a dades vectorials per fer consultes espacials, recuperar els resultats i manipular la geometria. Fa ús del llenguatge de marcatge geogràfic GML. El servei transaccional WFS-T afegeix funcionalitats de bloqueig i actualització dels elements geogràfics al servidor per crear una nova instància geogràfica, esborrar o actualitzar una instància existent, obtenir i consultar elements geogràfics basats en restriccions espacials i no espacials.

WMS

Web Map Service. Estàndard definit per l'OGC per a la producció de mapes de dades georeferenciades. El resultat es construeix de manera dinàmica com una imatge, com una sèrie d'elements gràfics o com un conjunt empaquetat d'elements geogràfics. Els formats de sortida acostumen a ser PNG, GIF o JPEG, però també poden ser gràfics vectorials en format SVG (Scalable Vector Graphics).

WPS

Web Processing Service. Estàndard definit per l'OGC amb l'objectiu de proporcionar accés, a través de serveis web, a operacions o càlculs de dades geoespacials que poden ser complexos; pot tractar tant dades vectorials com ràster.

10. Bibliografia

- [1] **AGUILAR NOGUERA, Daniel** (2015). *Llistat georeferenciat de farmàcies de Catalunya*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya [fòrum TFG].
- [2] **BENEITO MONTAGUT, Roser** (2007). *Presentació de documents i elaboració de presentacions*. Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya.
- [3] **CANTERAS CAÑIZARES, Miguel** (2014). *MeteoCAT - visor web SIG de dades meteorològiques*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya
- [4] **CONTRERAS TRICÁS, Juan Manuel** (2011). *Construcción de un visor web de biodiversidad con Openlayers*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- [5] **ESBRÍ PALOMARES, Miguel Ángel; HIGÓN VALERO, José Vicente**. *Pruebas benchmark de soluciones cliente servidor en software libre*. [en línia] [data consulta: 25/05/2015]
<www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE05/sesion_07_03.pdf>
- [6] **ESTÉVEZ GONZÁLEZ, Víctor**. (2013) *Visión general de los sistemas de información geográfica. Geoservicios en la web*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- [7] **FUNDACIÓ WIKIMEDIA, INC**. *Sistema de información geográfica*. [en línia] [data consulta: 14/03/2015]
<es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci3n_geogr3fica>
- [8] **GARCIA-MASCARAQUE GIL, Gabriel** (2015). *Llistat georeferenciat de centres sanitaris de Catalunya*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya [fòrum TFG].
- [9] **GENERALITAT DE CATALUNYA**. *Observatori del Sistema de Salut de Catalunya: dades sanitàries* [en línia] [data consulta: 20/03/2015]
<observatorisalut.gencat.cat/ca/demanar_dades>
- [10] **GENERALITAT DE CATALUNYA**. *Optimot: Servei de consultes lingüístiques*. [en línia] [data consulta: 26/05/2015]
<www.gencat.cat/optimot>
- [11] **INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA**. *Diccionari i enciclopèdia en línia*. [en línia] [data consulta: 04/06/2015]
<www.icc.cat/cat/Home-ICC/Mapes-escolars-i-divulgacio/Diccionaris>

- [12] **INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA.** *VISSIR: Base municipal de Catalunya* [en línia] [data consulta: 12/05/2015]
<www.icc.cat/vissir3>
- [13] **ORTIZ RICO, Gabriel.** *Qué son los Sistemas de Información Geográfica. Tipos de SIG y modelos de datos.* [en línia] [data consulta: 18/05/2015]
<www.gabrielortiz.com/art.asp?Info=012 >
- [14] **OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION.** *Panorama SIG Libre Documentation.* [en línia] [data consulta: 02/06/2015]
<panorama-sig-libre.readthedocs.org/es/latest/>
- [15] **PÉREZ NAVARRO, Antoni (coord.); BOTELLA PLANA, Albert; MUÑOZ BOLLAS, Anna; OLIVELLA GONZÁLEZ, Rosa; OLMEDILLAS HERNÁNDEZ, Joan Carles; RODRÍGUEZ LLORET, Jesús (2009).** *Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica.* Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya.
- [16] **RAMÓN RODRÍGUEZ, José (coord.); MARINÉ JOVÉ, Pere (2010).** *Gestió de projectes.* Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya.
- [17] **SÁENZ HIGUERAS, Nita; VIDAL OLTRA, Rut (2008).** *Redacció de textos científicotècnics.* Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya.
- [18] **SANTOS ESTÉVEZ, Alberto.** *Herramientas para publicar datos con componente espacial vía web.* [en línia] [data consulta: 07/05/2015]
<www.youtube.com/watch?v=5yURwD7nEyw>
- [19] **TROMPETERO ROA, David Andrés.** *Informe de servidores de mapas.* [en línia] [data consulta: 05/06/2015]
<es.scribd.com/doc/231331890/Informe-Servidores-de-Mapas-docx>

11. Annexos

11.1 Codi del visor web implantat inicialment amb Leaflet

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" />
<title>Open atlas del sistema de sanitat pública de Catalunya</title>
<link rel="stylesheet" href="http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.6.4/leaflet.css"/>

</head>
<body>
  <h2><font face="arial" color="blue">Open atlas del sistema de sanitat pública de
    Catalunya</font></h2>
  <div id="mapa" style="width: 60%; height: 90%"></div>

  <script src="http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.6.4/leaflet.js"></script>
<script src="http://code.jquery.com/jquery-1.10.2.min.js"></script>

<script>

  // Definició de capes base (Open Street Maps i Institut Cartogràfic de Catalunya)

  var osm = new L.TileLayer('http://{s}.tile.osm.org/{z}/{x}/{y}.png', {
    attribution: '© <a href="http://osm.org/copyright">OpenStreetMap</a>
    contributors'});

  var icc = new
    L.TileLayer.WMS('http://geoserveis.icc.cat/icc_mapesbase/wms/service?
  ', {
    layers: 'mtc500m',
    styles: '',
    format: 'image/png',
    attribution: '© ICC' });

  // Definició de capes sobreposades

  // 1r. Capes WMS

  var regions = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-
  TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:regions_sanitaries',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© ICC i Jordi Sánchez Rodríguez' });
```

```
var provincies = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-
  TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:provincies',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© ICC' });

var municipis = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-
  TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:municipis',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© ICC' });

var comarques = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-
  TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:comarques',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© ICC' });

var farmacies = new L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-
  TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:farmacies',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© Daniel Aguilar Noguera' });

var centres_sanitaris = new
  L.TileLayer.WMS('http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/wms', {
    layers: 'UOC-TFG:centres_sanitaris',
    styles: '',
    format: 'image/svg',
    attribution: '© Gabriel Garcia-Mascaraque Gil' });

// 2n. Capes WFS (prova amb "farmàcies")

var geojsonLayer = new L.GeoJSON();

var rootUrl = 'http://localhost:8080/geoserver/UOC-TFG/ows';

var defaultParameters = {
  service: 'WFS',
  version: '1.0.0',
  request: 'GetFeature',
  typeName: 'UOC-TFG:farmacies',
  maxFeatures: 200,
  outputFormat: 'text/javascript',
  format_options: 'callback: getJson'
};
```

```
var parameters = L.Util.extend(defaultParameters);

var geojsonMarkerOptions = {
  radius: 8,
  fillColor: "#ff7800",
  color: "#000",
  weight: 1,
  opacity: 1,
  fillOpacity: 0.8
};

function handleJson(data) {
  geojsonLayer = L.geoJson(data, {
    onEachFeature: onEachFeature,
    pointToLayer: function (feature, latlng) {
      return L.circleMarker(latlng, geojsonMarkerOptions);
      //return L.marker(latlng);
    }
  });
};

$.ajax({
  url: rootUrl + L.Util.getParamString(parameters),
  dataType: 'json',
  jsonpCallback: 'getJson',
  success: handleJson
});

// Creació del mapa i definició dels límits de Catalunya

var sudOest = L.latLng(40.30084, -0.05775);
var nordEst = L.latLng(43.00959, 3.50786);
var limitsCatalunya = L.latLngBounds(sudOest,nordEst);

var mapa = L.map('mapa', {
  center:[41.71212, 1.72391],
  maxBounds: limitsCatalunya,
  minZoom:8,
  zoom:8,
  layers: [osm]
});

var capesBase = {"OpenStreetMap": osm, "Institut Cartogràfic de Catalunya":
  icc};
```

```
var capesSobre = {"Municipis": municipis, "Comarques": comarques, "Regions  
sanitàries": regions, "Províncies": províncies, "Farmàcies": farmàcies,  
"Centres sanitaris": centres_sanitaris, "geojsonLayer": geojsonLayer};
```

```
L.control.scale().addTo(mapa);  
L.control.layers(capesBase, capesSobre).addTo(mapa);
```

```
</script>  
</body>  
</html>
```


11.2 Diagrama de Gantt de planificació del Treball de Final de Grau

