

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

**Enginyeria tècnica informàtica de gestió**

APLICACIÓ WEB PER A LA VIGILÀNCIA EPIDEMIOLÒGICA A  
BARCELONA EMPRANT SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA DE  
PROGRAMARI LLIURE

Alumne/a: Jordi Viladoms Ferrandiz

Dirigit per: Jesús de Diego Alarcon

CURS 2012-13 (Setembre/Febrer)

## 1 Resum

Fossaert et al., van conceptualitzar la vigilància epidemiològica com "el conjunt d'activitats que permet reunir la informació indispensable per a conèixer en tot moment la conducta o història natural de la malaltia, detectar o preveure qualsevol canvi que pugui succeir per alteració dels factors condicionants, amb el fi de recomanar oportunament, sobre bases fermes, les mesures eficients indicades, que portin a la prevenció i control de la malaltia".

Aquest treball final de carrera es centra en la creació d'una aplicació web que utilitza les eines que ens ofereixen els sistemes d'informació geogràfica per al monitoratge i detecció de clústers de legionel·losi així com per a la producció de mapes temàtics per a l'estudi de malalties epidemiològiques a la ciutat de Barcelona.

Aquesta aplicació web ha estat completament desenvolupada amb programari lliure. D'aquesta manera s'ha pogut obtenir un producte que no suposa el pagament de cap llicència de programari i permet un evolutiu sense risc de sobre-cost. El programari utilitzat ha estat una combinació de PostGIS (com a base de dades geogràfica), Geoserver (com a servidor de mapes) i Openlayers (com a llibreria javascript de composició de mapes a la web).

## 2 Índex

### Index de contingut

1	Resum.....	2
2	Índex.....	3
3	Introducció.....	5
3.1	Objectius i Justificació.....	6
3.2	Planificació.....	6
3.2.1	Tasques i activitats.....	6
3.3	Incidències i pla de contingències .....	9
3.4	Producte obtingut.....	9
4	Sistemes d'informació geogràfica.....	10
4.1	Definició.....	10
4.2	Informació geogràfica i cartografia digital.....	11
4.3	Formats ràster i vectorial .....	11
4.4	Referències geogràfiques: datum i projecció .....	15
4.5	Introducció a la cartografia temàtica.....	18
4.5.1	Components d'un mapa temàtic.....	19
4.5.2	Web Map Services i Web Feature Services .....	19
5	Requeriments.....	21
5.1	Visites a l'Agència de Salut Pública de Barcelona.....	21
5.2	Anàlisi de requeriments .....	22
5.2.1	Antecedents .....	22
5.2.2	Requeriments .....	22
6	Tecnologia utilitzada.....	24
6.1	PostgreSQL/PostGIS .....	24
6.2	Geoserver .....	25
6.3	Openlayers .....	26
6.4	Php.....	28
7	Disseny i implementació dels productes .....	29
7.1	Arquitectura de l'aplicació .....	29
7.2	Creació de la interfície web.....	31
7.2.1	Pantalla de mapes .....	32
7.2.2	Pantalla de dades .....	33
7.3	Gestió de dades.....	34
7.3.1	Disseny del model de dades .....	35
7.3.2	Càrrega de dades .....	36
7.3.3	Geocodificació automàtica .....	37
7.3.4	Comprovació de la geocodificació .....	39
7.3.5	Manteniment de les dades .....	41
7.4	Sistema d'alarmes .....	42
7.4.1	Alarma per a clústers de legionel·losi.....	43
7.4.2	Configuració dels criteris de l'alarma de clústers .....	45
7.5	Consulta, cerca i selecció.....	46
7.5.1	Eines de cerca.....	47
7.5.2	Tipus de selecció .....	48
7.5.3	Consulta de dades.....	49
7.6	Superposició de capes .....	50

8	Conclusions.....	54
9	Línies futures de treball .....	56
10	Bibliografia .....	57
11	Glossari .....	59

## Índex de figures

Figura 1.	Representacions vectorial i ràster.
Figura 2.	Representació de dades sobre un punt del mapa.
Figura 3.	Esquema dels models ràster i vectorial.
Figura 4.	Coordenades geogràfiques.
Figura 5.	Representacions del geoide i l'elipsoide.
Figura 6.	Projecció cilíndrica transversal i projecció cònica.
Figura 7.	Processos de comunicació d'Openlayers.
Figura 8.	Arquitectura de la web.
Figura 9.	Casos d'ús.
Figura 10.	Interfície de la pantalla de mapes.
Figura 11.	Selecció de Capes.
Figura 12.	Menú de càrrega de dades.
Figura 13.	Pantalla de manteniment de dades.
Figura 14.	Model de Dades.
Figura 15.	Algoritme de migració de dades desde Dbase a Postgis.
Figura 16.	Exemple de retorn en format xml del servei de geolocalització de google.
Figura 17.	Algoritme de geolocalització utilitzant el servei web de google.
Figura 18.	Registres mostrats a la pantalla de gestió de dades.
Figura 19.	Pantalla de Google Maps usada per a la comprovació de la geolocalització automàtica.
Figura 20.	Consultes SQL per a la recuperació i modificació de dades geogràfiques.
Figura 21.	Finestra de confirmació.
Figura 22.	Exemple d'un avís d'alarma de clúster de legionel·losi.
Figura 23.	Algoritme de detecció de possibles clústers.
Figura 24.	Mapa centrat al punt on s'ha detectat l'alarma de legionel·la.
Figura 25.	Funció per centrar del mapa a un punt determinat.
Figura 26.	Creació de la instància de l'objecte map.
Figura 27.	Carrega de la capa de dades obtingudes de Geoserver aplicant filtres.
Figura 28.	Exemple de selecció de dades.
Figura 29.	Càrrega al mapa del control de selecció.
Figura 30.	Codi de càrrega de la finestra emergent amb les dades del cas al mapa.
Figura 31.	Consulta de les dades associades a un punt.
Figura 32.	Creació de la capa de mapa d'impacte.
Figura 33.	Mapa d'impacte proporcionat per geoserver.
Figura 34.	Superposició de la capa de casos amb la capa de mapa d'impacte.

### 3 Introducció

L'ús de sistemes geogràfics per al seguiment i estudi de les malalties epidemiològiques ha estat utilitzat gairebé des de l'origen de l'actual concepte de vigilància epidemiològica essent William Farr (1807-1883) el seu pioner amb estudis sobre els brots de colera i els punts d'aigua de la ciutat de Londres.

En aquesta memòria s'exposa com s'ha elaborat l'aplicació web per a la vigilància epidemiològica de la ciutat de Barcelona amb la utilització d'eines de programari lliure. També es mostra el resultat final obtingut així com les possibles línies de millora a seguir

Per altre banda, es pot dividir en 4 parts ben diferenciades que es detallen a continuació:

- Introducció (corresponent al Capítol 3): s'exposen els objectius del treball i la seva justificació, la planificació, les incidències esdevingudes i la seva resolució i el producte obtingut.
- Introducció als sistemes d'informació geogràfica (capítol 4): s'explica què són els SIG i els principals conceptes que cal considerar.
- Anàlisi de requeriments (capítol 5) i definició de la tecnologia a utilitzar per a satisfer-los (capítol 6): aquest projecte s'ha basat en el contacte directe amb els responsables del servei de vigilància epidemiològica de l'ASPB que han donat informació sobre les seves necessitats. En aquests apartats es detalla l'experiència a l'ASPB, els requeriments detectats i la justificació de la tecnologia a utilitzar .
- Anàlisi, descripció i justificació de l'aplicació web obtinguda (capítol 7): en aquest apartat s'analitza, detalla i justifica les diferents funcionalitats que s'hi han implementat. S'hi descriuen les tres grans funcionalitats implementades: la gestió de dades, el sistema d'alarmes i consulta, la cerca i selecció de dades.

### 3.1 Objectius i Justificació

L'objectiu principal d'aquest treball final de carrera, ha estat el de poder dotar a l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB), de millors eines per a l'exercici de les seves funcions en el camp de la vigilància epidemiològica usant Sistemes d'informació geogràfica (SIG). Aquesta eina es materialitza en una web que engloba diverses funcionalitats lligades al monitoratge i detecció de malalties epidemiològiques així com la generació de mapes temàtics.

L'ASPB realitza les tasques de Vigilància epidemiològica relatives a la ciutat de Barcelona i per aquest motiu disposa de dades relatives a malalties epidemiològiques des de fa més de 20 anys. Actualment, disposa d'una aplicació per a la gestió espacial de les seves dades però aquesta està desenvolupada sota programari propietari i això impossibilita la seva evolució cap a noves versions amb més funcionalitats. És per aquest motiu que es decideix desenvolupar un nou sistema basat exclusivament amb software lliure i amb entorn web.

Anàlogament, per la naturalesa acadèmica d'aquest treball, l'objectiu inclou l'aprenentatge, la recerca i l'aprofundiment de les eines SIG de programari lliure Openlayers i Geoserver. A més de l'aprenentatge de conceptes bàsics de cartografia i de mètodes de creuament d'informació geogràfica amb altres fonts de dades, també s'ha aprofundit en el coneixement del sistema gestor de bases de dades geogràfiques PostGIS.

### 3.2 Planificació

S'exposa tot seguit la planificació realitzada durant el transcurs del desenvolupament del treball.

#### 3.2.1 Tasques i activitats

Per al correcte desenvolupament del treball es va proposar una planificació en iniciar el semestre acadèmic que s'ha vist alterada durant els mesos de desenvolupament degut al desconeixement de les dates concretes de reunions amb



el personal de referència de l'ASPB i l'abast global del projecte. Tot i així, les tasques s'han pogut complir tal i com estaven pensades essent només la temporalització de les mateixes la que ha sofert més canvis.

Tasques	Precedents	Hores
<b>1. Elaboració del Pla de treball</b>		
<b>1.1. Lectura i comprensió de l'enunciat</b>		8
Recopilació tota la documentació que la UOC va penjar referent a l'enunciat del projecte. Lectura i comprensió del què es demanava.		
<b>1.2. Recerca de documentació sobre SIG</b>		
Recerca per internet de tota la informació possible per tal d'entendre què és un SIG i familiaritzar-se amb els conceptes		
<b>1.3. Determinar tasques</b>	1.2	8
Fixar les tasques necessàries per tal de desenvolupar el treball.		
<b>1.4. Relacions entre tasques</b>	1.3	4
Trobar i fixar les relacions entre les diferents tasques a realitzar		
<b>1.5. Elaboració del document</b>	1.4	16
Escriure el primer esborrany del pla de treball		
<b>1.6. Lectura i correccions</b>	1.5	4
Correccions de l'esborrany del pla de treball després de la consulta amb el director del projecte		
<b>1.7. Lliurament del Pla de treball</b>	1.6	1
Entrega del pla de treball		
<b>2. Estudi del projecte i instal·lació el programari requerit</b>		20
Segona lectura del projecte i instal·lació de tot el programari requerit als ordinadors on es realitzarà el desenvolupament		
<b>2.1. Conceptes relacionats amb els SIG</b>	1.7	12
Estudi exhaustiu sobre els conceptes SIG directament relacionats amb el treball final de carrera		
<b>2.2. Estudi SG bases de dades geogràfiques: PostGIS</b>	1.7	12
Estudi de les característiques i el funcionament de PostGIS		
<b>2.3. Recerca d'informació de les aplicacions: GeoServer i Openlayers</b>	1.7	8
Descarrega i lectura dels manuals i documents relatius al funcionament i instal·lació de Geoserver i Openlayers,		
<b>2.4. Instal·lació de GeoServer i Openlayers</b>	2.3	10
Instal·lació i primeres proves del servidor Geoserver i primeres proves de programació amb Javascript usant la llibreria Openlayers.		
<b>3. Disseny dels models</b>		
Disseny dels models.		
<b>3.1. Reunions amb ASPB i Obtenció de dades ASPB</b>		10
Visites a l'ASPB per a la definició dels requeriments del projecte i obtenció de les dades referents als casos de legionel·la.		
<b>3.2. Determinar models de funcionalitats a implementar</b>	3.1	4
Determinar quins serien les funcionalitats a implementar en el treball després de conèixer els requeriments		

<b>3.3. Anàlisi de les dades de l'ASPB</b>	3.1	16
Anàlisi de les dades que l'ASPB va proporciona. Fixar les importants per al treball i establir quines serien útils pels motors de cerca.		
<b>3.4. Disseny del model lògic (objectes)</b>	3.2;3.3	2
Establir els objectes i dissenyar el model lògic a seguir		
<b>3.5. Disseny de la persistència (BD)</b>	3.4	8
Disseny de les taules a PostGIS en funció de l'estructura inicial de la base de dades de l'ASPB		
<b>3.6. Creació de la BD de l'aplicació</b>	3.5	3
Generació i execució dels scripts de creació de la base de dades		
<b>3.7. Carrega de les dades proporcionades per l'ASPB</b>	3.6	8
Migració de les dades proporcionades per l'ASPB en format Dbase a PostGIS		
<b>4. Disseny de l'aplicació</b>		
Disseny del producte final		
<b>4.1. Anàlisi de requeriments</b>	3.7	8
Anàlisi dels requeriments fixats per l'ASPB en les reunions anteriors		
<b>4.2. Disseny funcional</b>	4.1	8
Establir el disseny funcional de l'aplicació		
<b>4.3. Disseny GUI</b>	4.2	4
Establir el disseny de les pantalles de l'aplicació		
<b>4.4. Disseny tècnic</b>	4.3	16
Decidir l'arquitectura de l'aplicació així com els programes que s'utilitzarien per al desenvolupament de la mateixa.		
<b>5. Implementació de l'aplicació</b>		
Desenvolupament de l'aplicació		
<b>5.1. Tractament de les dades</b>	4.4	8
Desenvolupament de l'eina de mostratge i filtre de casos.		
<b>5.2. Mostrar mapes d'impacte i capes</b>	5.1	4
Desenvolupament dels mapes d'impacte i la tria de capes		
<b>5.3. Implementació funcions de geoprocesament</b>	4.4	16
Desenvolupament de les funcions de càrrega i geolocalització de les dades		
<b>5.4. Implementació del sistema d'alarmes</b>	5.3	8
Desenvolupament del sistema d'alarma de detecció de clústers de legionel·losi		
<b>5.5. Proves unitàries</b>	5.4	16
Proves de cadascuna de les funcionalitats implementades per separat. Correccions al desenvolupament davant d'errors		
<b>5.6. Proves integració</b>	5.5	16
Proves globals de tota l'aplicació. Correccions al desenvolupament davant d'errors.		
<b>5.7. Conclusions</b>	5.6	4
Redacció de les conclusions		
<b>5.8. Memòria</b>	5.7	20
Redacció de la memòria final		
<b>5.9. Correcció memòria</b>	5.8	8
Segona lectura i correccions de la memòria final		
<b>6. Presentació Virtual</b>		
Elaboració del vídeo de presentació		
<b>6.1. Elaboració del guió</b>	5.9	8
Elaboració de l'esquema de la presentació virtual		
<b>6.2. Elaboració material complementari</b>	6.1	4
Elaboració de les diapositives per a la presentació		



<b>6.3. Gravació de la presentació</b>	6.2	4
Gravació de la presentació		
<b>7. Debat Virtual</b>	6.3	2
Participació al debat virtual		

### 3.3 Incidències i pla de contingències

A la planificació del treball final de carrera es van determinar una sèrie de mesures que fixaven el pla de contingències amb l'objectiu de pal·liar o arreglar possibles contratemps que apareguessin durant el transcurs del projecte.

Aquestes mesures preveïen les contingències següents:

- Viatge per motius laborals.
- Avaria del punt de treball.
- Motius de salut.

Tot i així, han aparegut contingències que no estaven previstes que s'han hagut de corregir sense una planificació prèvia. Aquestes incidències han estat bàsicament un augment de les hores de dedicació laboral i la manca de coneixement de l'abast total del projecte fins transcorregut un mes i mig de l'inici del semestre. Per aquest mateix motiu s'han vist alterades les dates d'entrega de les PACs.

Per a resoldre aquests contratemps, s'han utilitzat les hores corresponents a les vacances personals pendents de realitzar durant l'any 2012 com a temps amb dedicació completa al treball final de carrera

### 3.4 Producte obtingut

Un cop finalitzat el desenvolupament d'aquest treball s'ha obtingut una aplicació web que ofereix els següents serveis:

- Gestió i manteniment de dades geolocalitzades
- Geolocalització de les dades
- Detecció de clústers
- Generació de mapes d'impacte o "Heatmaps" per a les dades geolocalitzades.

## 4 Sistemes d'informació geogràfica

En aquest treball final de carrera, tal i com s'ha vist en els capítols anteriors, es treballa amb sistemes d'informació geogràfica. Tot seguit s'exposen els conceptes bàsics sobre els SIG amb l'objectiu de facilitar una millor comprensió d'aquest projecte.

### 4.1 Definició

Per a poder entendre que és un SIG s'han de tenir clars els diferents conceptes que apareixen en aquest acrònim on per una banda es té el Sistema d'informació (SI) i per l'altre la informació geogràfica (IG). És amb la unió dels dos conceptes on queda ben definit que seria un SIG.

Un SI és un conjunt de recursos que processen les dades d'una organització de manera que són tots aquells elements que emmagatzemen, processen o interpreten la informació. Inclou persones, equips informàtics, programari, etc.

Per altra banda, es denomina IG a aquelles dades espacials georreferenciades necessàries com a part de les operacions científiques, administratives o legals. Aquestes dades solen contenir una informació alfanumèrica associada. S'estima que totes les dades corporatives existents a tot el món posseeixen aquest component geogràfic<sup>1</sup>.

En definitiva, els SIG no són altre cosa que un sistema d'informació amb la peculiaritat que les dades amb les que treballa són dades d'informació geogràfica. També es poden trobar altres definicions que explicarien que és un SIG d'entre les quals trobem que la més acceptada és la donada per el *National Centre of Geographic Information and Analysis*:

*“un SIG és un sistema compost de hardware, software i procediments elaborat per tal de facilitar l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, model, representació i sortida de*

---

<sup>1</sup> [http://spatiallyadjusted.com/2013/01/04/i-guess-80-percent-data-has-a-location-component/#disqus\\_thread](http://spatiallyadjusted.com/2013/01/04/i-guess-80-percent-data-has-a-location-component/#disqus_thread)

*dades espacialment referenciades amb l'objectiu de resoldre problemes complexos de planificació i gestió.* “ (NCGIA,1990).

## 4.2 Informació geogràfica i cartografia digital.

La georreferenciació és el posicionament en el qual es defineix la localització d'un objecte espacial en un sistema de coordenades i datum determinat. En la cartografia tradicional s'acostuma a veure mapes compostos per varis temes a la vegada.

En cartografia digital es manté la informació temàtica (capes o cobertures) per separat per a combinar-la en el moment adequat amb finalitats vinculades a l'anàlisi o la presentació. El més rellevant és que els elements del mapa són referenciats sobre la terra.

Qualsevol moviment del ratolí revela la seva posició actual amb les seves coordenades geogràfiques (en graus i minuts) o en coordenades geodèsiques (en metres sobre l'eix X i Y). A més, l'escala del mapa digital no és fixa ja que pot ser ampliat, per veure més detall, o reduït per obtenir una visió més global.

## 4.3 Formats ràster i vectorial

Les dades espacials en un SIG poden ser representades a través de dos formats o sistemes espacials: vectorial i ràster. Són dos formats que es distingeixen per la seva manera d'emmagatzemar els objectes geogràfics (la base de dades geogràfica), la seva manera d'emmagatzemar els atributs dels objectes (la informació temàtica) i en segon lloc, per la seva aparença.

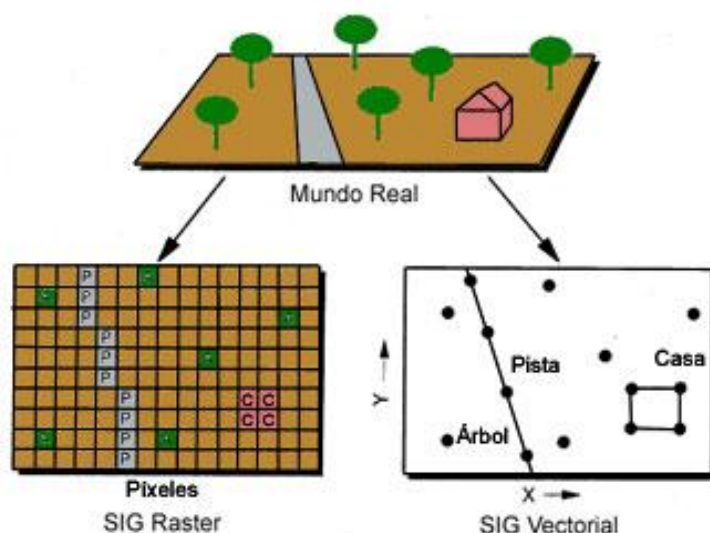


Figura 1. Representacions vectorial i ràster.

En el format vectorial la informació del món real és presentada pels punts i línies que defineixen els límits o fronteres, establint un sistema de coordenades per a localitzar cada objecte. El punt és presentat per un parell de coordenades (X,Y); la línia és un conjunt de coordenades que corresponen als seus vèrtexs ( $X_1Y_1; X_2Y_2; X_3Y_3, \dots$ ) i el polígon és una línia tancada i plena tal i com es pot veure a la figura 1.

En aquest format, cada objecte representa una unitat homogènia d'informació amb una topologia que defineix les seves relacions amb els altres objectes de la cobertura temàtica (en el cas de superfícies compostes per polígons adjacents o de línies que formin una sola xarxa). Aquesta assignació d'atributs es realitza a través d'una *taula d'atributs* associada a la cobertura vectorial en la qual un "identificador" connecta l'objecte amb el seu "registre", com mostra la figura 2.

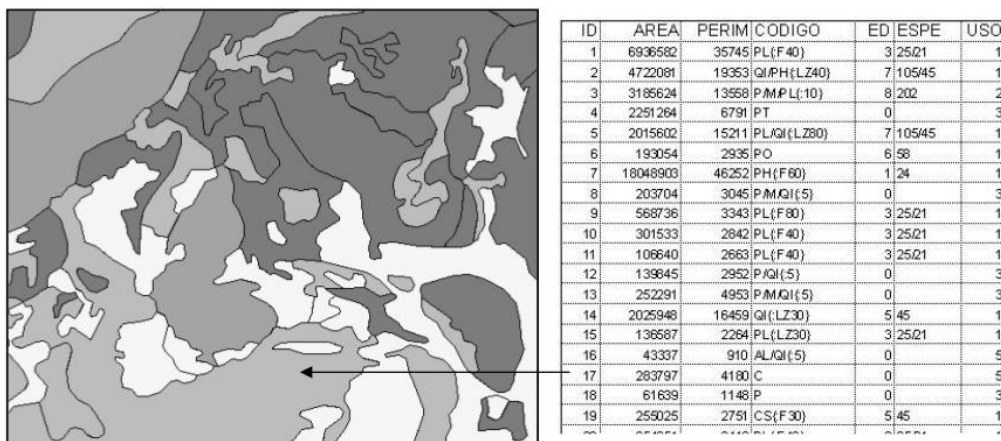


Figura 2. Representació de dades sobre un punt del mapa.

En el format ràster, l'espai està representat per un conjunt de cels adjacents anomenades píxels, que representen les unitats d'informació espacial. Aquestes estableixen la seva localització per un sistema de referència en files i columnes, acompanyat de l'extensió del mapa i de la mida de la cel·la. Els píxels en realitat no mantenen una relació mútua entre sí. En la cobertura de tipus ràster, cada cel·la té un valor o codi assignat, corresponent al tipus d'informació temàtica que representa la cel·la. (Veure figura 1 i 3)

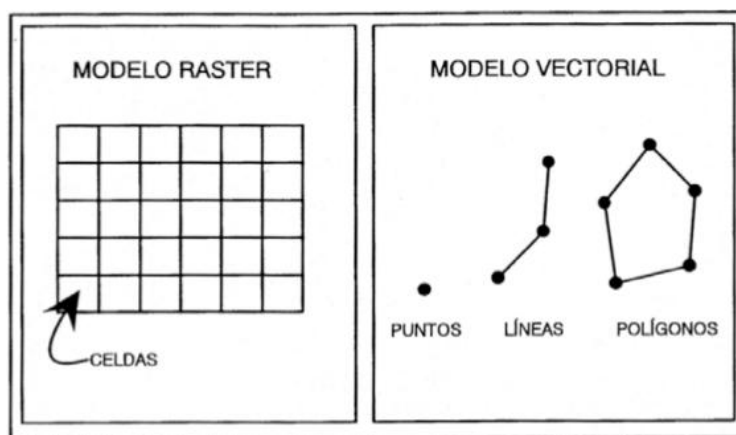


Figura 3. Esquema dels models ràster i vectorial.

La següent taula compara una sèrie de capacitats i funcions de cada model:

FUNCIONS /MODEL	VECTORIAL	RÀSTER
Estructura de dades	Compacta. Permet una capacitat d'anàlisi major	Senzilla i fàcil de comprendre
Introducció de dades	La informació de pantalla o recollida a través de taules digitalitzadores s'hi adapta millor.	Admet millor la informació procedent de les imatges per satèl·lit La introducció alfanumèrica és molt més pesada.
Emmagatzemament	Menor necessitat d'espai. Major operativitat i versatilitat.	Té major necessitat d'espai; pot duplicar la necessitat respecte l'altre model
Gestió de dades	Es poden consultar les característiques de les entitats com objectes individuals o en conjunt.	Només es poden consultar les característiques de cada cel·la.
Representació topològica	Genera una codificació eficient per a la representació.	Algunes relacions són difícils de representar
Integració d'imatges satèl·lit	Menor eficiència respecte l'altre model	Integra eficientment el format <i>bit</i> i facilita el posterior anàlisi
Anàlisi de xarxes	Més adequat ja que assumeix millor algunes relacions topològiques	Menys adequat
Anàlisi poligonal	Menys eficient	Afavoreix aquest anàlisi gràcies a la regularitat de la cel·la. És més rigorós amb els programes de

		superposició de mapes.
Anàlisi estadístic	Ofereix menys facilitacions que l'altre model	Més fàcil en aquest model, sobretot quan és poligonal
Sortida cartogràfica	Major capacitat. S'assemblen bastant als realitzats manualment	Menor capacitat.

Cal advertir que aquest anàlisi comparatiu és relatiu, doncs una part important depèn de software que s'utilitzi i de les necessitats que hagi de cobrir el sistema SIG. De forma global sembla que el sistema vectorial és lleugerament superior en prestacions que el model ràster, però si la preocupació es centra en l'anàlisi poligonal o la integració de la imatge per satèl·lit, varia completament.

## 4.4 Referències geogràfiques: datum i projecció

En l'actualitat, els mapes utilitzen dos tipus principals de sistemes de coordenades: les geogràfiques i les UTM.

### 4.4.1 Sistema de coordenades geogràfiques

Les coordenades geogràfiques s'utilitzen principalment per a representacions geogràfiques molt extenses (continents, globus terraquí, atles,...). Al no ser rectes ni tenir una separació constant, aquestes coordenades no poden ser reproduïdes en cap forma de projecció. Es tracten doncs, d'unes coordenades esfèriques que senyalen la posició en graus, minuts i segons sobre una superfície esfèrica al llarg de paral·lels (latituds nord i sud) i meridians (longituds est i oest) (Veure figura 4). És el sistema de referència més antic i universal.

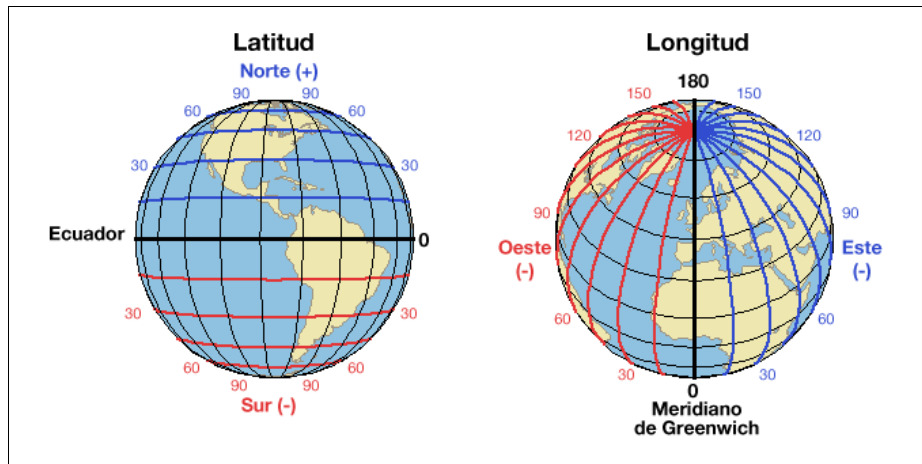


Figura 4. Coordenades geogràfiques. (Font: <http://blogscompartido.blogspot.com.es/2010/05/meridianos-y-paralelos.html>).

El paral·lel  $0^\circ$  (o la latitud  $0^\circ$ ) es coneix com a “Equador”. Com a meridià  $0^\circ$  s'utilitza la línia que passa per l'observatori britànic de Greenwich, coneguda com a “Meridià de Greenwich”.

#### 4.4.2 Datum geodèsic

El *geoide* és la superfície de referència que s'utilitza en la geodèsia. És un model ideal de la superfície terrestre en absència de muntanyes (tota la superfície a nivell del mar). Tècnicament, defineix la superfície on la gravetat equival al nivell del mar – un xic més a l'equador i una mica menys als pols – o sigui en forma d'el·lipsoide. Els instruments tradicionals de geodèsia i navegació utilitzen aquesta característica per a situar la posició sobre la superfície de la terra. (Veure figura 5).



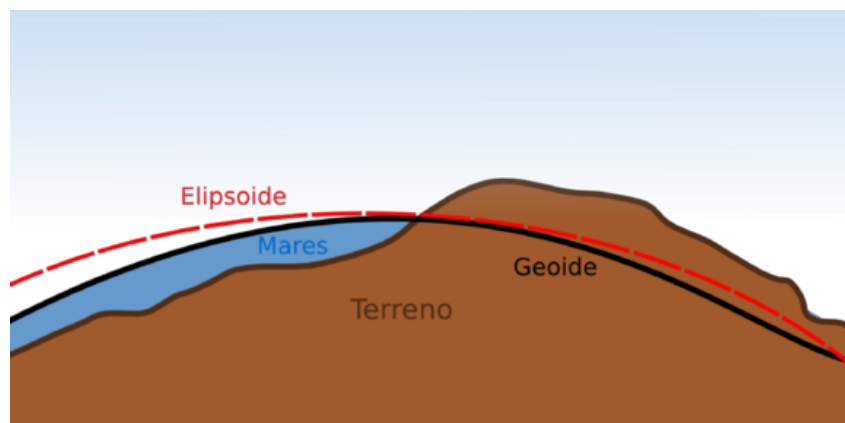


Figura 5. Representacions del geoide i l'elipsoide. (Font: [http://jauladepalabras.netii.net/wp-content/uploads/2009/09/geoide\\_elipsoide\\_img1.png](http://jauladepalabras.netii.net/wp-content/uploads/2009/09/geoide_elipsoide_img1.png)).

La geodèsia moderna utilitza el·lipsoïdes abstractes, que són aproximacions amb una forma molt més regular. Existeixen molts el·lipsoïdes diferents; normalment s'escull el model que millor s'ajusta a l'àrea d'interès. A Europa s'utilitza l'el·lipsoide "Internacional 1924" (Haywird, 1924).

El *datum* defineix l'el·lipsoide de referència i la distància entre el·lipsoide i geoide. La majoria de datums no intenten descriure la superfície sencera de la terra sinó només parts localitzades. A Espanya s'utilitza el datum "Europeo 50" o "ED 50". En canvi, el datum WGS (World Geodetic System) sí que intenta descriure la superfície sencera.

#### 4.4.3 Projeccions cartogràfiques

Les projeccions cartogràfiques són procediments que ens permeten representar l'esferoide terrestre en el pla del mapa. Les projeccions conformes conserven la forma de la figura projectada, mentre que les equivalents conserven l'àrea. Els atles i mapes a escala detallada acostumen a utilitzar sistemes de projecció equivalent. Pel contrari, els mapes a escala continental o global usen sistemes de projecció conforme.

En la projecció cilíndrica transversal l'única línia que es representa sense distorsions és la de l'equador, la resta contenen deformacions de projecció. Per a representar extensions grans de la terra, com oceans o continents, habitualment s'empra la projecció cònica (Figura 6)

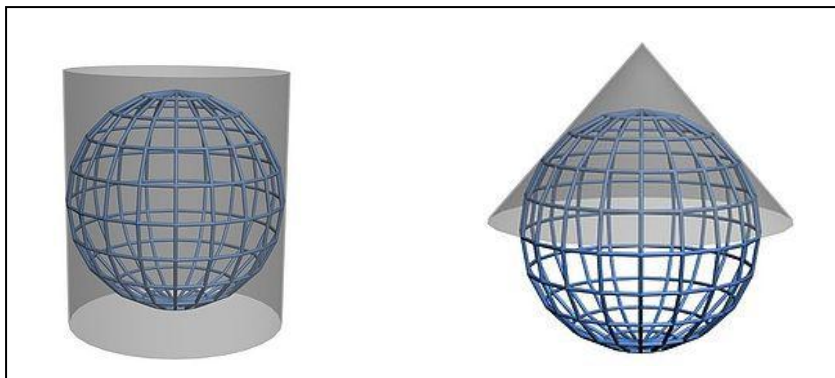


Figura 6. Projecció cilíndrica transversal i projecció cònica.

#### 4.4.4 Codi EPSG: Datum + projecció

El codi EPSG (European Petroleum Survey Group) inclou les dues referències geogràfiques necessàries: projeccions i datums. Alguns exemples de codis EPSG són:

- Codi 4326: Sistema mundial utilitzat per als dispositius GPS. Sistema de coordenades WGS84.
- Codi 3857: Utilitzat pels principals serveis de cartografia per internet: Google Maps, OpenStreetMap,... Sistema de coordenades Mercator.

### 4.5 Introducció a la cartografia temàtica

El mapa temàtic es un tipus de mapa especialment dissenyat per a mostrar un aspecte particular relacionat amb una àrea geogràfica específica. Aquestes mapes poden retratar aspectes físics, socials, polítics, culturals, econòmics, sociològics o qualsevol altre, sobre una ciutat, un estat, una regió, nació o continent. Persegueixen tres propòstis bàsics: oferir informació específica sobre una localització concreta, oferir informació general sobre patrons espacials i a més, permeten ser utilitzats per comparar patrons sobre dos o més mapes.

La llei d'Ordenació de la Cartografia de 1986 (Llei 7/1986 del 24 de gener) indica en el seu cinquè article: "Cartografia temàtica és la que utilitzant com a suport la cartografia bàsica o derivada, singularitza o desenvolupa algun aspecte concret de la

informació addicional específica". Així doncs, en el procés cartogràfic és necessari transformar les dades observades en formes cartografiables, per així poder-les codificar gràficament. D'aquesta manera l'usuari deduirà la informació espacial per mitjà de la seva simbolització al mapa i per això haurà de realitzar-se sempre sota el punt de vista de la comunicació. El disseny d'un mapa temàtic és el producte final d'un procés en el que tenen vital importància la combinació d'elements com l'escala, la projecció, el tractament de les dades, la simbolització i el color.

### 4.5.1 Components d'un mapa temàtic

El mapa temàtic està compost per dos elements fonamentals:

- base geogràfica o mapa base: proporciona informació espacial sobre la qua referenciar el contingut propi corresponent a un cert tema específic. Ha d'incloure únicament la quantitat d'informació necessària per a transmetre el missatge. Es tracta doncs, d'una imatge més o menys sintètica del territori, l'objectiu del qual és la referència geogràfica del contingut temàtic del mapa.
- Contingut específic o temàtic: es valora la seva simplicitat i llegibilitat. Dins els tipus de continguts específics s'hi pot trobar el mapa d'impacte. El mapa d'impacte és una representació gràfica de dades on els valors individuals continguts en una matriu són representats com a colors<sup>2</sup>. En el fons, això vol dir que en funció de la densitat de punts representats el mapa d'impacte agafa una tonalitat de color o una altra en aquella zona. D'aquesta manera és pot obtenir una sensació de "calor" allà on la densitat de punts és més alta i "fred" allà on més baixa.

### 4.5.2 Web Map Services i Web Feature Services

Els Web Map Services(WMS) són serveis web definits per la Open Geospatial Consortium que produeixen mapes amb dades referenciades espacialment, de forma dinàmica a partir d'informació geogràfica<sup>3</sup>. Cridant aquest servei web s'obté un

<sup>2</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_map](http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_map)

<sup>3</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Map\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service)

format d'imatge digital com per exemple PNG, GIF o JPEG amb el mapa corresponent.

Per altra banda els Web Feature Services(WFS) també son serveis web definits per la Open Geospatial Consortium que permeten interactuar amb els mapes oferts pels Web Map Services<sup>4</sup>. Existeixen dos tipus de Web Feature Services, els no transaccionals que només permeten fer consultes d'elements geogràfics i els transaccionals que també permeten la modificació, actualització i eliminació.

---

<sup>4</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Web\\_Feature\\_Service](http://es.wikipedia.org/wiki/Web_Feature_Service)

## 5 Requeriments

Els requeriments d'aquest treball final de carrera han estat donats, a banda del propi enunciat, pels integrants dels servei de vigilància epidemiològica de l'ASPB. Aquests requeriments han estat acordats a partir de reunions i trobades de treball en les quals s'han plantejat necessitats i posteriorment s'han acordat els punts a desenvolupar. A continuació es detallen els fets més destacats de les visites així com els requeriments demandats per part de l'ASPB.

### 5.1 Visites a l'Agència de Salut Pública de Barcelona

La primera visita va ser el dia 26 d'octubre de 2012. En aquesta visita es va realitzar una reunió amb el Dr. Joan Caylà, Cap del Servei d'Epidemiologia de l'ASPB, on es va fer una primera presentació de l'ASPB i la funció del seu servei dins l'organització. Aquesta reunió va ser únicament per al coneixement mutu d'ambdues parts i per prendre consciència de l'estat actual de les eines GIS dins el servei. Tot i el caràcter introductori de la trobada, es va fer una primera recollida de punts de millora.

La segona visita a l'ASPB es va realitzar el 30 d'octubre de 2012 i va contenir reunions de treball amb diferents membres del personal del Servei d'Epidemiologia. La primera va ser amb el Dr. Joan Caylà que va mostrar l'actual eina de gestió de dades sobre la tuberculosi emprant SIG. En aquest moment es va poder utilitzar "in situ" l'aplicació i es van recopilar les funcionalitats que s'estaven utilitzant amb més freqüència i les que no.

Seguidament, es va realitzar una reunió amb l'estadista de l'ASPB que va oferir la informació de la qual disposava respecte la implementació de l'actual sistema de vigilància epidemiològica; Finalment, es va realitzar una reunió amb la Dra. Àngels Orcau, responsable de Tuberculosi del servei. En aquesta reunió va constar que qualsevol millora o desenvolupament sobre l'actual sistema seria molt costós ja que estava desenvolupat sobre programari propietari. També va donar la idea d'incorporar eines per a la gestió de la vigilància de la legionel·la.

Arrel d'aquesta darrera conversa, es va realitzar una última reunió amb la Dra. Sandra Manzanares, responsable de legionel·la del servei. En aquesta reunió es va exposar la metodologia de treball que es segueix en la detecció i seguiment dels casos de legionel·losi. Es van acordar quins punts es podrien incorporar en la nova aplicació per a la vigilància de la legionel·la.

El dia 17 d'octubre de 2012 es va realitzar una reunió de seguiment amb el Dr. Joan Caylà i la Dra. Sandra Manzanares on es va presentar l'estat de desenvolupament de l'aplicació, els punts que es podrien acabar de desenvolupar i els que presentaven dubtes per a la seva finalització.

## **5.2 Anàlisi de requeriments**

Posteriorment a les visites al Servei d'Epidemiologia de l'ASPB es van fixar els requeriments que hauria de complir el programari de vigilància epidemiològica i les seves funcionalitats; al mateix temps, es van analitzar les tecnologies que s'estaven utilitzant fins al moment per conèixer quin seria el seu aprofitament per a la nova aplicació. A continuació s'exposa la situació de l'eina instal·lada actualment i dels requeriments acordats per al treball.

### **5.2.1 Antecedents**

Actualment hi ha instal·lada una aplicació web basada en tecnologia ESRI que ofereix les funcionalitats de visualització dels casos de tuberculosi sobre el mapa, la consulta dels casos, el mapa d'impacte i una sèrie de filtres per a mostrar exclusivament els casos seleccionats.

### **5.2.2 Requeriments**

S'acorda que els requeriments a complir per a la nova aplicació són:

- Ús de tecnologies basades en programari lliure amb l'objectiu d'evitar una despesa extraordinària en la compra de llicències al mateix temps que permet la contínua millora per part de qualsevol informàtic

- Disposar de les mateixes funcionalitats que actualment estan en funcionament. Aquestes funcionalitats són la càrrega de dades del sistema de l'ASPB a la base de dades de l'aplicació, la geolocalització de les dades, la consulta de dades geolocalitzades a través de punts en un mapa, la cerca de casos, el recompte de casos i la construcció de mapes de densitat.
- Possibilitat de superposició de capes amb diferent informació geogràfica. D'aquesta manera es poden estudiar diferents tipus de dades de naturalesa diferent amb la possibilitat de trobar punts comuns.
- Visualització d'una alarma per a la ràpida detecció de clústers de legionel·la cada cop que el sistema detecti casos a una distància inferior o igual a la distància en metres definida per l'usuari.
- Integració en una sola plataforma de la càrrega de dades i l'aplicació de consulta, actualment separada en una aplicació d'escriptori i una de web.

## 6 Tecnologia utilitzada

Amb l'objectiu de crear una aplicació completament basada en programari lliure que permeti no haver de fer una despesa en llicències s'ha estat molt curós en escollir tecnologia que disposi d'aquestes llicències. El programari utilitzat inclou sistemes gestors de bases de dades, servidors de mapes, llibreries de Javascript, llenguatges de programació i servidors web.

Els sistemes escollits que es mostren a continuació són el PostgreSQL/PostGIS com a sistema gestor de bases de dades espacials, Geoserver com a servidor de mapes a través de Web Map Services i Web Feature Services, Openlayers com a llibreria de javascript que permeti la manipulació dels mapes servits per Geoserver i PHP com a llenguatge de programació per a crear les pàgines web.

### 6.1 PostgreSQL/PostGIS

PostgreSQL és un sistema gestor de bases de dades (SGBD) de programari lliure que no és propietat de cap empresa privada o persona sinó que està gestionada per una gran comunitat de desenvolupadors anomenada *PostgreSQL Global Development Group* que hi treballa de forma desinteressada<sup>5</sup>.

Una de les principals característiques de PostgreSQL és que disposa d'un mòdul anomenat PostGIS que ofereix treballar amb dades d'informació espacial convertint així el PostgreSQL en una base de dades espacial. Això permet afegir tipus de dades geogràfiques (anomenades GEOMETRY) i utilitzar funcions addicionals del llenguatge SQL per a la manipulació d'aquestes dades. De fet, és important destacar que PostGIS va ser certificat al 2006 per l'Open Geospatial Consortium (OGC), fet que garanteix la interoperabilitat amb altres sistemes certificats.

Les bases de dades espacials no només emmagatzemen informació espacial sinó que a més poden treballar amb els mateixos tipus d'informació que qualsevol altre base de dades. D'aquesta manera, permeten tenir una sèrie de dades situades sobre un punt de la terra o el que és el mateix, geolocalitzades.

<sup>5</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/PostGIS>



Els aspectes que justifiquen l'ús d'aquesta eina vers altres d'existents al mercat són:

- PostGIS és un producte de programari lliure que es distribueix amb llicència GNU General Public License (GPL). Aquest punt és indispensable per a complir els requeriments.
- És compatible amb els estàndards de l'OGC. Això permetrà integrar aquest SGBD amb altres eines que també disposin d'aquesta certificació.
- Disposa de diverses eines convertidores a través de les quals es pot importar i exportar dades. Aquesta consideració és important per a garantir la perdurabilitat de l'aplicació, ja que les dades d'origen de l'ASPB poden variar de format depenent del tipus de programari de gestió que s'utilitzi en cada moment.
- Molts clients SIG via web el suporten. Per tant ofereix un ampli ventall de programari per escollir.
- Per últim, és la base de dades de codi obert més utilitzada fet que garanteix una comunitat d'usuaris molt àmplia que ofereix documentació i informació.

## 6.2 Geoserver

Geoserver és un servidor de mapes i dades de programari lliure que permet als usuaris l'edició i compartició d'informació espacial<sup>6</sup>. De la mateixa manera que PostgreSQL, Geoserver és un programari amb llicència GNU GPL gestionat per una comunitat de desenvolupadors de tot el món que també està certificat per la OGC.

Geoserver compleix els estàndards de WFS, de Web Coverage Service així com WMS. Tots ells seran utilitzats en el desenvolupament d'aquest treball i per tant és important que l'eina escollida els compleixi.

---

<sup>6</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenLayers>

Tanmateix, és important destacar que el fet que Geoserver generi automàticament els web services necessaris per a la publicació de les dades de l'ASPB que es volen geolocalitzar implicarà menys hores de desenvolupament.

Conseqüentment, els punts que justifiquen la decisió d'utilitzar Geoserver com a servidor de mapes són els següents:

- És un producte de programari lliure que es distribueix amb llicència GNU General Public License (GPL).
- És compatible amb els estàndards de l'OGC, aspecte que permet connectar-lo amb PostGIS.
- Existeixen molts clients que suporten els web services que Geoserver ofereix de manera que es podrà disposar d'un ampli ventall de clients a escollir.

### 6.3 Openlayers

Openlayers és una llibreria de Javascript de programari lliure que permet mostrar mapes obtinguts de múltiples tipus de servidors de mapes a través de navegadors web. Openlayers disposa d'una Application Programming Interface (API) per permet accedir a diverses fonts d'informació cartogràfica usant els WMS i WFS, com es pot veure a la figura 7.

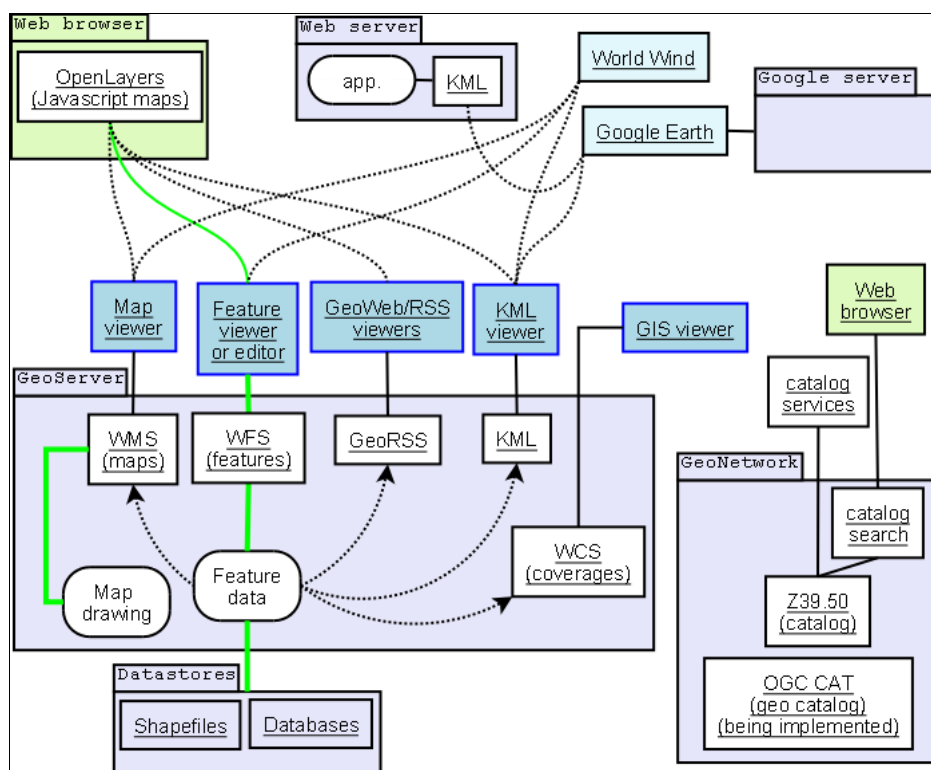


Figura 7. Processos de comunicació d'Openlayers<sup>7</sup>.

A més, Openlayers disposa d'eines específiques per a treballar amb mapes servits per molts dels més populars serveis de mapes com Openstreetmaps<sup>8</sup>, Google Maps, Yahoo Maps, entre d'altres.

Les principals funcionalitats d'Openlayers són la càrrega de múltiples capes amb diferents mapes, la possibilitat d'interactuar amb Web Feature Services i poder crear per tant filtres de dades que ens retornin només els casos que les compleixin. De la mateixa manera es poden recuperar els camps de dades associats a un punt i consultar-los a través de finestres emergents.

Com en els altres productes escollits, aquest queda justificat ja que la llibreria Javascript d'Openlayers està gestionada per una comunitat internacional de desenvolupadors i el projecte forma part de la Open Source Geospatial Foundation.

<sup>7</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenLayers>

<sup>8</sup> <http://www.openstreetmaps.org>

## 6.4 Php

El Php és un dels llenguatges de programació més usats en la creació de pàgines web dinàmiques. S'engloba dins el grup de llenguatges de programació interpretats com el java i el perl, entre altres. De la mateixa manera, aquest llenguatge també es troba dins el grup de programari lliure ja que disposa de llicència PHP considerada com a tal per la Free Software Foundation.

La necessitat d'utilitzar un llenguatge de programació per a la creació de pàgines web dinàmiques ve donada per la voluntat de crear les mínimes interfícies que englobin totes les funcionalitats del treball. Per tant, aquesta web ha de ser canviant en funció de les ordres que rebí per part de l'usuari o de les dades que s'hagin de mostrar.

Seguint els mateixos criteris utilitzats fins al moment a la tria de programari s'ha decidit pel php pels següents motius:

- php és un llenguatge de programari lliure.

Permet la connexió amb PostGIS. Per a poder fer el manteniment de les dades és necessari que el llenguatge permeti realitzar operacions CRUD<sup>9</sup> amb la base de dades.

---

<sup>9</sup> . <http://en.wikipedia.org/wiki/CRUD>

## 7 Disseny i implementació dels productes

En aquest capítol es presenta l'anàlisi i el disseny que s'ha dut a terme per al desenvolupament d'aquesta aplicació web. S'analitza l'arquitectura utilitzada, la creació de les pantalles i les funcionalitats de gestió de les dades, sistema d'alarmes i serveis de consulta, cerca i selecció.

Tots els elements desenvolupats que s'exposen a continuació responen als requeriments plantejats a l'anterior capítol 5.2 i pretenen, alhora, optimitzar la seva usabilitat i el seu rendiment per tal d'oferir a l'usuari una millor experiència d'ús.

### 7.1 Arquitectura de l'aplicació

Per a desenvolupar aquesta web s'han utilitzat exclusivament elements de programari catalogats com a programari lliure. És per aquest motiu que l'estructura bàsica que s'ha dissenyat per a la gestió de les dades geolocalitzades, la generació i la presentació de mapes respon al model PostGIS + Geoserver + Openlayers. Tot això presentat amb pàgines web dinàmiques creades amb el llenguatge de programació php.

Tal com podem veure en la figura 8 el SGBD PostGIS ofereix les dades geolocalitzades que són utilitzades a Geoserver que està actuant com un servidor intermediari. Geoserver, a través de WMS i WFS ofereix els mapes amb aquestes dades per a que Openlayers les pugui capturar amb la seva API i pintar-les a una pàgina web.

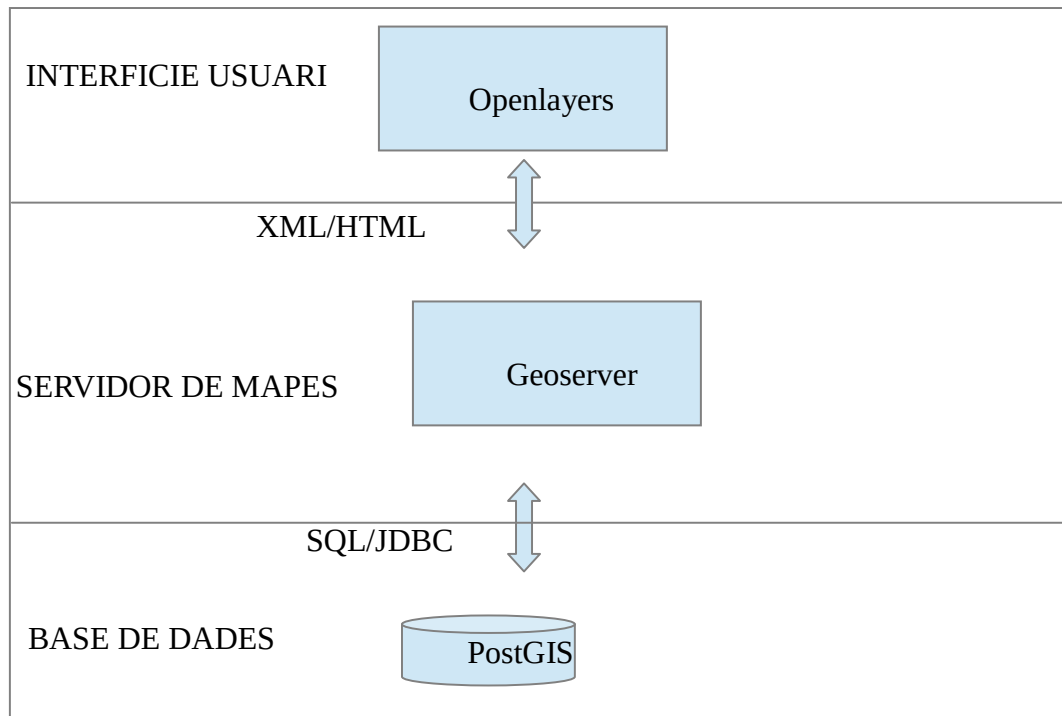


Figura 8. Arquitectura de la web.

## 7.2 Creació de la interfície web

Es pretén que la usabilitat de la nova interfície web sigui superior a l'eina de gestió de dades espacials que fins el moment està utilitzant l'ASPB. Basant-se en l'acompliment dels requeriments establerts i l'estudi dels casos d'ús que es poden veure a la figura 9 s'han dissenyat dues úniques interfícies per a la interacció amb l'usuari.



Figura 9. Casos d'ús.

## 7.2.1 Pantalla de mapes

La primera interfície (veure figura 10) engloba les funcionalitats de visualització d'alarmes i configuració de l'alarma de clúster, les eines de cerca, les de selecció, les de superposició de capes i la visualització del mapa resultant.

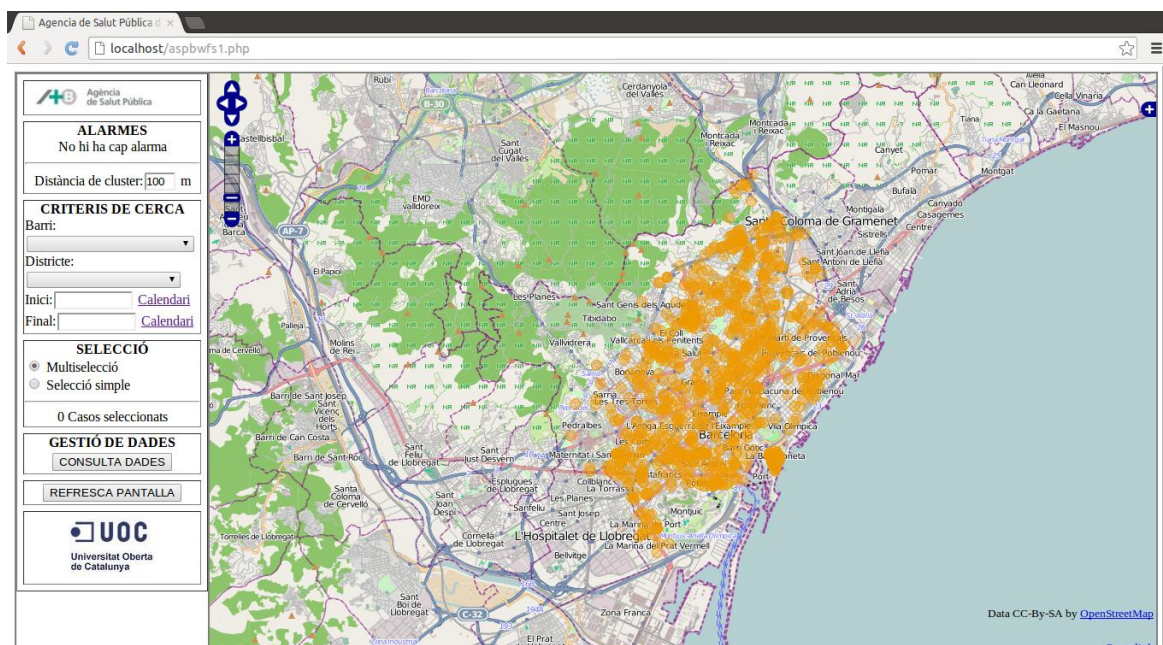


Figura 10. Interfície de la pantalla de mapes.

En els “CRITERIS DE RECERCA” els camps “barri” i “districte” disposen d’un menú desplegable amb tots els corresponents noms que estan entrats a la base de dades. D’aquesta manera es facilita la tria a l’usuari que no haurà de conèixer els codis dels mateixos.

Pel que fa al camp “Inici” i “Final”, s’ha implementat una eina de calendari proporcionada gratuïtament per <http://www.mattkruse.com/> que permet a l’usuari entrar la data per dues vies, o bé directament a la caixa de text mitjançant el format dd/mm/aaaa o a través de l’enllaç “calendari”, que obre una finestra emergent amb l’eina de calendari anteriorment citat.

Sota el requadre de “CRITERIS DE RECERCA” es pot trobar el requadre de “SELECCIÓ”, on es mostren els casos seleccionats i el tipus de selecció: simple o múltiple. A sota, s’hi troba el requadre “GESTIÓ DE DADES” que a través del botó “Consulta les dades” porta a la pantalla de visualització i manteniment de dades que



s'explicarà posteriorment. El botó de “refresc de dades” aplica al mapa les modificacions que s'hagin introduït.

A la part dreta de la pantalla es pot veure el símbol “+”. És una eina d'Openlayers que permet a l'usuari superposar capes i triar la capa base que es vol mostrar. En aquesta web, tal i com es pot veure a la figura 11, hi han cinc capes base i quatre capes de dades.



Figura 11. Selecció de Capes.

Finalment, a la part inferior hi ha les eines de “CÀRREGA DE FITXERS DBF” (Veure figura 12). Aquestes eines són el botó “Selecciona el fitxer” que obre un navegador de fitxers del sistema operatiu per a seleccionar el fitxer a carregar i el botó de “càrrega de fitxers” que executa el programa de càrrega i geolocalització.



Figura 12. Menú de càrrega de dades.

## 7.2.2 Pantalla de dades

La pantalla de dades és mostrada a partir de la pantalla de mapes a través del botó “consulta de dades”. Aquesta pantalla actualment està creada per a la visualització

de totes les dades carregades a la base de dades PostGIS referents a la legionel·la. De cara al futur s'hauria d'ampliar la funcionalitat per a que també es poguessin mantenir les de tuberculosi o altres fonts de dades que s'hi introdueixin.

La figura 13 mostra una taula amb tots els camps emmagatzemats a la base de dades. Tanmateix, els camps de coordenades apareixen en caixes de text per a la seva modificació. Hi ha, també, els botons de modificació, esborrat i validació per a cada registre i el botó de retorn a la pantalla de mapes.

proves postgis

localhost/consultabd.php

MOSTRA MAPA

CONSULTA DADES

Num registre	Edat	Sexe	Carer	Numero	districte	barri	codi postal	inici simp	data notif	cesporad	codbrot	comsanamb	clascas	cresid	coord X	coord Y			Google link
460002	43	1	de la Diputaci	130	2	9	8019	20000603	20000620	0	0	0	0	0	2.1562754	41.3823027	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460003	81	1	d'Albareda	12	3	11	8019	20000510	20000627	0	0	0	0	0	2.1740085	41.3737818	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460004	71	1	de Girona	160	2	7	8019	20000601	20000620	0	0	0	0	0	2.1655288	41.3992695	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460005	56	1	d'Arag	142	2	8	8019	20000520	20000605	0	0	0	0	0	2.1559434	41.3854279	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460006	0	1	d'en Fontrodona	10	3	11	8019	20000627	0	0	0	0	0	0	2.1674	41.3740608	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460007	34	2	de Viladomat	124	2	9	8019	20000512	20000623	0	0	0	0	0	2.1558187	41.3809446	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460008	69	1	dels Comtes de Bell-lloc	146	4	19	8019	20000724	20000904	0	0	0	0	0	2.1362162	41.3823121	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460010	41	1	del Rossell	29	2	9	8019	20000905	20000915	0	0	0	0	0	2.1440734	41.3834209	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460011	78	1	de Gaudí/Av	89	2	6	8019	20001018	20001023	0	0	0	0	0	2.1742567	41.411015	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460012	32	2	d'Ic	162	10	67	8019	20001002	20001017	0	0	0	0	0	2.1973562	41.391238	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460013	50	1	d'Arag	408	2	7	8019	20001016	20001016	0	0	0	0	0	2.1743388	41.3992239	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460014	26	1	de Rosal/a de Castro	48	7	33	8019	20000224	20001026	0	0	0	0	0	2.1726572	41.4118287	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460015	0	1	de V	5	9	62	8019	20001031	0	0	0	0	0	0	2.1804716	41.4274148	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460017	56	1	de les Palmeres/Ptge	26	8	44	8019	20001022	20001102	0	0	0	0	0	2.1676867	41.4293407	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460018	58	2	de les A	8	9	61	8019	20001106	0	0	0	0	0	0	2.1894388	41.4251018	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460019	66	1	de Paredes	20	1	3	8019	20001103	20001113	0	0	0	0	0	2.1880701	41.3807508	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460020	0	1	de Vinar	59	1	3	8019	20001113	0	0	0	0	0	0	2.1908043	41.3778551	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460021	0	2	d'Alcanar	21	1	3	8019	20001103	20001113	0	0	0	0	0	2.1909362	41.3794497	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460022	0	2	de Meer	37	1	3	8019	20001108	20001113	0	0	0	0	0	2.190268	41.3778042	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460023	0	2	de l'hort de Mar	168	7	43	8019	20000909	20001110	0	0	0	0	0	2.1573101	41.435637	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA

Figura 13. Pantalla de manteniment de dades.

## 7.3 Gestió de dades

El servei d'epidemiologia de l'ASPB treballa amb un model de dades propi que no es pot integrar amb el d'aquesta web. Per tant, s'ha de partir d'una extracció de dades que el mateix usuari genera a partir d'una eina del sistema informàtic intern de l'ASPB.

Aquesta eina genera fitxers de tipus Dbase que poden ser consultats a través d'eines ofimàtiques de l'estil dels fulls de càlcul però, tal i com s'ha vist anteriorment, es necessita que totes aquestes dades es puguin geolocalitzar i malauradament aquests tipus de bases de dades (BD) no permeten l'emmagatzematge d'informació geoespacial. Conseqüentment, s'hauran d'importar totes aquestes dades a PostGIS per a la seva posterior geolocalització i emmagatzematge.

De fet, PostGIS disposa d'eines pròpies que permeten la importació de dades amb aquest format però això requereix que l'usuari disposi de coneixement avançats en el maneig de BD.

Tenint en compte tots aquests factors s'ha dissenyat i implementat unes funcionalitats de gestió de dades que es descriuen en els següents apartats.

### 7.3.1 Disseny del model de dades

El model inicial de dades que ha proporcionat l'ASPB estava format per una taula amb 142 camps. La primera tasca a realitzar és la de seleccionar els camps que poden ser interessants per al nostre treball i obviar els que no. Els criteris que s'utilitzen són els de mantenir tots els camps que continguin adreces que es puguin geocodificar així com les dates de les diferents fases de seguiment de la malaltia per a permetre més filtratges a l'usuari.

Posteriorment, es consulta a la Dra. Manzanares dels camps seleccionats quins són els que poden tenir un especial interès per als seus estudis, de manera que s'acaba definint quins seran els camps que conformaran la taula de casos de legionel·la (Veure figura 14).

A banda dels camps seleccionats s'afegeix un camp per la geolocalització del tipus 'Geometry' així com unes taules diccionari per a poder visualitzar les dades amb texts més intel·ligibles per l'usuari.

Així doncs queda una estructura bastant simple composta per una taula anomenada "casoslegionela" i diferents taules amb la descripció dels codis d'alguns dels camps de la taula.

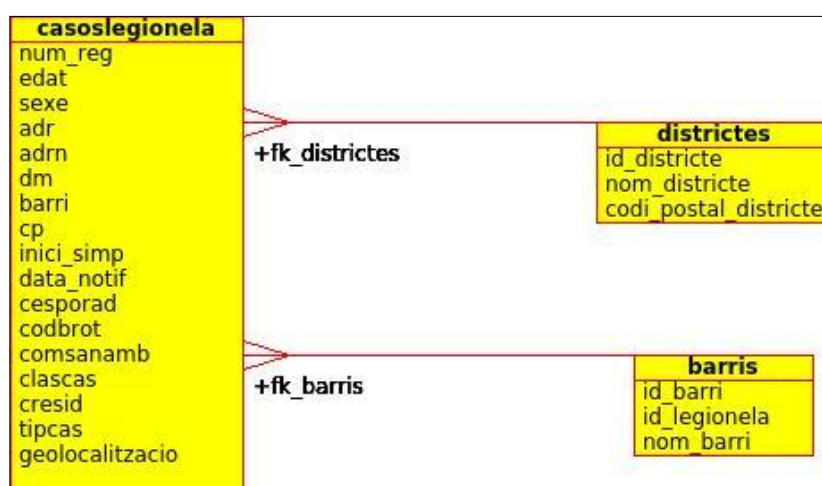


Figura 14. Model de Dades.

### 7.3.2 Càrrega de dades

S'ha comentat anteriorment que les dades de les quals disposen els usuaris de la web estan en fitxers amb format Dbase. Per tal de migrar-les a PostGIS és necessari importar-les per a la seva posterior geolocalització.

L'avantatge que suposa disposar de dades que es troben dins una BD és que hi ha la possibilitat de connectar-s'hi a través d'un programa escrit amb un llenguatge de programació que accepti aquesta connexió. En el cas d'aquesta web s'ha desenvolupat una funció en php que permet connectar-se a aquesta base de dades amb la finalitat de llegir tots els registres que conté.

Tal i com es pot veure a l'algorisme de la figura 15, s'aprofita la mateixa propietat de connexió a bases de dades del llenguatge php per a establir connexió amb PostGIS. Amb aquesta doble connexió el programa no ha de fer altra cosa que llegir els registres de la BD Dbase i, tot seguit, fer la corresponent inserció a PostGIS.

```

$connection = pg_connect("host=$host dbname=$db user=$user password=$pass")
if ($connection) {
    $id = dbase_open($db_file, 0)
    $num_rows = dbase_numrecords ($id)
    for ($a = 1; $a <= $num_rows; $a++)
        $row = dbase_get_record ($id, $a);
    $query = "INSERT INTO aspb.casoslegionela values($row[0],$row[1],$row[2], '$row[3]', $row[4], $row[5], $row[6], $row[7], ". trim($row
[8]) .", ". trim($row[9]) .", $row[10], ". trim($row[11]) .", $row[12], $row[13], $row[14], $row[15], ST_SetSRID(ST_MakePoint($longitude,
$latitude),4326))";
    $resultat = pg_query($query);
    dbase_close($id);
    pg_close($connection);
}

```

Figura 15. Algoritme de migració de dades desde Dbase a Postgis.

Al final del procés de càrrega, el fitxer php del servidor genera una pàgina html on es retorna a l'usuari la informació de l'estat de la càrrega. En aquesta pantalla s'informa dels errors que han succeït durant el procés de càrrega alhora que mostra els registres llegits del fitxer Dbase i els inserits correctament a PostGIS.

### 7.3.3 Geocodificació automàtica

Les dades proporcionades per l'ASPB no contenen cap camp amb el format GEOMETRY que PostGIS és capaç d'interpretar com a punt espacial. Per tant es necessita geocodificar-les i assignar-hi un valor que es pugui guardar a la base de dades.

Si s'analitzen les dades del fitxer Dbase es pot veure que hi han dos camps especialment interessants a l'hora de determinar la posició espacial d'aquell registre concret. Aquestes dades són la direcció, emmagatzemada al camp ADR i el numero del carrer, emmagatzemat al camp ADRN. També es disposa del codi postal que permetria seleccionar la població on pertanyen aquelles dades però en el cas d'aquest treball que té el municipi establert únicament a la ciutat de Barcelona no és necessari.

Amb tot això, ja n'hi ha suficient per a que els serveis web de geolocalització de Google o Yahoo puguin trobar les coordenades exactes d'aquests punts. En aquest treball s'ha preferit utilitzar el servei web de Google degut a que durant les proves realitzades ha donat menys errors en la geolocalització dels punts.

Cal esmentar que no s'han trobat serveis web completament gratuïts que generin aquesta geolocalització però el servei de Google permet 2500 consultes diàries que pel volum de dades a manegar en aquesta aplicació són suficients.

El funcionament d'aquest servei web és que donada una URL on s'hi passen els paràmetres de direcció, numero i població, es retorna un XML amb les dades de geolocalització relatives a aquell punt. Per exemple, si es vol geolocalitzar la direcció Avinguda Diagonal 435 de Barcelona, només cal construir la URL <http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/xml?address=435+Diagonal,barcelona&sensor=false> on al camp address s'hi passa el número i el nom del carrer seguit de la direcció. El retorn d'aquesta URL serà un fitxer XML amb les dades que es poden veure a la figura 16.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" type="text/xml"?>
<GeocodeResponse>
  <status>OK</status>
  <result>
    <type>street_address</type>
    <formatted_address>Avinguda Diagonal, 435, 08036 Barcelona, Espanya</formatted_address>
    <address_component>
      <long_name>435</long_name>
      <short_name>435</short_name>
      <type>street_number</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Avinguda Diagonal</long_name>
      <short_name>Av. Diagonal</short_name>
      <type>route</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Barcelona</long_name>
      <short_name>Barcelona</short_name>
      <type>locality</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Barcelona</long_name>
      <short_name>B</short_name>
      <type>administrative_area_level_2</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Catalunya</long_name>
      <short_name>CT</short_name>
      <type>administrative_area_level_1</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Espanya</long_name>
      <short_name>ES</short_name>
      <type>country</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>08036</long_name>
      <short_name>08036</short_name>
      <type>postal_code</type>
    </address_component>
    <geometry>
      <location>
        <lat>41.3940669</lat>
        <lng>2.1507744</lng>
      </location>
      <location_type>ROOFTOP</location_type>
      <viewport>
        <southwest>
          <lat>41.3927179</lat>
          <lng>2.1494254</lng>
        </southwest>
        <northeast>
          <lat>41.3954159</lat>
          <lng>2.1521234</lng>
        </northeast>
      </viewport>
    </geometry>
    <partial_match>true</partial_match>
  </result>
</GeocodeResponse>
```

Figura 16. Exemple de retorn en format xml del servei de geolocalització de google.



Si s'analitza aquest XML, es pot veure el camp <location> que a dins seu conté els subcamps <lat> i <lon>. Aquests camps, tal i com deixa entreveure el seu nom, contenen les coordenades espacials.

Per a poder emmagatzemar aquestes coordenades a PostGIS no n'hi ha prou amb desar-les amb aquest format, s'han de convertir al format GEOMETRY per a que després puguin ser interpretades pel servidor de mapes. Per això s'utilitza l'algoritme que es mostra a la figura 17 per al procés d'inserció de dades a PostGIS.

```
$address = "http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/xml?address=".$row[4]."+".$address."&barcelona&sensor=false";
$xmlresponse = simplexml_load_file($address);
$latitude = $xmlresponse->result->geometry->location->lat;
$longitude = $xmlresponse->result->geometry->location->lng;
$query = "INSERT INTO aspb.casoslegionela values($row[0],$row[1],$row[2],'$row[3]',$row[4],
        $row[5],$row[6],$row[7],". trim($row[8]) .",". trim($row[9]) .",$row[10],
        ". trim($row[11]) .",$row[12],$row[13],$row[14],$row[15],
        ST_SetSRID(ST_MakePoint($longitude,$latitude),4326))";
$resultat = pg_query($query);
```

Figura 17. Algoritme de geolocalització utilitzant el servei web de google.

En aquest algoritme hi destaquen dues funcions de php que ajuden a manegar tots aquests tipus de dades. Per un costat, la funció “simplexml\_load\_file()” llegeix el fitxer XML que retorna la URL passada per paràmetre i la converteix en un objecte. Aquest objecte té com a atributs els camps que composaven l'XML i, pertant, es pot accedir a les coordenades X i Y amb les funcions pròpies de tractament d'objectes de php.

Per l'altre, s'utilitzen ja les funcions pròpies de SQL afegides per PostGIS. En aquest cas s'empren les funcions “ST\_SetSRID” i “ST\_Makepoint” per a crear les metadades del tipus GEOMETRY que el servidor de mapes sabrà interpretar i l' SQL podrà introduir al camp corresponent. La funció ST\_Makepoint genera un punt sense projecció definida. És per això que el retorn d'aquesta funció es passa com a paràmetre de la funció ST\_SetSRID que li aplica la projecció adequada (4326).

### 7.3.4 Comprovació de la geocodificació

Un cop les dades s'han geolocalitzat i carregat es pot pensar que ja estan correctament geolocalitzades però malauradament poden haver-hi errors d'escriptura a l'hora d'introduir els carrers o errors provinents del mateix servidor web de



geolocalització.

Per aquest motiu s'ha desenvolupat, dins de la pantalla de gestió de dades presentada anteriorment, una eina que permet fer una comprovació del resultat de la geolocalització automàtica. Aquesta eina és un botó que es troba situat a l'últim camp de cada registre tal i com es pot veure a la figura 18.

Num registre	Edat	Sexe	Carrer	Numero	districte	barri	codi postal	inici simp	data notif	cesporad	codbrot	comsanamb	clascas	credid	coord X	coord Y			Google link
460002	43	1	de la Diputació	130	2	9	8019	20000603	20000620	0	0	0	0	0	2.1562754	41.3823027	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA
460003	81	1	d'Albareda	12	3	11	8019	20000510	20000627	0	0	0	0	0	2.1740085	41.3737818	MODIFICA	ESBORRA	VALIDA

Figura 18. Registres mostrats a la pantalla de gestió de dades.

Aquest botó aprofita les dades que s'han llegit de la BD per crear un enllaç a Google Maps amb les coordenades mostrades. L'enllaç es crea utilitzant la URL de Google Maps <https://maps.google.es/?q=coordx+coordy> on "coordx" correspon a la coordenada X i la "coordy" a la coordenada Y. Així doncs, quan l'usuari clica ,per exemple sobre aquest botó del primer registre de la figura 20, apareix una finestra a Google Maps on es marca la posició de la coordenada tal i com es mostra a la figura 19.

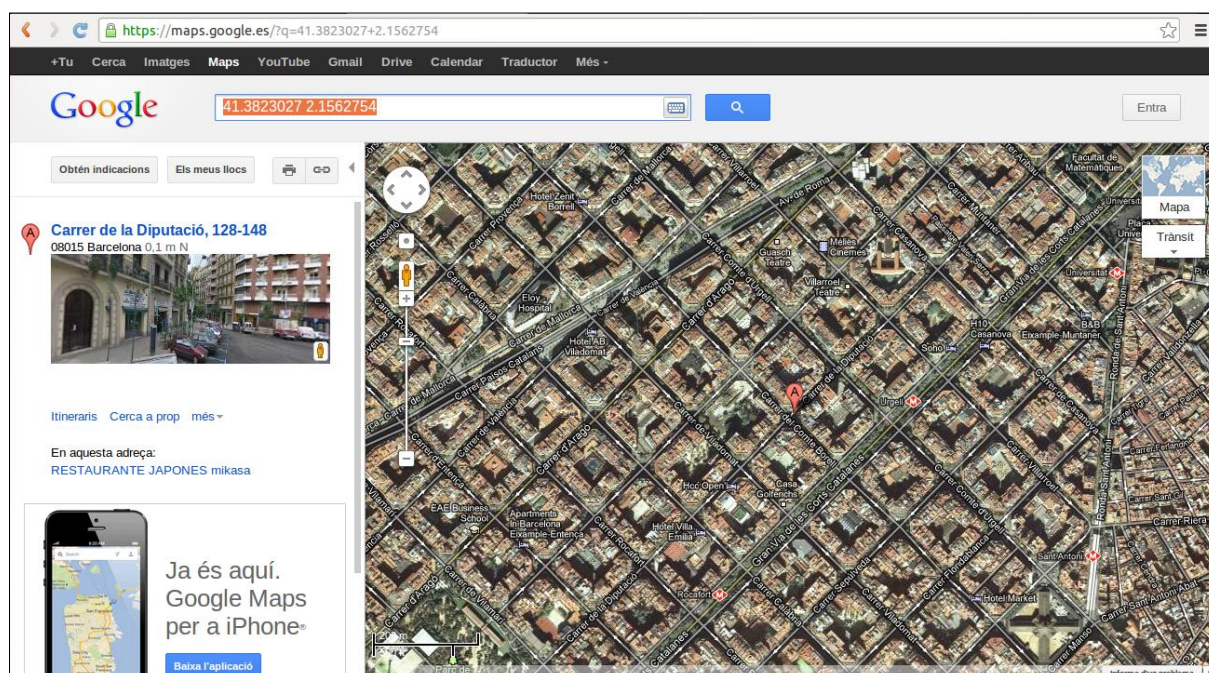


Figura 19. Pantalla de Google Maps usada per a la comprovació de la geolocalització automàtica.



Concretament en aquest cas, les coordenades obtingudes semblen correctes ja que la posició que Google Maps ha tornat per a les coordenades obtingudes és exactament el carrer que s'esperava. En el cas d'obtenir una localització no corresponent a la desitjada caldria modificar les dades, procés que s'explica en el següent apartat.

### 7.3.5 Manteniment de les dades

Fins el moment s'ha vist com entren les dades a PostGIS a partir del fitxer origen Dbase. Posteriorment, s'ha vist com es feia la geolocalització de les mateixes i finalment la seva comprovació.

Però, un cop les dades estan introduïdes, poden requerir ser modificades o esborrades en funció de les necessitats que hi hagi. Quan es comprova que una coordenada no ha estat ben entrada, aquesta necessita ser canviada; o si un cas no es vol seguir estudiant perquè ha estat un fals positiu, s'ha de poder esborrar.

S'ha de ser molt curós en aquest aspecte per a no provocar incoherències de dades entre les dues bases de dades en les que l'ASPB està treballant - cal recordar que les dades estan emmagatzemades a la base de dades pròpia de l'ASPB i a la base de dades PostGIS pròpia de l'aplicació web d'aquest treball-. Per aquest motiu les úniques dades que es permeten modificar són les relatives a la geolocalització.

Tot i així, tenint en compte que les dades entrades en l'aplicació han de servir per a l'estudi d'una malaltia epidemiològica i que l'usuari pot no voler treballar amb totes les dades de les quals disposa, es dona l'opció d'esborrar registres que es considerin no útils per l'estudi.

Per a modificar les dades només cal canviar els valors de les caixes de text i prémer el botó "MODIFICAR". La implementació d'aquesta funció s'ha fet utilitzant les funcions `st_x` i `st_y` de PostGIS ja que aquesta aplicació només té un camp del tipus GEOMETRY (Figura 20). La consulta utilitzada per recuperar els camps i modificar-los utilitza aquestes dues funcions a més a més de les `ST_SetSRID` i `ST_Makepoint`

vistes anteriorment.

```

RECUPERACIÓ DE DADES

$result = pg_query($connection, "SELECT num_reg,edat,sexe,adr,adrn,dm,barri,cp ,inici_simp,dat_notif,
cesporad,codbrot,comsanamb,clascas,cresid,típcas,
st_x(geolocalitzacio),st_y(geolocalitzacio) FROM aspb.CASOSLEGIONELA order by num_reg");

MODIFICACIÓ DE DADES

$result = pg_query($connection, "UPDATE ASPB.CASOSLEGIONELA SET geolocalitzacio = ST_SetSRID(ST_MakePoint($coorx,$cooridy),4326)
WHERE NUM_REG = $numreg");

```

Figura 20. Consultes SQL per a la recuperació i modificació de dades geogràfiques.

Finalment, s'han desenvolupat una sèrie de diàlegs per a les accions de "modificació" i "esborrat" de la base de dades. Aquests diàlegs han de servir per informar a l'usuari de si el procés de modificació o d'esborrat s'ha executat correctament o no. En el cas del procés d'esborrat s'ha afegit un diàleg addicional que consulta a l'usuari si està segur de procedir a l'esborrat del registre tal i com es mostra a la figura 21.

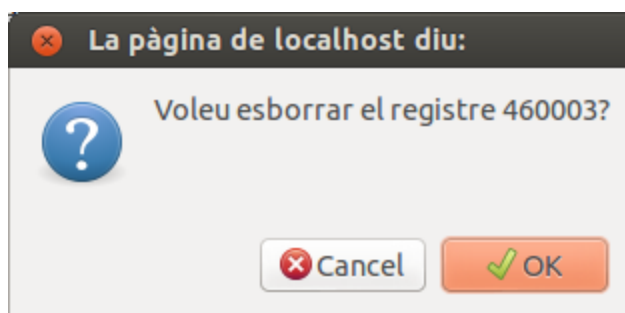


Figura 21. Finestra de confirmació.

## 7.4 Sistema d'alarmes

El sistema d'alarmes ha de servir perquè l'usuari pugui configurar i rebre aquelles alarmes que consideri necessàries. En l'abast d'aquest treball només s'ha pogut configurar l'alarma per a possible clúster de legionel·losi però en el futur s'haurà d'anar afegint alarmes més sofisticades o fins i tot millorar l'actual aplicant algorismes més eficients.

S'ha dissenyat un espai en el menú on apareixen aquestes alarmes. Aquest espai consta de dues parts: la primera és el lloc on apareix el text amb l'alarma de color vermell i el segon és l'espai de configuració de les alarmes. Degut a que només hi ha una alarma en funcionament, l'espai de configuració únicament conté la configuració de l'espai entre casos de legionel·losi per activar l'alarma de clúster.

### 7.4.1 Alarma per a clústers de legionel·losi

El *Legionella pneumophila* es un bacteri que viu en aigües dolces i dins dels substrats. Habitualment es troba en baixes concentracions però si entra en un sistema d'aigües artificials (torres de refrigeració, fonts,...) pot trobar condicions favorables per a la seva multiplicació arribant a contaminar els circuits d'aigua.

Si aquests circuits d'aigua contaminats emeten aerosols es pot donar la possibilitat que hi hagi partícules d'aigua en suspensió que puguin ser inhalades i entrin en contacte amb l'aparell respiratori de les persones. Això pot comportar que les persones puguin contraure la malaltia de la legionel·losi, sent major el risc de patir-la en els casos en els quals la salut ja està compromesa.

Quan es dona aquest cas comencen a aparèixer brots de la malaltia i és molt important per l'epidemiòleg detectar el possible sistema d'aigua contaminat per a aturar la progressió de l'epidèmia. Aquest fet encara és més greu quan la font d'aigua emet partícules d'aigua contaminades amb concentracions molt grans de bacteris.

Per a poder detectar una possible font de legionel·la cal primer de tot detectar un clúster de legionel·losi o el que és el mateix, un grup de persones que han emmalaltit degut a la inhalació d'aigua de la mateix font. És habitual que aquests casos es donin en persones que viuen a prop de la font o que habitualment hi passin moltes hores.

Per aquest motiu s'ha desenvolupat una alarma que detecta la presència de dos o més casos dins un espai de temps concret i que es donin dins una distància preconfigurada anteriorment per l'usuari en funció del criteri que es vulgui establir.

Quan això passa, s'emet una alarma com la que es pot veure a la figura 22. En aquest cas informa que s'ha detectat un possible clúster de 13 casos a una distància igual o inferior a 100 metres del punt indicat a l'alarma, en aquest cas, al C\ de la maquinista numero 56.

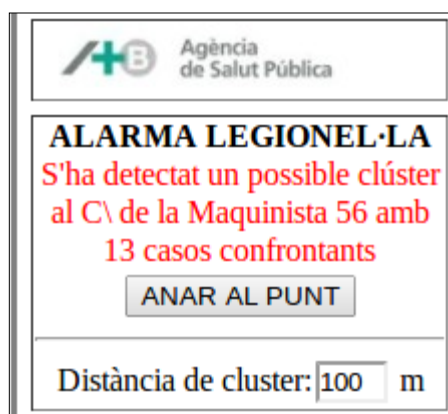


Figura 22. Exemple d'un avís d'alarma de clúster de legionel·losi.

Per desenvolupar aquesta alarma s'han utilitzat funcions SQL de PostGIS. Concretament la funció `ST_Distance_Sphere(point1,point2)` que retorna la distància en metres entre dos punts. Aquesta funció està englobada dins l'algoritme de detecció de clústers que es presenta a la figura 23.

```
$connection = pg_connect("host=$host dbname=$db user=$user password=$pass") or die("<BR>ERROR accedindo a la BD!<BR>");
$resultat = pg_query("SELECT st_x(geolocalitzacio),st_y(geolocalitzacio),num_reg
FROM ASPB.CASOSLEGIONELA
WHERE inici_simp >= $inici_date
and inici_simp <= $final_date
and barri >= $barri_low
and barri <= $barri_upp
and dm >= $districtelow
and dm <= $districteupp");

while ($row = pg_fetch_row($resultat)) {
    $resultat2 = pg_query("SELECT st_x(geolocalitzacio),st_y(geolocalitzacio),adr,adrn
FROM ASPB.CASOSLEGIONELA
WHERE ST_Distance_Sphere(geolocalitzacio,ST_SetSRID(ST_MakePoint($row[0],$row[1]),4326)) < $distancia
and num_reg <> $row[2]
and inici_simp >= $inici_date
and inici_simp <= $final_date
and barri >= $barri_low
and barri <= $barri_upp
and dm >= $districtelow
and dm <= $districteupp");

    $num = pg_numrows($resultat2);
    if ($num > $nummax){
        $nummax = $num;
        $row2 = pg_fetch_row($resultat2);
        $adreca = trim($row2[2]) . " " . trim($row2[3]);
        $coorx = $row2[0];
        $cooridy = $row2[1];
    }
}
```

Figura 23. Algoritme de detecció de possibles clústers.

Per tal de facilitar a l'usuari la ubicació del punt d'alarma s'ha desenvolupat el botó “ANAR AL PUNT” que el situa al centre del mapa per així veure el voltant del punt crític. En la figura 24 es pot veure com queda el mapa quan es posiciona al punt detectat per l'alarma.

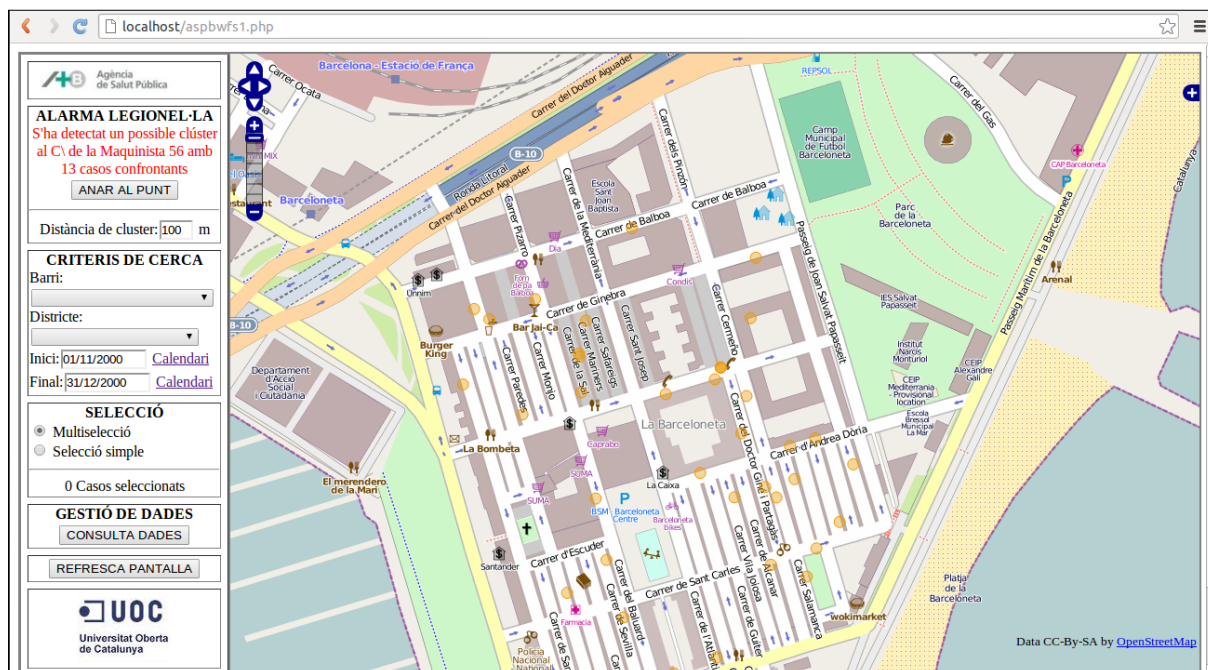


Figura 24. Mapa centrat al punt on s'ha detectat l'alarma de legionel·la.

Per a obtenir aquesta visualització ha calgut posicionar com a centre del mapa generat per les llibreries d'Openlayers les coordenades del punt. Tot seguit, es posiciona el zoom al nivell 6 per a tenir una visió el més propera possible. Per a fer-ho s'utilitza la funció mostrada a la figura 25.

```
function centercluster() {
    <?php
    if (empty($coorx)){
        $coorx = 0;
    }
    if (empty($cooridy)){
        $cooridy = 0;
    }

    mapa.setCenter(new OpenLayers.LonLat(<?php echo $coorx;?>,<?php echo $cooridy;?>).transform(EPSG4326,EPSG900913),12);
}
```

Figura 25. Funció per centrar del mapa a un punt determinat.

## 7.4.2 Configuració dels criteris de l'alarma de clústers

L'alarma de detecció de clústers de legionel·losi té una part de configuració preestablerta i una altra configurable per l'usuari ja que no en tots els casos s'ha

d'activar aquesta alarma i no sempre que s'executa ho ha de fer amb els mateixos paràmetres.

Primer de tot, cal indicar que aquest algoritme només s'executa quan hi ha una cerca en actiu, de manera que s'evita el constant processament de la detecció d'alarmes. No té sentit activar la funció d'alarma quan es presenten tots els casos de la base de dades sense filtres, doncs s'hi veurien incloses totes les dades històriques.

A continuació, com també es pot veure a la figura 25, l'algoritme només detecta el punt que té més casos confrontats, mostrant en pantalla el que té més probabilitats de ser un clúster real.

Per últim, com a punt més important de la detecció, es troba la caixa de text "distància en metres". Aquest és l'únic paràmetre configurable per l'usuari ja que la distància entre elements d'un clúster pot variar en funció de la seva naturalesa.

## 7.5 Consulta, cerca i selecció

La consulta, cerca i selecció són les funcions que permeten el filtratge de les dades geoposicionades, l'obtenció de tota la informació relacionada a un punt del mapa i la selecció per al seu recompte.

El desenvolupament d'aquestes funcions s'ha realitzat majoritàriament explotant les funcions de les llibreries d'Openlayers. La figura 26 mostra com s'ha generat el mapa base sobre el qual s'afegiran les capes i els controls que permetran crear aquestes funcions.

```
var options = {
  controls:[
    new OpenLayers.Control.Navigation(),
    new OpenLayers.Control.Permalink(),
    new PanZoom],
  restrictedExtent: bounds,
  // maxExtent: bounds,
  maxExtent: new OpenLayers.Bounds(-20037508.34,-20037508.34,20037508.34,20037508.34),
  units: 'dd',
  Projection: new OpenLayers.Projection("EPSG:900913"),
  displayProjection: new OpenLayers.Projection("EPSG:4326")
};

mapa = new OpenLayers.Map("divMapa",options);
```

Figura 26. Creació de la instància de l'objecte map.

## 7.5.1 Eines de cerca

Les eines de cerca no són altra cosa que filtres aplicats al conjunt de dades que Openlayers recupera dels serveis de Geoserver (veure figura 8). Amb això s'aconsegueix que les dades mostrades a la capa de dades del mapa només seran les que compleixin els criteris de selecció establerts.

Com s'ha vist a l'apartat de presentació de les interfícies, les eines de cerca estan dins el segon requadre del menú de la pantalla de mapes. S'hi troben 4 criteris de cerca implementats. Aquests criteris són el barri, el districte, la data d'inici i la data final del rang d'inici de símptomes.

El procés, tal i com es pot veure a la figura 27, s'inicia quan Openlayers crida el WFS del servidor Geoserver indicant-li els paràmetres de filtre de dades. Aquest retorna l'XML amb les dades dels casos que compleixen les els filtres marcats.

```
wfs = new OpenLayers.Layer.Vector("Casos de legionela", {
  renderers: ["Canvas"],
  strategies: [new OpenLayers.Strategy.BBOX()],
  visibility: true,
  protocol: new OpenLayers.Protocol.WFS({
    url: "http://localhost:8080/geoserver/opengeo/wfs",
    featureType: "casoslegionela",
    featureNS: "http://opengeo.org",
    geometryName: "geolocalitzacio",
    srsName: "EPSG:4326",
    version: "1.1.0"
  }),
  filter: new OpenLayers.Filter.Logical({
    type: OpenLayers.Filter.Logical.AND,
    filters: [
      new OpenLayers.Filter.Comparison({
        type: OpenLayers.Filter.Comparison.BETWEEN,
        property: "barri",
        lowerBoundary: "<?php echo $barri_low;?>",
        upperBoundary: "<?php echo $barri_up;?>"
      }),
      new OpenLayers.Filter.Comparison({
        type: OpenLayers.Filter.Comparison.BETWEEN,
        property: "dm",
        lowerBoundary: "<?php echo $district_low;?>",
        upperBoundary: "<?php echo $district_up;?>"
      }),
      new OpenLayers.Filter.Comparison({
        type: OpenLayers.Filter.Comparison.BETWEEN,
        property: "inici_simp",
        lowerBoundary: "<?php echo $inici_date;?>",
        upperBoundary: "<?php echo $final_date;?>"
      })
    ]
  })
})
```

Figura 27 . Carrega de la capa de dades obtingudes de Geoserver aplicant filtres.



Seguidament es genera la instància de l'objecte “Openlayers.Layer.Vector” i aquesta és carregada al mapa a través del mètode addLayer de l'objecte map “mapa.addLayer(wfs);”. Quan aquesta capa és carregada a l'objecte map els casos apareixen al mapa de la web. A la figura 28 es pot veure un exemple de filtratge de dades, on es mostren els casos de legionel·la trobats al districte de ciutat vella al barri del raval durant l'any 2010.

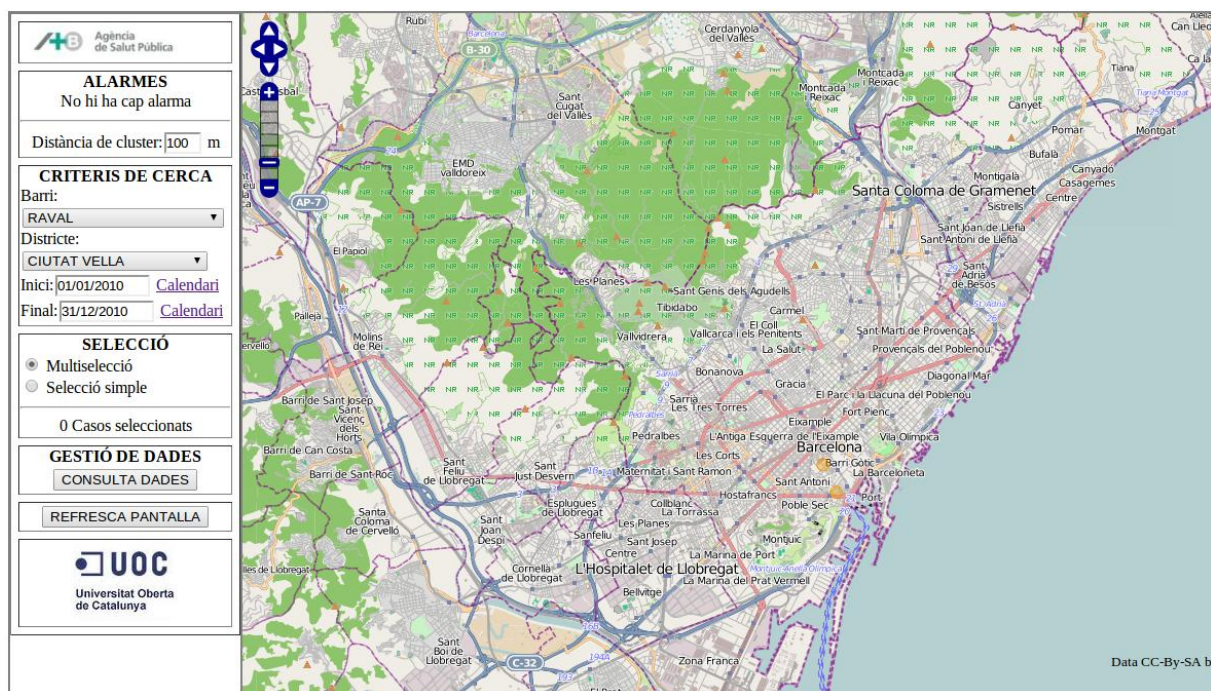


Figura 28. Exemple de selecció de dades.

## 7.5.2 Tipus de selecció

Les eines de selecció són bàsiques per a poder consultar posteriorment les dades relatives als punts dels casos representats al mapa ja que per a poder mostrar les dades d'un cas, aquest abans ha de ser seleccionat.

En aquest treball s'han desenvolupat dos tipus de seleccions: les seleccions múltiples, que serviran per mostrar el nombre de casos englobats dins una àrea i les simples que serviran per seleccionar un únic element per a la seva consulta.

Igual que en els anteriors apartats, els tipus de selecció es troben al menú de la pantalla i es poden seleccionar a través d'uns radio buttons.



La implementació de les eines de selecció es realitza utilitzant l'objecte `OpenLayers.Control.SelectFeature` de la llibreria `Openlayers` (Veure figura 29). Per a crear aquest objecte cal vincular-lo a una capa vectorial, que en aquest cas és la “wfs”, que ha estat presentada en l'anterior apartat. Canviant la propietat de selecció “box” de “true” a “false” s'aconsegueix l'efecte de multi-selecció o de selecció simple.

```
selectControl = new OpenLayers.Control.SelectFeature(wfs,
{
    onSelect: onFeatureInsert,
    onUnselect: onFeatureUnselect,
    displayClass: "olControlSelectFeature",
    title: "Info",
    box: true,
    clickout: false
});

mapa.addControl(selectControl);
```

Figura 29. Càrrega al mapa del control de selecció.

### 7.5.3 Consulta de dades

Per a poder consultar les dades associades a un punt del mapa, cal fer una selecció simple. Aquestes dades s'han aconseguit de la capa vectorial carregada a partir del WFS de Geoserver. Tal i com es pot veure a la figura 29 el control executa la funció `onFeatureInsert` sobre la selecció. A partir d'aquí es genera un popup a la instància mapa anteriorment creada (veure figura 30).

```
popup = new OpenLayers.Popup.FramedCloud("info",
    feature.geometry.getBounds().getCenterLonLat(),
    null,
    htmlForm,
    null,
    true,
    onPopupClose);

feature.popup = popup;
mapa.addPopup(popup);
```

Figura 30. Codi de càrrega de la finestra emergent amb les dades del cas al mapa.

El resultat final obtingut és que quan l'usuari selecciona un cas del mapa amb la selecció simple apareix el popup amb les dades associades a aquell punt geogràfic (Figura 31)

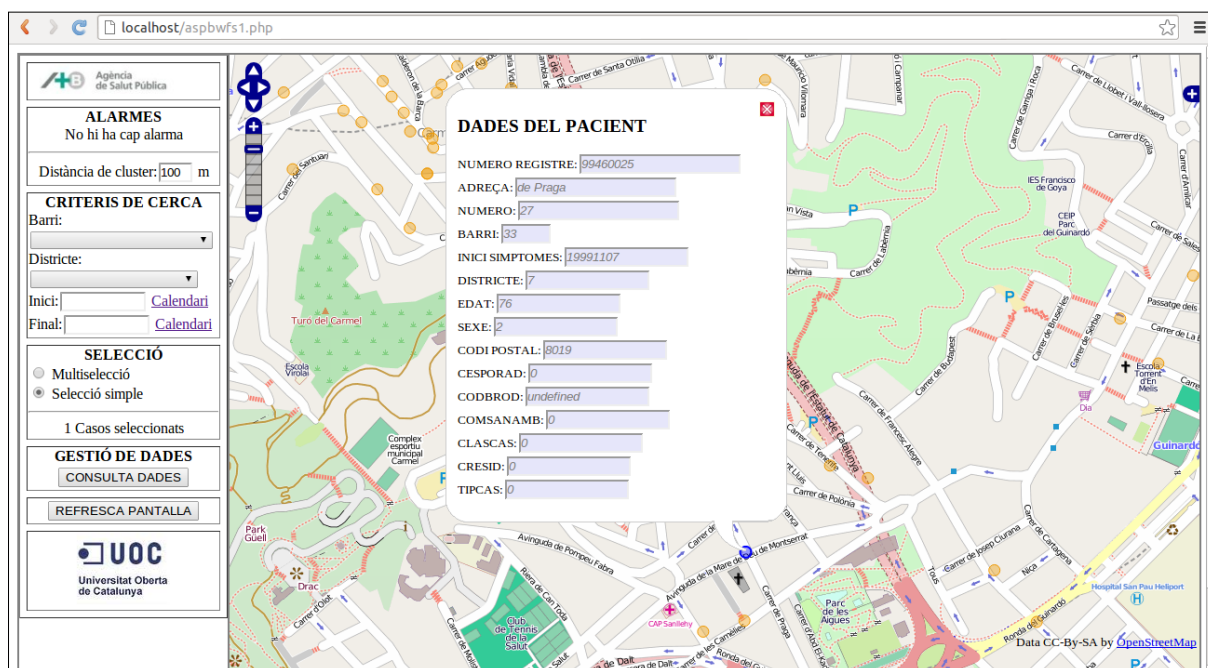


Figura 31. Consulta de les dades associades a un punt.

## 7.6 Superposició de capes

La superposició de capes és un dels principals elements d'obtenció d'informació quan es treballa amb informació geogràfica ja que permet confrontar dos tipus de dades diferents i veure si tenen alguna relació espacial.

Openlayers diferencia dos tipus de capes, les capes base i les capes superposades. Malgrat només es pot tenir una capa base seleccionada, es poden afegir tantes capes superposades com es vulguin i per tant obtenir informació addicional a la simple visualització de dades.

En aquest treball s'han definit 5 capes base i 4 capes superposades. Les capes base corresponen a diferents servidors de mapes que actualment estan funcionant a internet. Les capes superposades són les capes proporcionades pel servidor Geoserver que les construeix a partir de les dades emmagatzemades a PostGIS.

**CAPES BASE:**

- OpenStreetMaps
- Google Physical
- Google Streets
- Google Hybrid
- Google Satellit

**CAPES SUPERPOSADES:**

- Mapa d'impacte de Legionel.la
- Mapa d'impacte de Tuberculosi
- Mapa de casos de Legionel.la
- Mapa de casos de Tuberculosi

Les capes base es limiten a proporcionar mapes de la ciutat ja sigui amb fotografies de satel·lit o amb mapes de carrers de la ciutat. Les dades que s'analitzen i per tant tenen un interès per l'usuari es troben a les capes que es poden superposar. A continuació s'analitzen les 4 capes superposades.

Les capes superposades s'engloben en dos grans grups: les de mapes d'impacte i les de mostra de casos. Totes elles tenen unes característiques pròpies ja que la primera prové d'un WMS i l'altre d'un WFS malgrat ambdues estan creades per Geoserver a partir de les dades emmagatzemades a PostGIS.

Les capes proporcionades per WMS de Geoserver, a diferència de les proporcionades per WFS, no permeten la interacció amb elles i per tant no es poden consultar ni mostrar dades associades. En la configuració de la capa al servidor Geoserver existeixen funcionalitats per a que aquesta sigui servida com un mapa d'impacte i per tant Geoserver es limita a obtenir-la cridant el servei. Tal i com es veu a la figura 32 amb una crida al WMS de Geoserver obtenim la capa que es veu a la figura 33.

```

heatmaplegionela = new OpenLayers.Layer.WMS(
  "Mapa d'impacte legionela", "http://localhost:8080/geoserver/opengeo/wms",
  {
    LAYERS: 'opengeo:casoslegionela',
    STYLES: '',
    transparent: true,
    format: format,
  },
  {
    singleTile: true,
    displayOutsideMaxExtent: true,
    ratio: 1,
    isBaseLayer: false,
    visibility: false,
    yx : {'EPSG:900913' : false}
  }
);

```

Figura 32. Creació de la capa de mapa d'impacte.

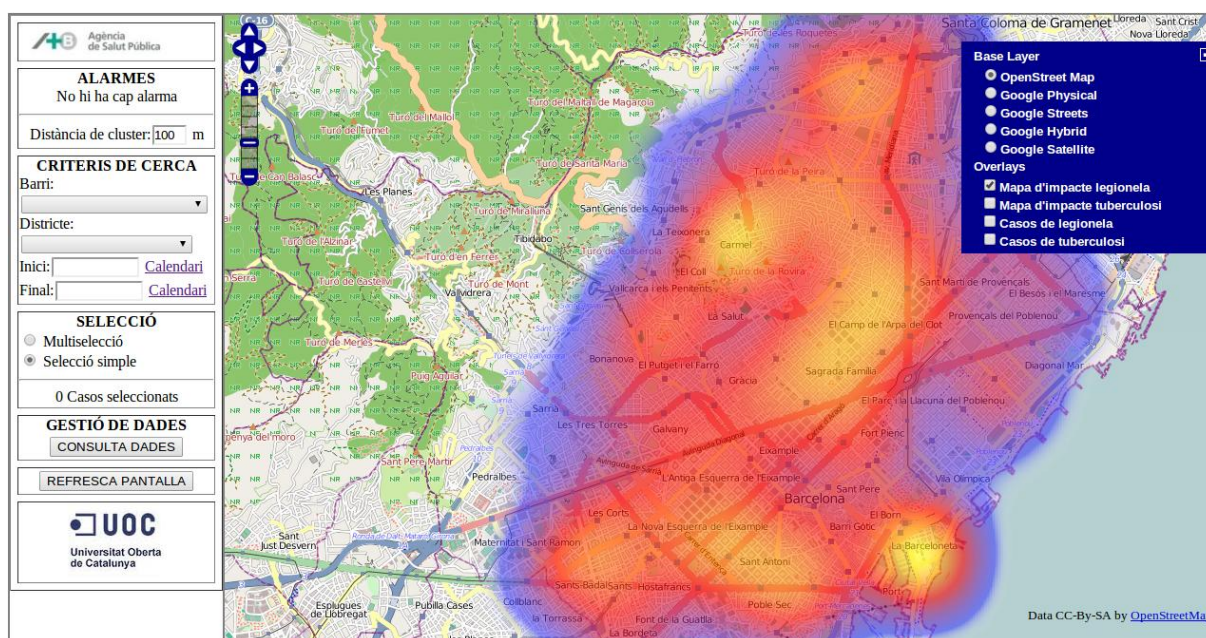


Figura 33. Mapa d'impacte proporcionat per geoserver.

Pel que fa les capes de mostra de casos, ja s'ha vist anteriorment que es carreguen utilitzant els WFS de Geoserver i que permeten interactuar amb els elements mostrats per tal de poder consultar, modificar o fins i tot incorporar noves dades.

Una superposició que pot ser molt utilitzada pels usuaris d'aquesta web pot ser la de mapes d'impacte amb la de mapes de casos com es mostra a la figura 34.



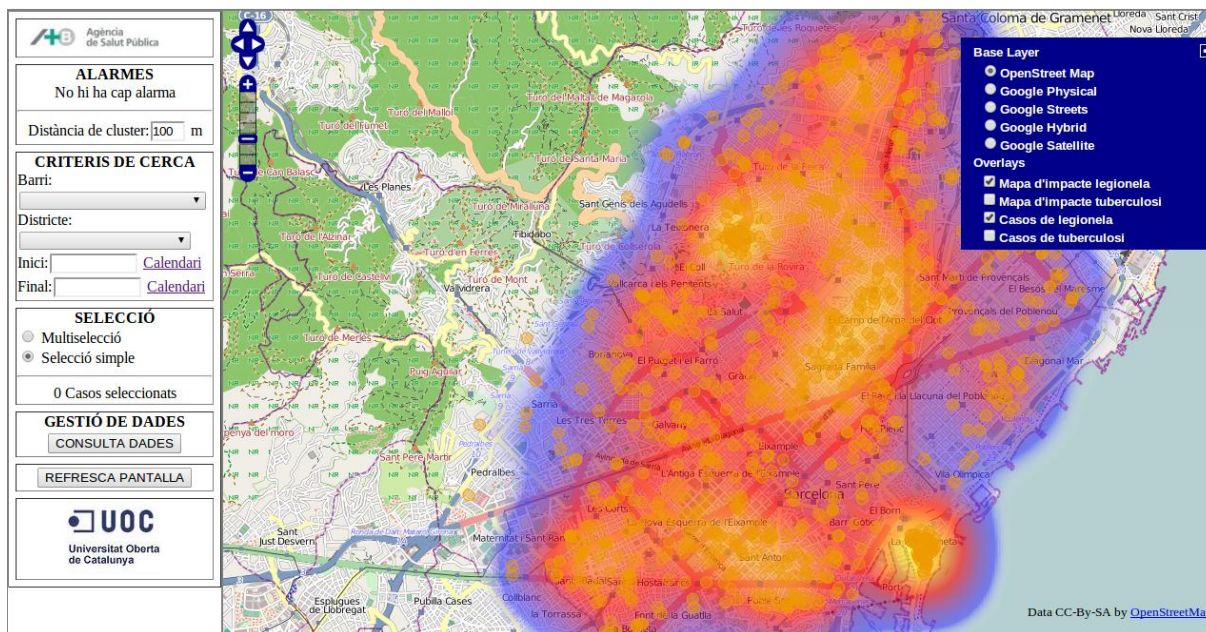


Figura 34. Superposició de la capa de casos amb la capa de mapa d'impacte.

A més, Openlayers proporciona una eina pròpia de superposició de capes que permet mostrar o ocultar les dades a partir de d'una interfície gràfica mostrada prèviament a la figura 13. La comanda per incorporar aquesta eina requereix afegir amb el mètode `addControl` de l'objecte `map` una instància de l'objecte `LayerSwitcher`; per exemple `"map.addControl(new OpenLayers.Control.LayerSwitcher());"`.

Finalment, amb aquesta eina de superposició es poden anar incorporant més capes en el futur podent fins i tot superposar capes de diferents fonts d'informació com ara mapes d'origen econòmic o demogràfic per determinar si factors com la renda per càpita o la densitat d'habitants pot tenir alguna influència en els casos.

## 8 Conclusions

Aquest treball ha estat un projecte real realitzat amb la col·laboració de l'Agència de Salut Pública de Barcelona. Això ha significat mantenir un contacte constant amb els usuaris finals i haver de fer, també, tasques de consultoria i d'anàlisi de requisits. L'experiència de poder treballar amb persones ha enriquit molt l'aprenentatge d'aspectes com la negociació, l'empatia i el tracte amb persones.

A banda d'això, si es mira el desenvolupament del projecte es pot dir que els objectius s'han complert tot i que a mig projecte no es veien gaires possibilitats de poder desenvolupar un sistema d'alarma per clúster de legionel·losi. El fet de poder disposar de més temps del previst a la fase final del projecte ha contribuït a poder desenvolupar aquest punt.

Tot i així, el sistema d'alarmes en la seva globalitat és un punt on es poden millorar moltes coses ja que l'alarma actual no contempla la possibilitat que hi hagin múltiples clústers a la vegada.

L'èxit més important d'aquest treball ha estat el de poder disposar d'una aplicació de vigilància epidemiològica basada exclusivament en programari lliure. De fet, aquest va ser un requisit que ja va quedar clar des de bon principi donat que aquesta era l'única manera de poder continuar l'evolució de l'aplicació en el futur i alhora poder-se estalviar el manteniment de llicències.

El procés de cerca i anàlisi d'aplicacions de programari lliure ha resultat especialment interessant pel fet de poder comprovar la quantitat de projectes de codi lliure que estan en marxa actualment en l'àmbit dels SIG. Si es comprova l'estat d'aquestes aplicacions es pot veure la ràpida evolució que han tingut. Tot i que encara estan lluny de poder competir amb alguns programaris propietaris si que ofereixen funcionalitats molt interessants que poden ser útils per a molts projectes de SIG.

Finalment, a nivell acadèmic ha estat molt interessant poder desenvolupar un treball

amb una tecnologia que no s'estudia durant la carrera i que, per tant, ha requerit un estudi afegit d'unes tecnologies desconegudes. Això ha fet que des del punt de vista de l'estudiant no només s'hagi après a gestionar un projecte sinó que a més s'ha descobert el món dels SIG.

## 9 Línies futures de treball

Existeixen varies línies de millora del treball. S'exposen a continuació algunes línies relatives a les diferents funcionalitats existents.

- Sistema d'alarmes.
  - Afegir altres alarmes o avisos per altres casos diferents .
- Sistema d'alarmes per clústers de legionel·losi.
  - Detecció de múltiples clústers simultanis.
  - Millorar el rendiment de l'algoritme.
- Eines de filtratge o cerca.
  - Afegir més criteris de cerca.
  - Mostrar criteris de cerca en funció de la malaltia estudiada.
- Selecció.
  - Afegir funcionalitats a la cerca múltiple.
- Consulta de dades.
  - Afegir criteris de cerca a les dades mostrades.
- Carrega de fitxers.
  - Poder escollir el servei web de geolocalització automàtica (google,yahoo,...).
  - Millorar la gestió d'errors i la comunicació amb l'usuari.
- Capes.
  - Afegir capes amb més informació geogràfica.

En resum, la majoria de les millores van encarades a afegir funcionalitats als blocs existents i a diferenciar funcionalitats en funció de la malaltia que s'estigui estudiant doncs la naturalesa de les malalties fa que algunes funcionalitats no serveixin per a totes les malalties.



## 10 Bibliografia

- Pérez Navarro, Antoni; Botella Plana, Albert; Muñoz Bolas, Anna; Olivella, Rosa; Olmedillas Hernández, Joan Carles; Rodríguez Lloret, Jesús , 2009 . Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica. Barcelona: FUOC.
- Anònim, 2010. Propagación de la legionella. Lloc desconegut . [data de consulta: 2 de gener del 2013]. Disponible a:  
<http://www.slideshare.net/guest63946a/propagacin-de-la-legionella>
- Pablo Sastre Olmos, 2008.Sistemas de información geográfica (SIG): Introducción. Lloc desconegut. [data de consulta: 3 de gener del 2013]. Disponible a: [http://www.gbif.es/ficheros/Guion\\_SIG.pdf](http://www.gbif.es/ficheros/Guion_SIG.pdf)
- Universidad de Cadiz, any desconegut. SIG y Medio Ambiente: principios básicos. Lloc desconegut. [data de consulta: 2 de gener del 2013]. Disponible a: <http://www2.uca.es/dept/filosofia/TEMA%204.pdf>
- Openlayers 2012, any desconegut. Documentation. Lloc desconegut. [data de consulta: 2 de gener del 2013]. Disponible a:  
<http://trac.osgeo.org/openlayers/wiki/Documentation>
- Geoserver, 2012. Geoserver user manual. . Lloc desconegut. [data de consulta: 31 de desembre del 2012]. Disponible a:  
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/>
- Col·laboradors de la Viquipèdia. *PHP* [en línia]. Viquipèdia, l'Enciclopèdia Lliure, 2012 [data de consulta: 15 d' octubre del 2012]. Disponible en [ca.wikipedia.org/w/index.php?title=PHP&oldid=10237542](http://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=PHP&oldid=10237542)>. Opendeo. Documentació sobre Opendeo. [www.opengeo.org](http://www.opengeo.org)
- NCGIA, 1990. NCGIA Core Curriculum in GIS. University of California, Santa Barbara. [data de consulta: 5 de Gener de 2013]. Disponible a:  
<<http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/toc.html>>

- Fossaert H, Llopis A, Tigre C. Sistemas de vigilancia epidemiológica. Bol Of Sanit Panam 1974;76(6):572-85.
- Col·laboradors de la Viquipèdia. *Projecció cartogràfica* [en línia]. Viquipèdia, l'Enciclopèdia Lliure, 2013 [data de consulta: 5 de gener del 2013]. Disponible en  
[http://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Projecci%C3%B3\\_cartogr%C3%A0fica&oldid=10738599](http://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Projecci%C3%B3_cartogr%C3%A0fica&oldid=10738599)
- Col·laboradors de la Viquipèdia. Create, read, update and delete. (2012, December 21). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 18:13, January 7, 2013, from  
[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Create,\\_read,\\_update\\_and\\_delete&oldid=529099490](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Create,_read,_update_and_delete&oldid=529099490)
- Col·laboradors de la Viquipèdia. *PHP* [en línia]. Viquipèdia, l'Enciclopèdia Lliure, 2012 [data de consulta: 15 d' octubre del 2012]. Disponible en  
<http://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=PHP&oldid=10237542>
- Map Collection & Cartographic Information Services Unit. University Library, University of Washington. Accessed 27 Dec 2009.  
 Thematic map. (2012, December 20). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 18:59, January 7, 2013, from  
[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thematic\\_map&oldid=529015808](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thematic_map&oldid=529015808)
- Heat map. (2012, December 21). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 18:11, January 7, 2013, from  
[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Heat\\_map&oldid=529137348](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Heat_map&oldid=529137348)

## 11 Glossari

**Capa:** grup de conjunts de dades geoespacials independents que es manipulen com a una unitat.

**Clúster:** agrupaments d'un mateix element que mantenen la identitat del conjunt

**CRUD:** De l'anglès Create, Read, Update, Delete. Són les operacions de consulta i manteniment d'una base de dades.

**Geocodificació:** Procés per obtenir les coordenades geogràfiques d'un punt a partir d'una adreça.

**Geografia:** Ciència que estudia la superfície de la terra i el que hi passa o s'hi troba

**Geoserver:** Servidor de mapes distribuït amb llicència de programari lliure.

**Mapa d'impacte:** Representació gràfica de dades on els valors individuals continguts en una matriu són representats com a colors.

**Openlayers:** Llibreria javascript per a manegar mapes a la web.

**PostGIS:** Extensió de PostgreSQL per a la gestió de dades geogràfiques.

**Raster:** Informació emmagatzemada en estructures que divideixen l'espai en segments.

**SGBD:** Sistema Gestor de bases de dades, Programari específic per a la gestió de bases de dades.

**SIG:** Sistemes d'informació geogràfica, sistemes d'informació específics per al tractament de dades geogràfiques.

**URL:** Uniform Resource Locator, identificador d'un recurs web.

**Vectorial:** Informació que emmagatzema les coordenades geogràfiques precises de les estructures representades.

**Vigilància epidemiològica:** El conjunt d'activitats que permet reunir la informació indispensable per a conèixer en tot moment la conducta o història natural de la malaltia, detectar o preveure qualsevol canvi que pugui succeir per alteració dels factors condicionants, amb el fi de recomanar oportunament, sobre bases fermes, les mesures eficients indicades, que portin a la prevenció i control de la malaltia.

**WFS:** Web Feature services, servei web per a interactuar amb els WMS.

**WMS:** Web Map Service, servei web especialitzat en oferir imatges amb mapes.