

[APLICACIÓ WEB PER AL CONTROL EPIDEMIOLÒGIC DE LA TUBERCULOSI (TBC) A MANHIÇA, MOÇAMBIC]

Memòria final

Curs 2015-16. Quadrimestre de Tardor

Nom de l'alumne: Lluís Tartera Ansay

Nom de la consultora: Anna Muñoz Bolas

Professor responsable: Antoni Pérez-Navarro



**Universitat Oberta
de Catalunya**

Índex

Índex.....	2
Taula d'il·lustracions	5
Resum	7
Agraïments	8
1. Introducció	9
1.1 Antecedents i raó del projecte	9
1.2 Objectius del projecte	11
2. Pla de treball	12
2.1 Resultats esperats.....	13
2.2 Abast.....	13
2.3 Planificació i organització del treball	14
2.4 Calendari.....	15
2.5 Diagrama de Gantt	17
2.6 Lliuraments del projecte	18
2.7 Pla de riscos.....	18
3. Estat de l'art: Anàlisi de la tecnologia existent.....	21
3.1 Sistemes gestors de base de dades.....	24
3.2 Servidors de mapes	25
3.3 Llibreries GIS (Javascript)	26
3.4 Llibreries complementàries i altres recursos.....	27
3.5 Programari escollit per al projecte	28
4. Estructuració de la informació	29
4.1 Fonts cartogràfiques a Manhiça	29
4.2 Model de dades: GeoBD i fitxers	32
Sistema de referència	32
Model de dades en la Geodatabase.....	34

Model de dades en fitxers	34
4.3 Tractament de la informació	35
Mapa de fons de MapBox	35
Mapa de fons tessel·lats OSM	36
Mapa de fons tessel·lats LANDSAT	39
Divisions administratives	39
Casos TBC i resta d'informació CISM	41
4.5 Publicació i Integració de la informació.....	41
Mapes de fons	42
Divisions administratives	43
Dades CISM.....	46
5. Serveis del sistema	50
5.1 Antecedents i situació inicial.....	50
5.1 Serveis de mapes i d'informació.....	51
5.2.1 Tuberculosis segons la seva farmacoresistència	52
5.2.2 Distribució de casos de tuberculosi.....	54
5.2.3 Mapa de calor de casos de tuberculosi.....	55
5.2.4 Incidència per municipis o altres regions	55
5.2.5 Estudi de contactes	57
6. Geovisor Web	58
6.1 Descripció funcional i disseny gràfic	59
6.1.1. Estructura general	59
6.1.2. Eines de navegació	60
6.1.3. Selecció de fons i altres capes d'informació	61
6.1.4. Distribució de casos	62
6.1.5. Mapes d'incidència.....	65
6.1.6. Estudi de contactes	66
6.1.7. Gràfics i estadístiques	69
6.1.7. Pantalles de l'aplicació	70

6.2 Disseny tècnic i estructura de l'aplicació.....	73
6.2.1 Estructura de l'aplicació.....	73
6.2.2 Estructura directoris aplicació web	75
6.2.3 Llibreries i plugins utilitzats.....	75
7. Balanç i conclusions.....	77
8. Possibles línies de treball posteriors	78
8. Glossari.....	82
9. Bibliografia	85

Taula d'il·lustracions

FIGURA 1: AFECCIONS ESTIMADES DE TUBERCULOSIS PER CADA 100 000 HABITANTS L'ANY 2007	10
FIGURA 2 SEU DEL CISM (ISGLOBAL).....	10
FIGURA 3 : DISTRIBUCIÓ TERRITORIAL DEL DISTRICTE DE MANHIÇA	11
FIGURA 4: PLANIFICACIÓ I DIAGRAMA DE GANTT DE LES TASQUES PREVISTES	15
FIGURA 5: ARQUITECTURA PROPOSADA. DISTRIBUCIÓ DELS PRINCIPALS COMPONENTS.....	22
FIGURA 6 : COMPARATIVA DELS SERVIDORS DE MAPES OPENSOURCE: MAPSERVER I GEOSERVER (IDE COLOMBIA).....	25
FIGURA 7: PATRÓ DE DISSENY D'ANGULARJS BASAT EN MVC.....	27
FIGURA 8: ESQUEMA DE LES APLICACIONS INCLOSES A OPENGEOSSUITE.....	28
FIGURA 9: FONTS DE MAPA INCLOSOS EN EL PROJECTE (1: MAPBOX COLOR, 2: MAPBOX IMATGE AÈRIA, 3: MAPBOX GRISOS, 4: OSM LOCAL, 5: LANDSAT LOCAL).....	32
FIGURA 10: ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DE GEOWEBCACHE (GWC).....	35
FIGURA 11: DIRECTORI GENERAT PER GWC	35
FIGURA 12: EDICIÓ CONNEXIÓ WMS	36
FIGURA 13: ESTABLIR EL SISTEMA DE REFERÈNCIA A GEOSERVER.....	37
FIGURA 14: OPCIONS DE CACHE	37
FIGURA 15: FORMATS D'IMATGE	37
FIGURA 16: DEFINICIÓ DELS GRIDSET	37
FIGURA 17: NIVELLS DELS MAPES DE FONTS I RESOLUCIÓ DE CADASCUN.....	38
FIGURA 18: CREACIÓ DE CAPA LANDSAT.....	39
FIGURA 19: PROJECCIÓ DE CAPA AMB QGIS	40
FIGURA 20: CÀRREGA DE FITXERS A POSTGRESQL	40
FIGURA 21: TAULES EN LA BD POSTGRESQL	41
FIGURA 22: <i>MOSTRA DE LA INTEGRACIÓ DE OSM A PARTIR DE SERVEIS TMS</i>	43
FIGURA 23: CONNEXIÓ A BASE DE DADES	44
FIGURA 24: DIÀLEG DE IMPORTACIÓ D'ENTITATS	44
FIGURA 25: DEFINICIÓ DEL SRS PER A UNA CAPA.....	45
FIGURA 26: ESTILS PER CAPA (SLD)	45
FIGURA 27: ESTILS PER A LES DIVISIONS ADMINISTRATIVES	46
FIGURA 28: EINA QGIS PER A CONSTRUCCIÓ DE POLÍGONS DE VORONOI.....	47
FIGURA 29: OPCIONS PER AL RETALL PER AJUSTAR ALS LÍMITS DEL DISTRICTE AMB QGIS	47
FIGURA 30: RESULTAT DELS POLÍGONS DE VORONOI I LLOCS SANITARIS.....	48
FIGURA 31: REPRESENTACIÓ PELS CASOS DE TBC.....	48
FIGURA 32: DISTRIBUCIÓ DE CASOS DE TBC I LA SEVA REPRESENTACIÓ COM A HEATMAP.....	49
FIGURA 33 : ESQUEMA DEL GEOVISOR TBCMAPS	59

FIGURA 34 : EINES DE NAVEGACIÓ	60
FIGURA 35: PROCEDIMENT D'ACTIVACIÓ DE CAPES AL GEOVISOR	61
FIGURA 36 : DISSENY GRÀFIC DEL BLOC DE DISTRIBUCIÓ DE CASOS	62
FIGURA 37: ACTIVACIÓ DE TUBERCULOSI SEGONS LA FARMACORESISTÈNCIA A TBCMAPS	63
FIGURA 38 : SELECCIÓ DE TIPUS DE MAPA ENTRE HEATMAP O DISTRIBUCIÓ	64
FIGURA 39: SELECCIÓ DEL INTERVAL DE DATES A MOSTRAR. PERMET L'ANÀLISI AMB EVOLUCIÓ TEMPORAL.	64
FIGURA 40: DISSENY DEL BLOC DE MAPES D'INCIDÈNCIA	65
FIGURA 41 : PROCEDIMENT DE FILTRATGE PER A MOSTRAR MAPES D'INCIDÈNCIA SEGONS DIVISIÓ I RANG TEMPORAL.	65
FIGURA 42: MAPA D'INCIDÈNCIA EN UN RANG TEMPORAL, CONJUNTAMENT AMB LA DISTRIBUCIÓ DE CASOS.	66
FIGURA 43: SELECCIÓ D'UN PUNT GEOGRÀFIC PER A L'ANÀLISI DE L'ESTUDI DE CONTACTES. PROCEDIMENT DEL PROCÉS.	67
FIGURA 44: CONSULTA DE LA INFORMACIÓ D'UN CAS DE TBC OBTINGUT EN L'ESTUDI DE CONTACTES.	68
FIGURA 45 : CONSULTA DE TAULA DE DADES EN L'ESTUDI DE CONTACTES.	68
FIGURA 46: GRÀFICS I INDICADORS. DISTRIBUCIÓ DE CASOS PER MUNICIPIS	69
FIGURA 47 : CASOS D'ÚS I DISSENY GRÀFIC DE L'APLICACIÓ TBCMAPS	72
FIGURA 48: ESQUEMA TÈCNIC DE L'APLICACIÓ TBCMAPS	73
FIGURA 49: FUNCIONAMENT DEL PATRÓ MVC D'ANGULARJS (WWW.ANGULARJSTUTORIALS.COM)	74
FIGURA 50: ESTRUCTURA DE DIRECTORIS DE TBCMAPS	75

Resum

La tuberculosi (TB) és una malaltia infecciosa produïda per un bacil que afecta principalment als pulmons. La tuberculosi pulmonar és l'única que és contagiosa, per mitjans aeris, i el contagi es produeix principalment quan hi ha un contacte estret de forma continuada.

En països en vies de desenvolupament, on l'accés al sistema sanitari és limitat, la situació socio-econòmica és greu, i on es produeixen moviments massius de zones rurals a grans ciutats, amb aglomeracions i convivència de persones en espais petits, unida a un desarrelament de les persones provoquen que sigui un dels principals problemes socials d'aquests països, amb uns nivells de tuberculosi alts o molt alts.

Moçambic, n'és un exemple, i és precisament al districte de Manhiça on hi treballa un equip mèdic de l'ISGlobal vinculat a l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB), en el Centre de Investigaçao em Saúde de Manhiça (CISM). Allí, hi ha una situació complexa amb 3 de cada 4 pacients amb combinació de tuberculosi i VIH, un repte afegit al tractament.

Els tractaments de la malaltia, oscil·len segons el brot de tuberculosi, ja que existeixen brots farmacoresistents que sembla que en els darrers anys prenen protagonisme davant la tuberculosi comuna. Són 6 mesos de tractament com a mínim, amb un volum important de medicaments que cal prendre sistemàticament. Una mala administració pot generar brots de tuberculosi resistent que comporten problemes més greus.

L'objectiu del projecte pretén oferir eines de vigilància epidemiològica en els casos de tuberculosi de Manhiça, on el CISM ha realitzat tasques de geolocalització demogràfica, i un inventari de casos de TB en els darrers anys. Els SIG poden ajudar a interpretar la situació de l'epidèmia mitjançant mapes temàtics i possibles clústers de la malaltia.

(UNPD) (Medicine)

Agraïments

Durant els darrers anys he estat dedicant una part del meu temps lliure a aquests estudis que es conclouen amb aquest treball. Al meu costat, sempre hi ha hagut les persones més importants per a mi, la meva família.

Vull aprofitar aquest espai per agrair el seu suport, especialment a la meva companya la Margaret i a les meves filles a la Irina i la Gala, per la seva paciència i suport incondicional, sense elles no hauria estat possible. Un agraïment especial, per als meus pares, que sempre m'han ajudat i m'han motivat, i què segur n'estaran contents i orgullosos.

No puc acabar aquest punt sense donar les gràcies a persones que han estat importants per aquest treball: al responsable del projecte Dr. Antoni Pérez Navarro, pel seu tracte proper, els seus consells, i les seves recomanacions. A la meva consultora, l'Anna Muñoz, pel seu suport, i ajuda en l'elaboració del projecte. Al Dr. Alberto García Basteiro de l'ASPB, per donar-me l'oportunitat d'aprofundir en el coneixement de la tuberculosi, i a altres col·laboradors del CISM, com el Dr. Manuel Fernández. Al Dr. Santiago Izco per compartir amb mi les seves experiències i coneixements de la tuberculosi, i ajudar-me a entendre alguns conceptes clau.

Tant de bo puguem aportar un gra de sorra per ajudar a combatre aquesta malaltia.

1. Introducció

En aquest document es desenvolupa la memòria del projecte de fi de carrera “*APLICACIÓ WEB PER AL CONTROL EPIDEMIOLÒGIC DE LA TUBERCULOSI (TBC) EN MANHIÇA, MOÇAMBIC*”. En el document s’exposa tot el procés d’enginyeria del programari per a la construcció d’una aplicació web per al control epidemiològic de la tuberculosi, en una regió de Moçambic (Manhiça).

El projecte forma part de l’àrea de Sistemes d’Informació Geogràfica de la UOC, ja que el què es pretén és facilitar l’anàlisi territorial dels casos de tuberculosi inventariats per la institució CISM, i implementar una eina de control epidemiològic.

En el document, hi ha apartats relacionats amb l’organització del projecte i el pla de treball, en el que hi ha una estructuració del treball per fases i les fites assolides durant l’execució del mateix.

En un segon punt, es fa un anàlisi a l’estat de l’art en les geoaplicacions web, analitzant la tecnologia existent, on es defineix el plantejament i l’arquitectura proposada.

En els apartats finals, s’aprofundeix en l’estructura dels serveis del sistema, tan de mapes com d’informació, i en la funcionalitat del geovisor web.

Per finalitzar, es fa una valoració final amb resum, conclusions, línies de millora futures i lliçons apreses.

1.1 Antecedents i raó del projecte

La tuberculosi és una infecció bacteriana que afecta principalment els pulmons, i és probablement la malaltia infecciosa que més predomina al món sencer. La transmissió es realitza en persones que tenen activa la malaltia, i es transmet mitjançant la tos, esternut, al parlar, etc i per tant es recomana no tenir contacte amb terceres persones.

El seu tractament es realitza principalment amb combinacions de fàrmacs antituberculosos, amb una necessitat de sis mesos de tractament, dos en una primera fase i quatre en una segona. Tot i que és una malaltia curable, requereix d’un diagnòstic el més aviat possible, ja que pot esdevenir una malaltia greu. Existeixen vacunes.

La tuberculosi lluny d'estar eradicada, ha augmentat el nombre de casos, es degut a diferents factors com l'augment d'infeccions, l'augment de VIH o no practicar el control corresponent. Com podem veure en el següent gràfic els països subdesenvolupats són els que presenten més casos, com és el cas de Moçambic.

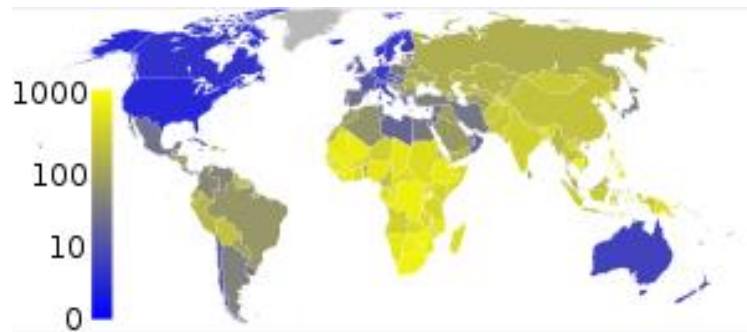


Figura 1: Afeccions estimades de tuberculosi per cada 100 000 habitants l'any 2007

A Manhiça, Moçambic, hi treballa un equip mèdic de l'ISGlobal, vinculat amb l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) que vetllen per combatre la malaltia i invertir la tendència en el nombre de casos.

És per aquest motiu que neix aquest projecte a partir de l'anàlisi i l'inventari dels casos d'infecció de tuberculosi detectats per l'equip mèdic del Centro de Investigaçao em Saude de Manhiça (CISM) i que tenen informació georeferenciada sobre la distribució territorial de la TBC al districte de Manhiça.



Figura 2 Seu del CISM (ISGlobal)

La manca de recursos materials i personals a Moçambic és generalitzada i per tant existeixen totes les dificultats operatives possibles. L'objectiu i voluntat del projecte és ajudar a que eines d'anàlisi territorial com els sistemes d'Informació geogràfica dotin a l'equip mèdic de l'ASPB i del CISM de major capacitat analítica sobre el territori i els ajudi en la presa de decisions.

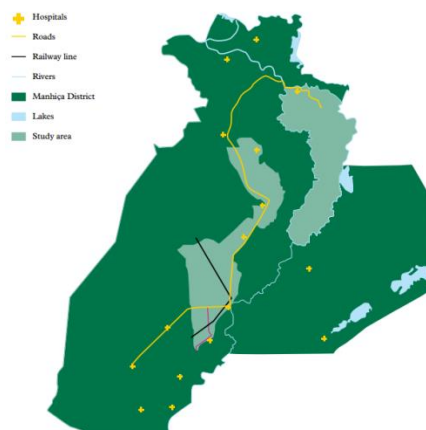


Figura 3 : Distribució territorial del districte de Manhiça

1.2 Objectius del projecte

El principal objectiu del projecte és la implementació d'una aplicació web per a la monitorització i vigilància epidemiològica de la tuberculosi a Manhiça (Moçambic).

La vigilància epidemiològica està reconeguda com un component essencial per a la salut pública i juga un paper clau en la planificació de recursos, la detecció precoç de situacions epidèmiques i en l'avaluació del impacte dels programes de prevenció. (Elika, 2015)

Per tant aquesta aplicació web, haurà de dotar als metges i epidemiòlegs del CISM amb eines que millorin la seva capacitat tècnica i clínica en l'estudi i seguiment dels casos de TBC, en tots els àmbits esmentats en el punt anterior.

Així, els objectius específics els podem resumir en:

- Possibilitat de mostrar clústers de la malaltia mitjançant la utilització de mapes de calor (*heatmaps*). Aquesta és una de les necessitats principals i per tant a la que donarem més importància.
- Definir unes bases cartogràfiques de referència del districte de Manhiça, que ajudin a la interpretació de la informació epidemiològica, i a la resta d'informació. En la mesura del possible s'hauria de permetre una visió topogràfica i una imatge satèl·lit o similar.
- Definir i mostrar mapes temàtics que ajudin a entendre la distribució territorial dels casos de TBC al districte de Manhiça. Aquests mapes han de mostrar l'evolució i propagació de la malaltia en el territori i el temps, sempre que les dades ho permetin.

- Analitzar a partir d'un cas índex, casos de tuberculosi propers en un radi determinat, per analitzar el contacte i propagació de la malaltia.
- Incloure l'anàlisi temporal en els mapes, per poder veure l'evolució i la situació de la malaltia en uns rangs determinats.
- Generar àrees d'influència de cadascun dels centres sanitaris de la zona, que donin suport a les tasques de planificació de recursos i a la ubicació de nous centres.
- Mostrar índexs estadístics i altres indicadors obtinguts a partir de les dades proporcionades per l'equip mèdic del CISM.

2. Pla de treball

Una de les primeres activitats abans de la realització del projecte ha consistit en la definició d'un pla de treball, el qual identificava l'abast i els resultats esperats pel projecte, així com les activitats a realitzar durant el calendari proposat, en aquest semestre.

Una vegada entès el problema plantejat en l'enunciat, i identificats els objectius generals i específics del projecte, vaig descriure les diferents activitats necessàries per assolir-los.

Aquestes activitats es van distribuir per fases, i es va plantejar un esquema de treball, amb unes fites del projecte que coincideixen amb els diferents lliuraments. En aquest apartat es va elaborar un diagrama de Gantt on podem consultar el calendari proposat i el plantejament proposat per tal d'assolir els objectius progressivament.

Com a resultat de l'execució del projecte, es van descriure els lliuraments del projecte, dels quals en forma part la memòria, la presentació virtual, el codi font de l'aplicació i els fitxers cartogràfics que s'han utilitzat.

Així mateix, es va fer un estudi previ dels recursos materials per a l'execució del projecte que contempen tant els de programari, com els de maquinari.

Per finalitzar aquest pla de treball, és va elaborar un pla de riscos previ que incloïa els riscos més rellevants del projecte, així com el pla de contingència associat a cadascun.

A continuació, veurem en major detall aquest pla de treball

2.1 Resultats esperats

Es contemplen els següents resultats una vegada finalitzat el projecte:

- Un inventari d'informació geogràfica emmagatzemat en una base de dades geogràfica relacional, o en fitxers en disc, si s'escau (caché, o fitxers ràster).
- Un servidor de mapes, amb una definició de serveis estàndards OGC, que permetin assolir les necessitats cartogràfiques esmentades: bases de referència topogràfiques o satèl·lit, mapes temàtics, mapes de calor, àrees d'influència, tots ells generats a partir de la informació proporcionada per el CISM.
- Una aplicació web de consulta que permeti d'una forma fàcil i entenedora consultar els diferents mapes, i la consulta dels principals indicadors generats.
- Una eina de càrrega d'informació per als epidemiòlegs usuaris del sistema, per al manteniment i explotació en un futur, o per a la incorporació de noves fonts de dades, amb una estructura o procediment definit.
- La memòria final del projecte, que contindrà la informació i decisions més rellevants del projecte.
- La presentació virtual en que s'exposarà de forma resumida el sistema desenvolupat.

2.2 Abast

Vam preveure dins l'abast del projecte la realització de les següents activitats:

- Preparació de l'entorn de treball
- Anàlisi i recerca de les diferents solucions tecnològiques disponibles per assolir els objectius, i justificació detallada.
- Anàlisi i selecció de servidors de mapes *open source* disponibles actualment.
- Anàlisi i selecció de llibreries *Javascript* i *frameworks* per assolir els objectius del projecte

- Recopilació, recerca i tractament d'informació geogràfica d'interès per al projecte (mapes, imatge satèl·lit, serveis oberts, divisions administratives i altres dades) que utilitzarem per a la representació dels casos de malaltia, i la resta de mapes/indicadors generats.
- Ús de diferents fonts d'informació per als serveis de mapes.
- Disseny i implementació de la base de dades geogràfica.
- Definició de mapes, i simbologia per als diferents objectius del projecte (mapes d'influència, mapes de calor, temàtics, ...).
- Analitzar el plantejament de publicació de la informació, segons la naturalesa de les dades i les seves particularitats (tipus de serveis).
- Disseny de interfície web per a l'aplicació de monitorització del TBC a Manhiça.
- Implementació de l'aplicació web i els serveis addicionals que s'escaiguin.
- Redacció de la memòria del projecte
- Preparació de la presentació virtual.
- Participació en el debat virtual

2.3 Planificació i organització del treball

Les activitats del projecte es distribueixen en tres lliuraments principals, més un addicional corresponent al debat virtual un cop lliurat el projecte.

- PAC1 : Elaboració del pla de treball
- PAC2 : Selecció i justificació de la tecnologia a utilitzar. Preparació de l'entorn de treball. Recerca i estructuració de la informació.
- PAC3: Implementació dels servidor de mapes i del geovisor.
- PAC4: Finalització del desenvolupament i de la memòria del projecte. Preparació de la presentació virtual.

2.4 Calendari

L'esquema de treball i el desgloss d'activitats per fase el podem apreciar en la següent figura:

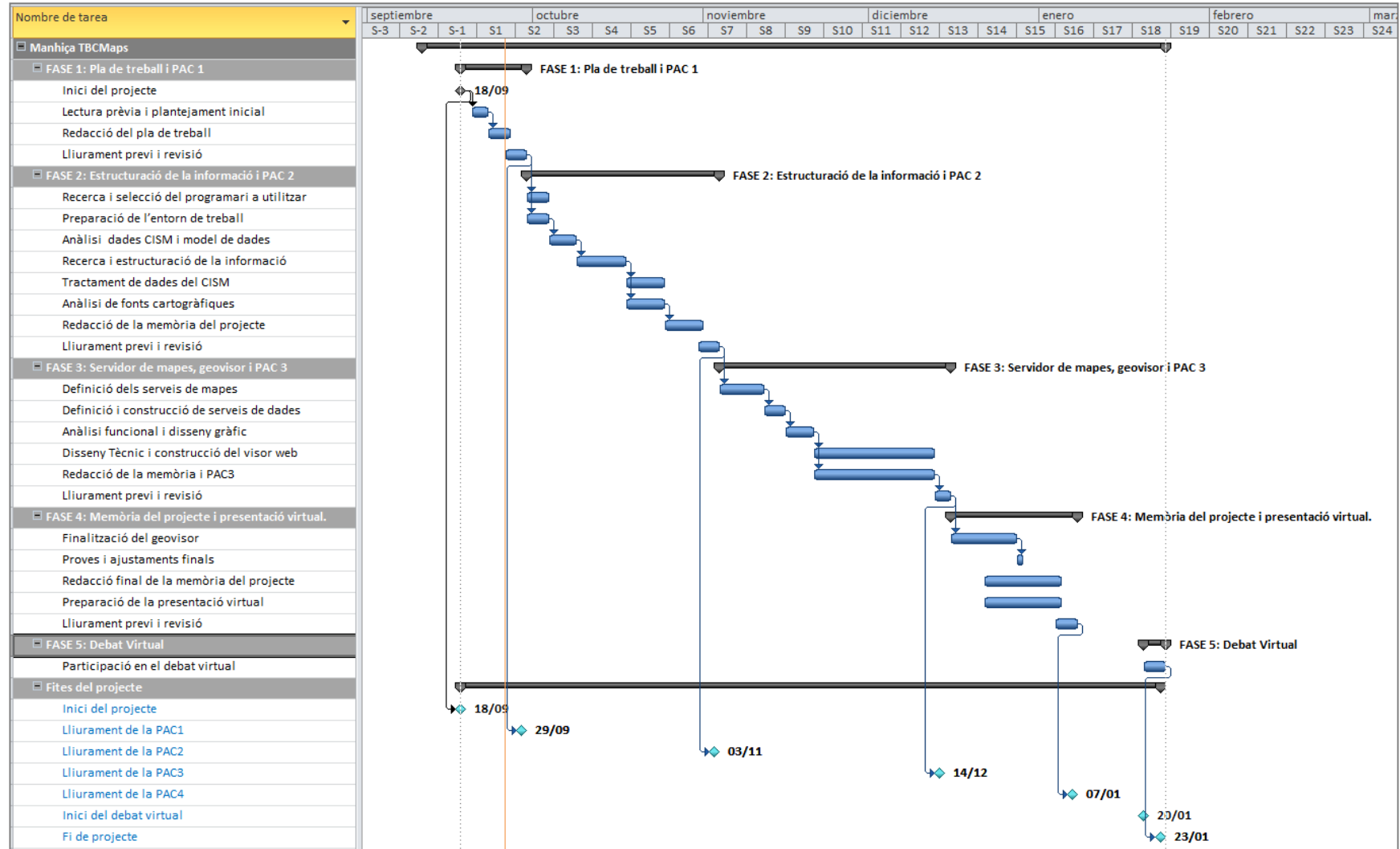
Nombre de tarea	Trabajo	Duraci3n	Comienzo	Fin
Manhiça TBCMaps	470 horas	135 d3as?	vie 11/09/15	sáb 23/01/16
FASE 1: Pla de treball i PAC 1	25 horas	12 d3as	vie 18/09/15	mar 29/09/15
Inici del projecte	0 horas	0 d3as	vie 18/09/15	vie 18/09/15
Lectura prèvia i plantejament inicial	6 horas	3 d3as	dom 20/09/15	mar 22/09/15
Redacci3n del pla de treball	15 horas	4 d3as	mié 23/09/15	sáb 26/09/15
Lliurament previ i revisi3n	4 horas	4 d3as	sáb 26/09/15	mar 29/09/15
FASE 2: Estructuraci3n de la informaci3n i PAC 2	120 horas	35 d3as	mié 30/09/15	mar 03/11/15
Recerca i selecci3n del programari a utilitzar	6 horas	4 d3as	mié 30/09/15	sáb 03/10/15
Preparaci3n de l'entorn de treball	8 horas	4 d3as	mié 30/09/15	sáb 03/10/15
Anàlisi dades CISM i model de dades	16 horas	5 d3as	dom 04/10/15	jue 08/10/15
Recerca i estructuraci3n de la informaci3n	32 horas	9 d3as	vie 09/10/15	sáb 17/10/15
Tractament de dades del CISM	24 horas	7 d3as	dom 18/10/15	sáb 24/10/15
Anàlisi de fonts cartogràfiques	4 horas	7 d3as	dom 18/10/15	sáb 24/10/15
Redacci3n de la mem3ria del projecte	24 horas	7 d3as	dom 25/10/15	sáb 31/10/15
Lliurament previ i revisi3n	6 horas	4 d3as	sáb 31/10/15	mar 03/11/15
FASE 3: Servidor de mapes, geovisor i PAC 3	171 horas	42 d3as	mié 04/11/15	mar 15/12/15
Definici3n dels serveis de mapes	23 horas	8 d3as	mié 04/11/15	mié 11/11/15
Definici3n i construcci3n de serveis de dades	16 horas	4 d3as	jue 12/11/15	dom 15/11/15
Anàlisi funcional i disseny gràfic	8 horas	5 d3as	lun 16/11/15	vie 20/11/15
Disseny Tècnic i construcci3n del visor web	100 horas	22 d3as	sáb 21/11/15	sáb 12/12/15
Redacci3n de la mem3ria i PAC3	24 horas	22 d3as	sáb 21/11/15	sáb 12/12/15
Lliurament previ i revisi3n	0 horas	3 d3as	dom 13/12/15	mar 15/12/15
FASE 4: Mem3ria del projecte i presentaci3n virtual.	130 horas	39 d3as	mié 16/12/15	sáb 23/01/16
Finalitzaci3n del geovisor	60 horas	12 d3as	mié 16/12/15	dom 27/12/15
Proves i ajustaments finals	8 horas	1 d3a	lun 28/12/15	lun 28/12/15
Redacci3n final de la mem3ria del projecte	24 horas	14 d3as	mar 22/12/15	lun 04/01/16
Preparaci3n de la presentaci3n virtual	32 horas	33 d3as	mar 22/12/15	sáb 23/01/16
Lliurament previ i revisi3n	6 horas	4 d3as	lun 04/01/16	jue 07/01/16
FASE 5: Debat Virtual	24 horas	4 d3as	mié 20/01/16	sáb 23/01/16
Participaci3n en el debat virtual	24 horas	4 d3as	mié 20/01/16	sáb 23/01/16
Fites del projecte	0 horas	128 d3as	vie 18/09/15	sáb 23/01/16
Inici del projecte	0 horas	0 d3as	vie 18/09/15	vie 18/09/15
Lliurament de la PAC1	0 horas	0 d3as	mar 29/09/15	<u>mar 29/09/15</u>
Lliurament de la PAC2	0 horas	0 d3as	mar 03/11/15	<u>mar 03/11/15</u>
Lliurament de la PAC3	0 horas	0 d3as	lun 14/12/15	<u>lun 14/12/15</u>
Lliurament de la PAC4	0 horas	0 d3as	jue 07/01/16	<u>jue 07/01/16</u>
Inici del debat virtual	0 horas	0 d3as	mié 20/01/16	mié 20/01/16
Fi de projecte	0 horas	1 d3a	sáb 23/01/16	<u>sáb 23/01/16</u>

Figura 4: Planificaci3n i diagrama de Gantt de les tasques previstes

A continuació es mostren les principals fites del projecte, que en la majoria de casos coincideixen amb les previstes per la UOC al principi del curs. Hi ha una excepció en el lliurament de la PAC3, en què s'ha aplaçat una setmana perquè és una fase amb força volum de feina.

Fites del projecte	del	Data aproximada	Descripció
Inici del projecte	del	18/09/2015	Inici del projecte. Lliurament de l'enunciat i altra informació rellevant per al plantejament del projecte
Lliurament de la PAC1	de	29/09/2015	Pla de treball del projecte.
Lliurament de la PAC2	de	03/11/2015	Selecció i justificació de la tecnologia a utilitzar. Preparació de l'entorn i recerca i estructuració de la informació.
Lliurament de la PAC3	de	14/12/2015	Implementació del servidor de mapes i primer prototipus del geovisor
Lliurament de la PAC4	de	07/01/2016	Finalització del geovisor, redacció de la memòria del projecte i preparació de la presentació virtual.
Inici del debat virtual		20/01/2016	Inici del període de preguntes del debat virtual d'una durada de tres dies.
Fi de projecte		23/01/2016	Fi del projecte i tancament de les activitats planificades.

2.5 Diagrama de Gantt



2.6 Lliuraments del projecte

Els lliuraments del projecte consisteixen en:

- La memòria del projecte que estem tractant
- La presentació virtual
- El codi font
- Els fitxers cartogràfics

2.7 Pla de riscos

A continuació enumerarem els riscos que es van identificar en el moment inicial:

Risc	Disponibilitat o errades en les dades
Descripció	El fet que les dades provinquin d'usuaris no especialistes en tecnologies GIS, i que no sigui un tema prioritari per ells, pot provocar que aquestes es retardin en el lliurament o que presentin defectes a corregir.
Impacte	Pot endarrerir algunes activitats del camí crític.
Probabilitat	Mitja
Pla de contingència	Fer la sol·licitud el més aviat possible, per tal de comprovar si existeixen i tenen el format esperat. Avançar les activitats amb dades simulades o de prova. Si és possible, determinar el format de lliurament amb antelació. Establir un canal de contacte amb l'ASPB per a fer seguiment de l'estat de la informació.

Risc	Desconeixement de solucions de salut pública i/o epidèmies
Descripció	El grau de desconeixement en epidèmies, i l'aplicació de dades d'aquest tema en el món del SIG, fa que l'enfoc o el plantejament pugui ser erroni.
Impacte	Errades en el plantejament o aspectes millorables, principalment en la manera de representar la informació i/o els indicadors
Probabilitat	Baixa
Pla de contingència	Lectura sobre casos similars, comprovar l'estat de projectes com el que tractem, en la recerca de similituds i orientacions sobre el

treball. Definir un canal de contacte amb l'ASPB per l'assessorament en aquest aspecte.

Risc

Disponibilitat de temps

Descripció

El calendari laboral i personal és molt ajustat i pot disminuir el temps necessari per a la realització de les tasques del projecte.

Impacte

Pot incrementar la durada d'algunes activitats o tenir desviaments en el calendari.

Probabilitat

Alta

Pla de contingència

Recuperar el temps no realitzat en sessions anteriors o posteriors. Preveure les situacions on no es podrà complir el calendari previst.

Risc

Calendari molt ajustat

Descripció

La durada del quadrimestre és molt curta per a l'assoliment dels objectius. En conseqüència cal delimitar bé la feina i proposar un abast que sigui viable. L'abast que es vol assolir és prou gran per el calendari i disponibilitat de temps que es proposa.

Impacte

L'abast de les activitats proposades pot canviar, i ser menor al previst.

Probabilitat

Mitja

Pla de contingència

Revisió de l'abast per a disminuir alguna de les funcionalitats o bé simplificar-les.

Risc

Problemes tècnics en el punt de treball

Descripció

El desenvolupament en un punt de treball té el risc que una avaria, o fallada del sistema pugui afectar i tenir un impacte molt fort al projecte.

Impacte

Pèrdua d'informació de temps, i en conseqüència risc de no poder assolir els objectius

Probabilitat

Baixa

Pla de contingència

Realitzar còpies de seguretat periòdiques. Tenir un entorn alternatiu, en el cas pitjor.

Risc

Rendiment de la solució en l'entorn de desenvolupament

Descripció

El maquinari proposat no és prou potent, i ho serà encara més si es fa en una màquina virtual. En conseqüència el rendiment de les consultes o dels serveis pot ser massa lent.

Impacte

El temps de resposta de la solució pot ser més lent que en un entorn normal

Probabilitat

Mitja

Pla de contingència

Donar la màxima memòria a la màquina virtual, o buscar un entorn alternatiu amb un rendiment millor.

Risc

Situacions imprevistes en el calendari

Descripció

Es poden donar situacions com malalties, viatges laborals o altres casos (p.e. una operació prevista per la Tardor de la meva mare) que em poden afectar en la dedicació en moments puntuals.

Impacte

Desviació en algunes activitats, i que els terminis es modifiquin.

Probabilitat

Mitja

Pla de contingència

Recuperar el temps no realitzat en sessions anteriors o posteriors. Preveure les situacions on no es podrà complir el calendari previst.

(Mejores Proyectos)

3. Estat de l'art: Anàlisi de la tecnologia existent

En aquest apartat es presenta els resultats de l'anàlisi realitzat per escollir la tecnologia a utilitzar per al desenvolupament de l'aplicació web de control epidemiològic.

L'aplicació web es planteja amb una **ARQUITECTURA EN TRES CAPES**:

- **Capa de dades**, on es proposa la utilització d'un gestor de bases de dades, en combinació amb un sistema de fitxers per a alguns casos determinats.
- **Capa de Negoci**, en la que principalment hi trobarem el desenvolupament de serveis de mapes que consultarem des del geovisor, i en algun cas puntual desenvoluparem serveis de d'informació que proporcionaran accés a dades emmagatzemades, càlculs o estadístiques. El components que es requereixen són el servidor de mapes, i la tecnologia en servidor que utilitzem per al desenvolupament d'altres serveis.
- **Capa de presentació**, en la que trobarem l'aplicació web del geovisor de control epidemiològic. En aquest apartat necessitarem llibreries GIS que ens facilitin l'accés als serveis de mapes i altres utilitats, i també llibreries per a la representació de la informació: gràfics, llistats i altres elements d'interfície. Cal també proporcionar una solució per a l'eina de càrrega i manteniment de la informació.

Amb aquestes premisses s'obté la següent arquitectura del sistema:

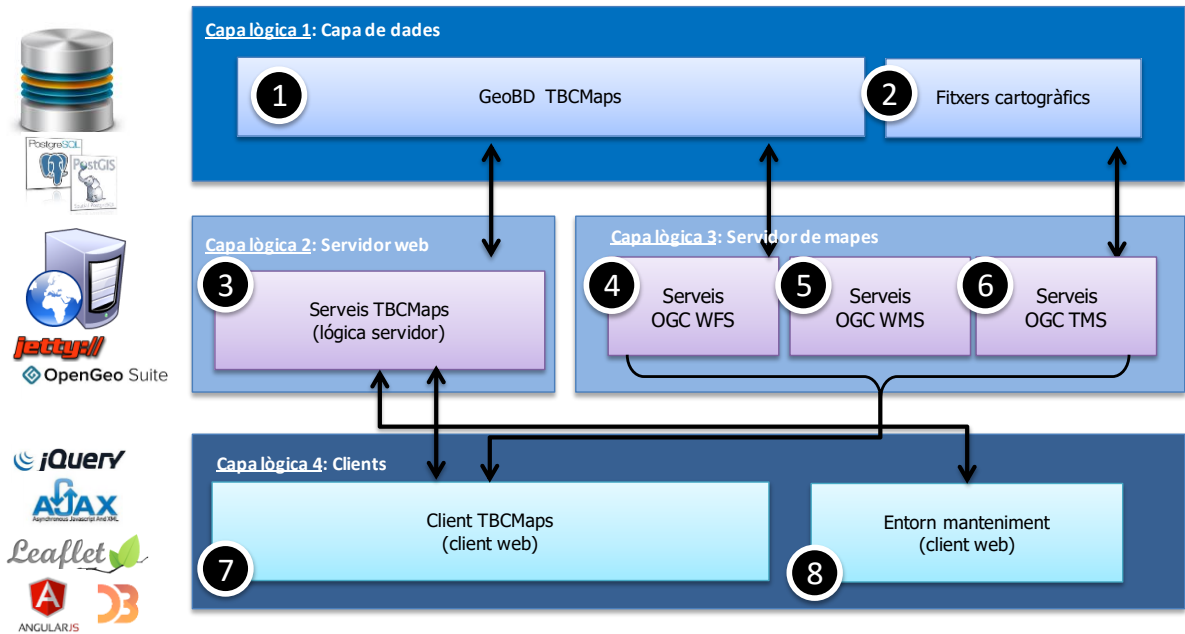


Figura 5: Arquitectura proposada. Distribució dels principals components.

Com veiem a la il·lustració 5, identifiquem quatre capes lògiques:

Capa lògica 1: Capa de dades

1. Servidor de base de dades amb capacitats geoespials, hem optat per PostgreSQL amb l'extensió PostGIS.
2. Fitxers cartogràfics, d'utilitat per emmagatzemar cachés de dades, o alguns fitxers estàtics, que deixarem en format SHP o similar per a la seva utilització en el servidor de mapes

Capa lògica 2: Servidor web

3. Per assolir la funcionalitat de l'aplicació, possiblement necessitarem subministrar informació a partir de serveis de dades que ens proporcionen dades útils per generar llistats o similars. La seva funció és obtenir informació de la capa de dades, i preparar-la per la utilització en les aplicacions client. Si s'escau, els serveis es desenvoluparan amb tecnologia Java.

Capa lògica 3: Servidor de mapes

4. 5, i 6. Servidor de mapes, en que utilitzarem GeoServer i GeoWebCache, d'utilitat per a generar serveis estàndards OGC. Es preveu utilitzar estàndards com OGC WMS, WFS i TMS.

Capa lògica 4: Clients

7. L'aplicació de consulta TBCMaps, basada en un conjunt de llibreries Javascript per tal de desenvolupar el portal web i la interacció amb l'usuari.
8. L'eina de manteniment, que també estarà basada en web, i que principalment ha de servir per incorporar noves dades al sistema (d'altres malalties o similars). Utilitzarà la capa de serveis per interaccionar amb la base de dades.

Recordem que un dels requeriments del projecte és la utilització de programari lliure, amb aquesta premissa presentarem a continuació el programari escollit.

3.1 Sistemes gestors de base de dades

El SGBD que creiem és el més adient per a la realització del projecte és **PostgreSQL** amb l'extensió PostGIS. PostgreSQL és un sistema de gestió de bases de dades relacional, distribuït sota llicència BSD i amb el seu codi font disponible lliurement. És el sistema de gestió de bases de dades de codi obert més potent del mercat i en les seves últimes versions no té res a envejar a altres bases de dades comercials.

Una altra opció alternativa que en els darrers temps ha fet un pas endavant en les dades espaials és **MySQL** o **MariaDB**, solucions amb origen comú i que pràcticament són equivalents com a producte. No obstant, el grau de funcionalitat i d'avantatges és menor. A continuació es mostren els principals avantatges de PostgreSQL/PostGIS:

- És software lliure, amb llicència GPL
- Compatibilitat amb els estàndards OGC, que faciliten l'intercanvi d'informació geogràfica
- Suport de tipus espaials, indexos espaials i centenars de funcions espaials (+1000).
- Permet importar i exportar dades fàcilment mitjançant eines de conversió.
- Existeixen grans clients SIG d'escriptori i servidors de mapes que permeten treballar directament amb PostGIS (QGIS i Geoserver entre ells).
- És una alternativa real al software propietari, que fins i tot el supera en estabilitat i rapidesa.
- Té una comunitat d'usuaris molt extensa, i és l'SGBD de codi obert més utilitzat.

La utilització en el projecte ens permet emmagatzemar i analitzar les dades proporcionades pel CISM, i permetre la integració tant per a serveis de mapes com en altres serveis de dades.

(PostgreSQL-es)

3.2 Servidors de mapes

En l'apartat de servidor de mapes de programari lliure, trobem dos projectes que destaquen respecte la resta i que són les millor opcions actuals, són **GeoServer** i **MapServer**.

	Geoserver	vs.	Mapserver
WMS	Bueno		Excelente
WFS	Soporta WFS-T		No soporta WFS-T
Tecnología	J2EE		CGI
Comienzo	2003		1996
Administración	Interfaz web		Generación asistida por plugins o desarrollo puro
Extensibilidad	Desarrolladores Java		Desarrolladores PHP
Simbología	SLD's estándar		Estilos parte del MapFile
Servicios	WMS/WFS/WCS		Un mapfile por cada servicio web
Consultas	OGC Filter Encoding y CQL		Sentencias SQL

Figura 6 : Comparativa dels servidors de mapes OpenSource: MapServer i GeoServer (IDE Colombia)

Són projectes molt similars que realitzen la mateixa funció, tot i que tenen algunes diferències que ens poden fer decantar cap a un o altre segons les necessitats. Per el projecte escollim **GeoServer** pels següents motius:

- Presenta una interfície d'administració amigable, que pot ser rellevant per a la gestió per usuaris no avançats com pot ser el cas de l'ASPB. MapServer té una corba d'aprenentatge superior.
- **GeoServer** està desenvolupat en Java i per tant el fa més portable a altres sistemes operatius com Windows o Linux
- **GeoServer** és una de les implementacions de referència en WFS, i fins i tot permet l'edició d'informació mitjançant WFS-T.

- **MapServer** és un projecte més madur, però GeoServer ha format una comunitat d'usuaris important des dels seus inicis al 2003 i ofereix garanties de suport amb una massa crítica d'usuaris i projectes que funcionen amb aquest servidor.
- **GeoServer** implementa la major part de les necessitats del projecte d'una forma integrada, com per exemple l'ús de GeoWebCache per a la gestió de sistemes de generació de tesselles, o la integració directa amb PostGIS.

3.3 Llibreries GIS (Javascript)

En l'apartat de llibreries GIS en client (Javascript) trobem una gran nombre d'iniciatives (ka-map, mapbox, geoext, mapfish, chameleon, modestmaps, mapstraction, ...) malgrat l'alt nombre d'iniciatives n'hi ha dues que destaquen sobre la resta: **Openlayers** i **Leaflet**.

La primera, **OpenLayers**, actualment en la versió 3, és la nova generació d'eines de mapping web, amb suport per navegadors tant mòbils com d'escriptori, presenta una compatibilitat amb gran nombre de dades i capes, i està desenvolupat amb la tecnologia web més vanguardista: HTML5, WebGL i CSS3.

Leaflet, és un seriós competidor de l'anterior, amb algunes característiques interessant com la seva orientació a la mobilitat, la seva lleugeresa i simplicitat, i el rendiment i usabilitat. Leaflet és extensible amb plugins, i inclou una API per treballar però molt més simple que la d'Openlayers.

La eina escollida en aquest cas és **Leaflet**, tot i que **OpenLayers** és també una molt bona opció. Els motius de l'elecció principals son:

- **Framework** més senzill i lleuger, a més de ser més intuïtiu. Té una corba d'aprenentatge més baixa.
- Tot i que a nivell funcional, OpenLayers integra moltes més dades i funcionalitat, Leaflet té moltes extensions que s'aconsegueixen amb la utilització de plugins, i que faci que en el projecte actual, siguin equivalents.
- La estratègia modular de Leaflet, li permet créixer a nivell funcional, mentre que manté la simplicitat i la lleugeresa en el nucli.
- OL està treballant en la versió 3 per corregir alguns dels problemes que arrossegava de la v2, per tal de tenir un bon rendiment especialment en navegadors mòbils.

Pel l'aplicació de control epidemiològic, necessitarem representar cartografia de fons i algunes capes de informació, que es tradueixen en mapes de calor (heatmaps), mapes de punts o temàtics, i per tant les necessitats poden assolir-se amb totes dues llibreries. Optem doncs per Leaflet perquè creiem que la seva simplicitat s'ajusta a les necessitats, i a l'escalabilitat de la solució en un futur.

(Lovelace)

3.4 Llibreries complementàries i altres recursos

Per finalitzar, aquest anàlisi, més que una comparativa es presenten un conjunt de llibreries Javascript que poden ser d'utilitat per a la construcció del visor, per a l'organització del codi, o bé per a l'interacció amb l'usuari.

Inicialment, es preveu la utilització de les següents llibreries:

- **AngularJS**, és un framework de codi obert, actualment mantingut per l'empresa Google que ajuda a la gestió d'aplicacions d'una sola pàgina. El seu objectiu principal és aplicar un patró de disseny MVC en aplicacions Javascript. D'aquesta manera ens ajudarà a:
 - Separar la manipulació del DOM, de la lògica de l'aplicació.
 - Desacoplar el costat del client del costat del servidor

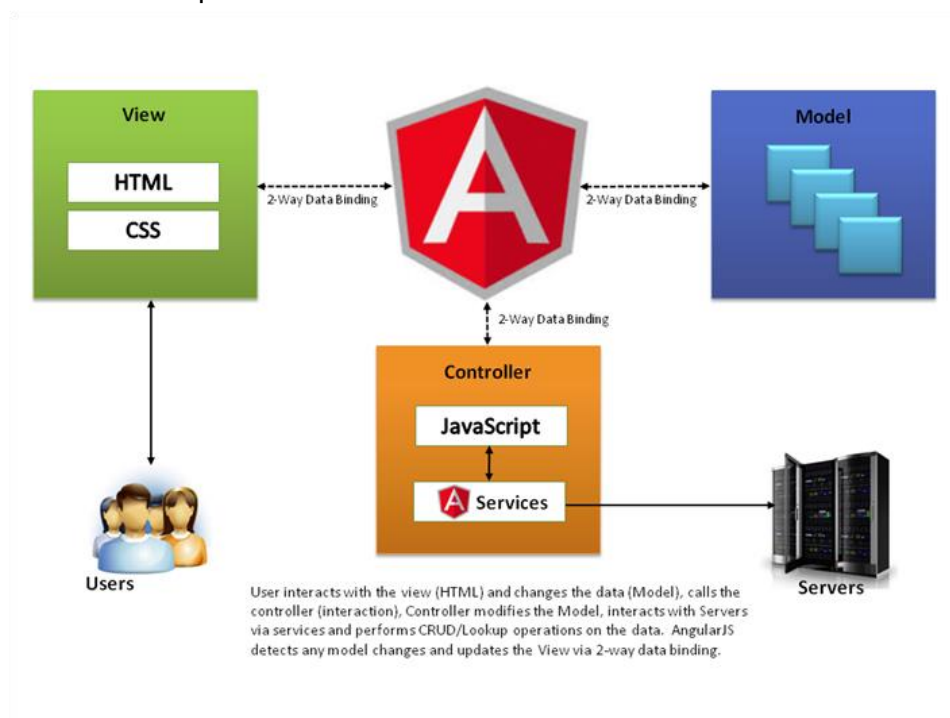


Figura 7: Patró de disseny d'AngularJS basat en MVC

- **Bootstrap UI**, una biblioteca de Javascript que permet simplificar la interacció amb HTML. La utilitzarem conjuntament amb **AngularJS** per a la interfície d'usuari i a la reutilització d'alguns dels seus components.

- **Angular chart JS**, un *framework* Javascript de suport a la creació de visualitzacions de dades interactives que principalment ens pot ajudar a la representació de dades estadístiques o gràfics.

3.5 Programari escollit per al projecte

Després d'analitzar les necessitats tecnològiques, i escollir les eines que hem considerat més convenients procedim a muntar l'arquitectura física, esmentar que s'ha utilitzat el programari **OpenGeo Suite 4.7**, una plataforma completa d'aplicacions geoespials que conté totes les necessitats esmentades. És una solució totalment orientada al web mapping. Les avantatges d'utilitzar aquesta plataforma en lloc dels components per separat són:

- Facilitat d'instal·lació, ja que l'empresa que ho produeix proporciona instal·ladors per diferents sistemes operatius.
- Arquitectura flexible i totalment programari lliure.
- Inclou els components seleccionats: PostgreSQL/PostGIS, GeoServer i GeoWebCache, inclou també exemples amb OpenLayers, però no ho utilitzarem sino Leaflet, tal com hem esmentat.
- Facilita la gestió de versions, en ser un paquet únic, que inclou les versions més adients i assegura la compatibilitat de versions, que són testejades i verificada per funcionar. Això maximitza l'estabilitat i la interoperabilitat del paquet.



Figura 8: Esquema de les aplicacions incloses a OpenGeoSuite.

4. Estructuració de la informació

En aquest apartat analitzarem la informació geogràfica i alfanumèrica que formarà part del projecte. Descriurem els orígens de dades i les fonts d'informació que utilitzarem, fins a veure com aquesta s'integra en l'arquitectura proposada.

En un primer apartat, esmentarem les fonts d'informació, l'estructura inicial de la informació i l'objectiu d'aquesta informació en el projecte.

En segon lloc, especificarem la capa de dades, on veurem la manera d'emmagatzemar aquesta informació, tant a nivell de SGBD com de sistema de fitxers.

En tercer lloc, veurem el tractament que cal realitzar en les dades escollides per a fer la càrrega inicial del sistema i la seva preparació.

Per finalitzar, analitzarem com aquestes dades s'integren al sistema, per acabar siguent publicades com a serveis, i integrar-se en el geovisor. En aquest punt descriurem les principals estratègies de publicació de serveis, i els estàndards escollits.

4.1 Fonts cartogràfiques a Manhiça

Es preveu la utilització d'aquestes fonts cartogràfiques:

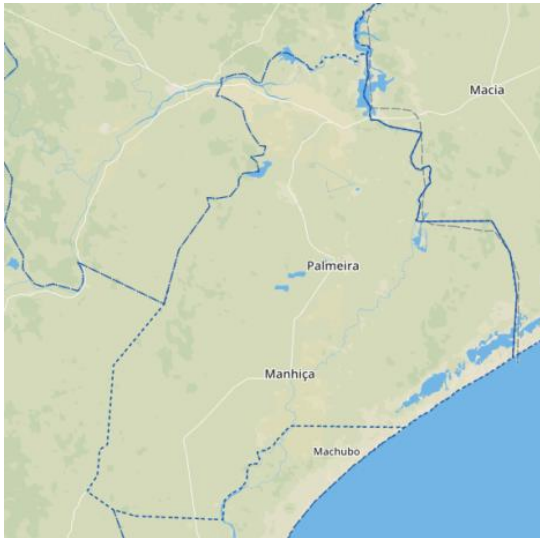
Tipus	Funció	Font d'informació	Observacions
Mapes de fons OSM	Cartografia de base per donar context a la informació dels casos de tuberculosi.	http://ows.terrestris.de/dienste.html#wms	Mapa de fons que s'utilitzarà per a generar una base tessel·lada pròpia (GWC).
Imatge satèl·lit	Imatge Landsat per a tenir una visió contextual del país	http://landsat.usgs.gov/	Mapa de fons que s'utilitzarà per a generar una base tessel·lada pròpia (GWC).
Mapes de fons Mapbox	Cartografia de base alternativa. Servei del proveïdor Mapbox, que proporciona cartografia online de forma gratuïta per a projectes d'ús no comercial	https://api.tiles.mapbox.com/v4	Serveis de tessel·les externs (requereix accés a Internet). Ofereix cartografia en color o grisos, i imatge aèria a diferents

	resolucions.		
Divisions administratives de Moçambic	Ens permet visualitzar els límits administratius del país, les províncies, districtes i municipis. Principalment utilitzarem els municipis per l'anàlisi territorial (temàtics).	http://www.diva-gis.org/gdata	
Casos de tuberculosi	Capa principal del projecte a partir de la que es genera la majoria de mapes i anàlisis del sistema	Capa de punts amb dades sociodemogràfiques, que inclou la posició i la classificació de cada cas de tuberculosi.	Pendent revisió dades definitives
Punts sanitaris	Capa dels punts sanitaris (16) ubicats a Manhiça. La utilitzarem per representar regions sanitàries.	Capa de punts proporcionada pel CISM, que inclou la posició i classificació dels punts sanitaris	Pendent revisió dades definitives
Demografia	Capa de vivendes, que inclou la tipologia de vivenda i altra informació geogràfica. D'utilitat per a fer anàlisi de contacte	Capa de polígons proporcionada pel CISM, que inclou la posició i classificació dels habitatges de Manhiça	Pendent revisió dades definitives

Es considera interessant proporcionar alguna font d'informació d'imatge aèria en detall, no obstant solen ser productes comercials. Existeixen capes ràster tipus satèl·lit com LANDSAT que són d'accés obert, però no aporten prou resolució, de totes maneres les hem incorporat per a facilitar la interpretació dels mapes.

Per millorar la representació contextual, s'ha utilitzat l'API de Mapbox en el pla "Starter" que no té cost i permet 50.000 peticions de mapes al mes, en qualsevol de les seves capes. Amb aquesta consideració, es pot utilitzar en casos específics, com per exemple per consultar la imatge aèria en alguna situació d'anàlisi determinada (hotspot de casos TBC, per exemple). Cal un registre previ a www.mapbox.com.

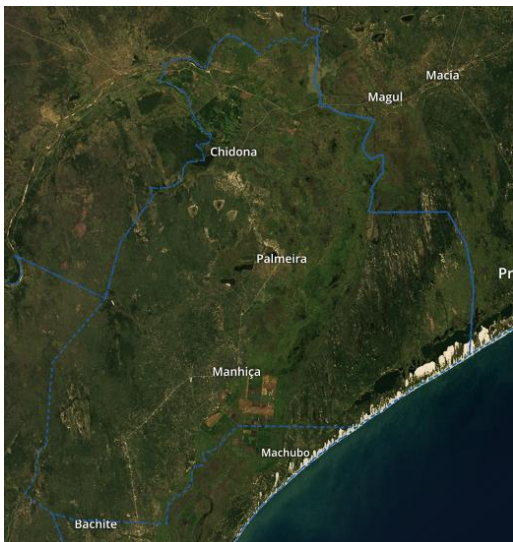
Galeria de mapes de fons proposats:



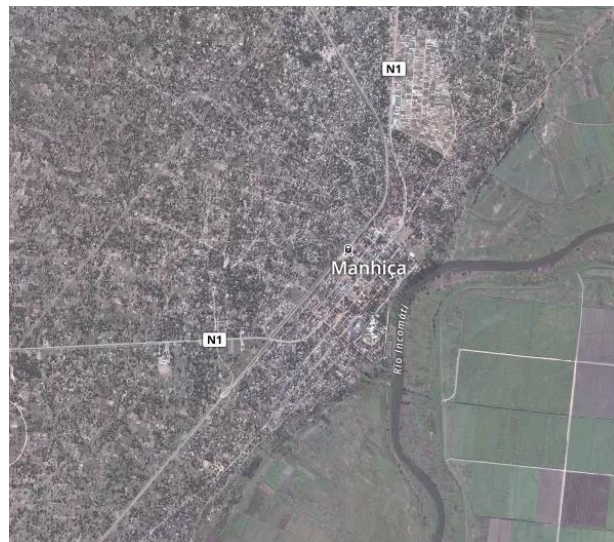
1) Fons de mapa de MapBox en color (Online)



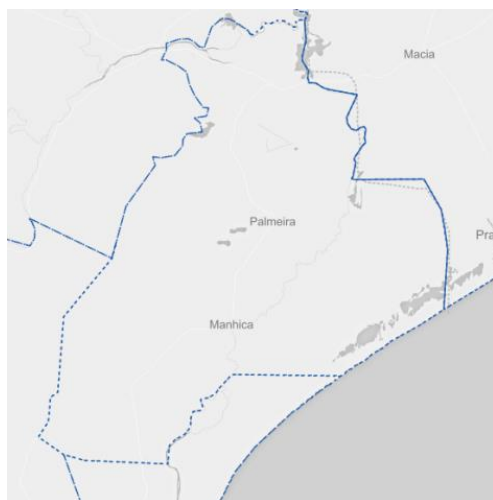
1) Fons de mapa en detall de MapBox en color (Online)



2) Fons de mapa en detall de MapBox d'imatge aèria (Online)



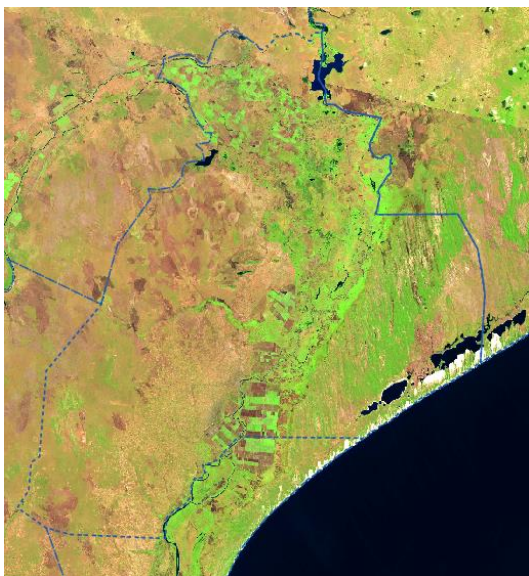
2) Fons de mapa en detall d'imatge aèria (Online)



3) Fons de mapa en detall de MapBox en grisos (Online)



4) Fons de mapa en detall de tessell·les pròpies OSM (Local)



5) Fons de mapa en detall de Landsat (Local)



5) Fons de mapa en detall de Landsat (Local)

Figura 9: Fons de mapa inclosos en el projecte (1: Mapbox Color, 2: Mapbox Imatge aèria, 3: Mapbox Gris, 4: OSM local, 5: Landsat Local)

4.2 Model de dades: GeoBD i fitxers

En aquest apartat analitzarem la distribució de la informació i la proposta per emmagatzemar-la. Bàsicament, la informació o bé estarà en la base de dades, o bé en el sistema de fitxers:

Sistema de referència

Tota la informació geogràfica del projecte es trobarà emmagatzemada en el sistema de referència global WGS84 (World Geodetic System) Pseudo- Mercator (EPSG:3857), que es tracta d'una variació de la projecció Mercator que en els darrers temps s'ha convertit en un estàndard de facto en la majoria de les aplicacions web.

És la projecció utilitzada per la majoria de proveïdors de mapes com per exemple Google Maps, Bing Maps, OSM, MapQuest o Mapbox entre altres. El codi EPSG és EPSG:3857.

WGS84/Pseudo Mercator utilitza coordenades projectades, X i Y, aquest tipus de coordenades s'utilitzen per definir punts d'un pla cartesià. (a diferència d'altres sistemes de coordenades com WGS84 que utilitzen latitud i longitud per exemple).

Existeixen altres sistemes de referència que podríem utilitzar, com per exemple una projecció WGS84 / UTM 37S és a dir la corresponen a la latitud i longitud de Moçambic. Ens donaria major precisió, en canvi obtenim altres avantatges amb l'opció

escollida. Una altra opció seria utilitzar directament WGS84 en coordenades latitud/longitud, que segurament serà el sistema de referència utilitzat pels casos de TBC.

Els principals motius per escollir aquest sistema de referència són:

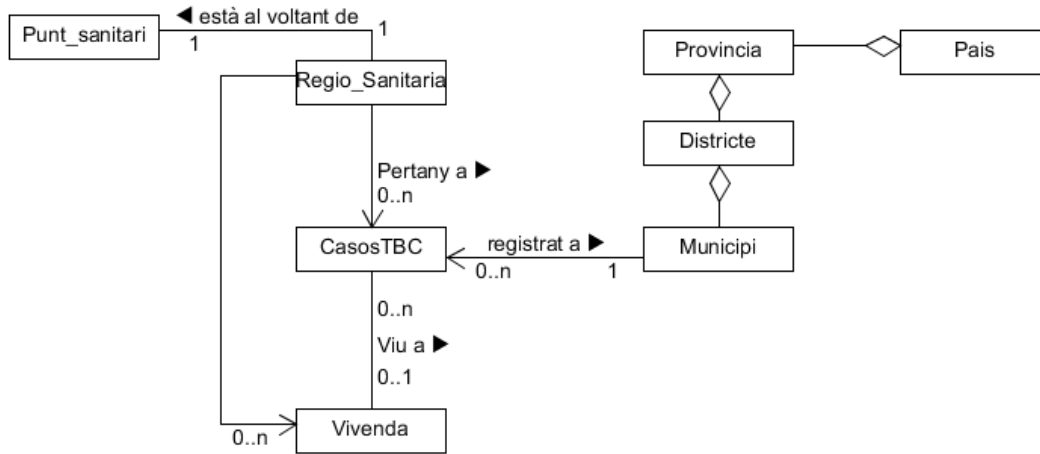
- Els principals proveïdors la utilitzen i és el sistema natiu dels mapes de fons. Utilitzar-lo directament, fa que el rendiment i accés a aquests mapes de fons sigui més ràpid. En el cas del mapa de fons tessel·lat (OSM Terrestres) també farà que es vegi millor, en cas contrari la projecció distorsionaria les etiquetes.
- La majoria de serveis que utilitzarem o ens poden ser d'utilitat en un futur, com per exemple els mapes de fons - serveis de tessel·les: Mapbox, OSM, entre altres - utilitzen aquest sistema de referència.
- En compartir el dàtum WGS84, la conversió de les dades provinents de GPS (que són les que utilitzen WGS84 directament) és directa, sense càlculs complexos de canvi de dàtum o similars. La projecció al vol en cas de ser necessària és més ràpida.

D'aquesta manera tenim alguns avantatges: l'**escalabilitat** per poder incorporar nous serveis al sistema, sense necessitar de reprojectar o tractar la informació, i la **facilitat** en l'eina de càrrega, en què només ens cal fer una projecció de coordenades, sense càlculs massa complexos.

(Wikipedia, Wikipedia-World Geodetic System; Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator)

Model de dades en la Geodatabase

Proposem un model conceptual inicial amb les següents capes d'informació, tot i que es probable que sigui necessari revisar-les, un cop rebudes les dades definitives:



Les taules són la implementació física de les dades esmentades en l'apartat anterior, amb alguna petita diferència, com per exemple, el cas de les regions sanitàries en les que cal fer un tractament per obtenir polígons que ens serà útil per a la funcionalitat de l'aplicació.

La taula principal és la de casos de tuberculosi, que es relacionen amb municipis, vivendes o regions sanitàries, com veurem posteriorment en el tractament de la informació. Per altra banda, hi ha les divisions administratives supramunicipals de Moçambic.

Model de dades en fitxers

Principalment, consisteixen en els fitxers que s'emmagatzemen en el sistema de fitxers que són els serveis de tessell·les, i fitxers estàtics com les imatges LANDSAT generades.

Inicialment es preveu, un servei de tessell·les per a les capes de fons, que s'emmagatzema en una estructura de carpetes, tot i que activarem el tessell·lat en altres capes per tal de millorar el rendiment global.

L'eina de generació de tessell·les és GeoWebCache (GWC) una aplicació Java que està integrada amb GeoServer i OpenGeoSuite (tot i que també pot funcionar com a component independent), que serveix per gestionar l'emmagatzemament de tessell·les que poden provenir de diferents orígens (serveis OGC WMS). A l'hora de publicar serveis, implementa diferents serveis WMS-C, WMTS, TMS entre altres.

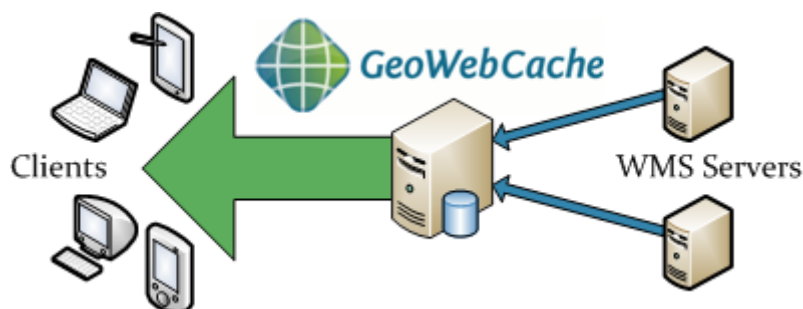


Figura 10: Esquema de funcionament de GeoWebCache (GWC)

En la figura 10, s'aprecia el funcionament, en el que GWC fa peticions als servidors WMS per emmagatzemar les tesselles en el servidor, i proporcionar les dades a les aplicacions client amb un major rendiment i menor temps d'espera.

Per emmagatzemar les tesselles, existeixen diferents alternatives, en el nostre cas optem per una estructura de dades en sistema de fitxers, que es tradueix en una estructura de carpetes, amb un nombre exponencial de tesselles per a cada nivell de la piràmide (nivells de zoom).

EPSG_900913_08	29/10/2015 14:04	Carpeta de archivos
EPSG_900913_09	29/10/2015 14:05	Carpeta de archivos
EPSG_900913_10	29/10/2015 14:03	Carpeta de archivos
EPSG_900913_11	29/10/2015 14:02	Carpeta de archivos
EPSG_900913_12	29/10/2015 14:05	Carpeta de archivos
EPSG_900913_13	29/10/2015 14:05	Carpeta de archivos
EPSG_900913_14	29/10/2015 14:09	Carpeta de archivos
EPSG_900913_15	29/10/2015 14:08	Carpeta de archivos
EPSG_900913_16	29/10/2015 14:05	Carpeta de archivos
EPSG_900913_17	29/10/2015 18:08	Carpeta de archivos
EPSG_900913_18	29/10/2015 18:08	Carpeta de archivos

Figura 11: Directori generat per GWC

4.3 Tractament de la informació

En aquest apartat, analitzarem el procés realitzat per a cada tipus d'informació per tal d'incloure'l en el sistema, en el model de dades, i si ha estat necessari algun tractament addicional.

Mapa de fons de MapBox

De moment hem seleccionat quatre tipus de fons cartogràfics que ens donen una base de referència. En el cas dels mapes de fons – Mapbox- no ha estat necessari cap tractament addicional, ja que s'utilitzen directament els serveis:

```
https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png
```

Mapa de fons tessell·lats OSM


Per els altres mapes de fons, hem utilitzat uns serveis que proporciona Terrestres a partir de cartografia OpenStreetMaps (<http://ows.terrestris.de/dienste.html#wms>). Ofereixen un servei WMS obert, amb cobertura mundial i totalment gratuït, que ens permet generar un servei de tessell·les a partir de la seva informació.

D'aquesta manera tenim, una capa de base basada en OSM, que ens dóna context i que tenim disponible en local, i per tant amb un rendiment molt millor. La base de tessell·les pot ser completa a tots els nivells.

Per a generar la base de tessell·les s'ha seguit el següent procediment:

1. Definir un servei a GeoServer a partir de l'accés a un servei WMS (en cascada):

Otros orígenes de datos

 WMS - Configura un Web Map Service en cascada

Editar conexión WMS

Almacén WMS en cascada

Información básica del almacén

Espacio de trabajo *

uoc

Nombre del origen WMS *

Terrestres WMS

Almacén WMS en cascada

<http://ows.terrestris.de/osm/service?>

Habilitado

Figura 12: Edició connexió WMS

2. Definir la nova capa, provinent del servei WMS. Principalment establirem que la consumirem en SRS EPSG:3857 – WGS84/Pseudo Mercator, que és el sistema de referència natiu.

Sistema de referencia de coordenadas

SRS nativo

EPSG:3857

EPSG:WGS 84 / Pseudo-Mercator...

SRS declarado

EPSG:3857

Buscar...

EPSG:WGS 84 / Pseudo-Mercator...

Gestión de SRC

Mantener el nativo

Figura 13: Establir el sistema de referència a GeoServer

3. Per finalitzar, indiquem que volem generar caché d'aquest layer:



Tile cache configuration

Create a cached layer for this layer

Enable tile caching for this layer

Figura 14: Opcions de caché

Diem en quins formats es pot fer caché, en principi per a cartografia vectorial optem per fer caché de les tessel·les en format PNG, ja que defineix millor la cartografia vectorial. JPG acostuma a ser una millor opció per a imatge aèria o satèl·lit:

Tile Image Formats

image/png

image/png8

image/jpeg

image/gif

Figura 15: Formats d'imatge

Per acabar definim el *gridset*, segons el què farem la caché. GeoServer proporciona un gridset EPSG:900913 (nom alternatiu a EPSG:3857) el qual és compatible amb les projeccions i nivells de zoom dels principals proveïdors de web mapping. Ens convé aquesta compatibilitat, i creiem què és positiva.

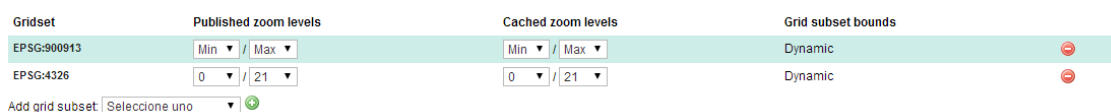


Figura 16: Definició dels gridset

A continuació es mostra la definició de nivells de resolució i escala utilitzat en el gridset:

Tile Matrix Set

Define grids based on: Resolutions Scale denominators

Level	Pixel Size	Scale	Name	Tiles
0	156.543,03390625	1:559.082.263,9508929	EPSG:900913:0	1 x 1
1	78.271,516953125	1:279.541.131,97544646	EPSG:900913:1	2 x 2
2	39.135,7584765625	1:139.770.565,98772323	EPSG:900913:2	4 x 4
3	19.567,87923828125	1:69.885.282,99386162	EPSG:900913:3	8 x 8
4	9.783,939619140625	1:34.942.641,49693081	EPSG:900913:4	16 x 16
5	4.891,9698095703125	1:17.471.320,748465404	EPSG:900913:5	32 x 32
6	2.445,9849047851562	1:8.735.660,374232702	EPSG:900913:6	64 x 64
7	1.222,9924523925781	1:4.367.830,187116351	EPSG:900913:7	128 x 128
8	611,4962261962891	1:2.183.915,0935581755	EPSG:900913:8	256 x 256
9	305,74811309814453	1:1.091.957,5467790877	EPSG:900913:9	512 x 512
10	152,87405654907226	1:545.978,7733895439	EPSG:900913:10	1.024 x 1.024
11	76,43702827453613	1:272.989,38669477194	EPSG:900913:11	2.048 x 2.048
12	38,218514137268066	1:136.494,69334738597	EPSG:900913:12	4.096 x 4.096
13	19,109257068634033	1:68.247,34667369298	EPSG:900913:13	8.192 x 8.192
14	9,554628534317017	1:34.123,67333684649	EPSG:900913:14	16.384 x 16.384
15	4,777314267158508	1:17.061,836668423246	EPSG:900913:15	32.768 x 32.768
16	2,388657133579254	1:8.530,918334211623	EPSG:900913:16	65.536 x 65.536
17	1,194328566789627	1:4.265,4591671058115	EPSG:900913:17	131.072 x 131.072
18	0,5971642833948135	1:2.132,7295835529058	EPSG:900913:18	262.144 x 262.144
19	0,2985821416974068	1:1.066,3647917764529	EPSG:900913:19	524.288 x 524.288
20	0,1492910708487034	1:533,1823958882264	EPSG:900913:20	1.048.576 x 1.048.576

Figura 17: Nivells dels mapes de fons i resolució de cadascun

Un cop definit el servei de tesselles, cada vegada que accedim a una zona de mapa aquesta es quedarà emmagatzemada en sistema de fitxers, i per tant les posteriors consultes seran més ràpides. A més podem iniciar un procés de *seed* per a què es generi caché per a la zona d'interès a la regió de Manhiça, aquests processos acostumen a ser costosos i requereixen temps de processament. GWC incorpora utilitats per a llençar-ho en batch de manera concurrent.

Mapa de fons tessel·lats LANDSAT

Per a fer-lo ens hem descarregat les imatges LANDSAT corresponents a la zona d'estudi (Moçambic). Hem fet un tractament de mosaic amb l'eina QGIS per acabar obtenint un fitxer GeoTiff que hem projectat a la projecció que estem utilitzant EPSG:3857.

Els passos per la publicació han estat definir un nou magatzem de dades, en sistema de fitxers, que apunta al fitxer generat. A partir del magatzem de dades hem generat una nova capa ràster, a la qual hem activat l'emmagatzemament del tessel·lat amb el gridset definit.

GeoTIFF
Tagged Image File Format with Geographic information

Información básica del almacén

Espacio de trabajo *

uoc

Nombre del origen de datos *

landsat

Descripción

landsat

Habilitado

Parámetros de conexión

URL *

file://C:\pfcl\OpenGeo\jetty\webapps\geoserver\data\mar [Buscar...](#)

Figura 18: Creació de capa LANDSAT

D'aquesta manera obtenim un fons d'imatge propi, el qual tindrà un rendiment més alt ja que si volem el podem tenir prèviament tessel·lat en tots els nivells.

Divisions administratives

Les divisions administratives les hem obtingut en format shapefile, però és important emmagatzemar-les en la base de dades. Ens poden ser d'utilitat per a la creació de diferents mapes (temàtics) o per fer consultes espaials.

Els passos que seguirem per a cadascuna de les divisions administratives (pais, provincia, districte i municipi) son:

1. Projectar el fitxer origen (ESRI Shapefile) de WGS84 a EPSG:3857, per a que l'accés sigui més ràpid i no sigui necessària la reprojecció al vol.

Per a fer-ho, utilitzarem el client QGIS que permet fer la projecció molt fàcilment:

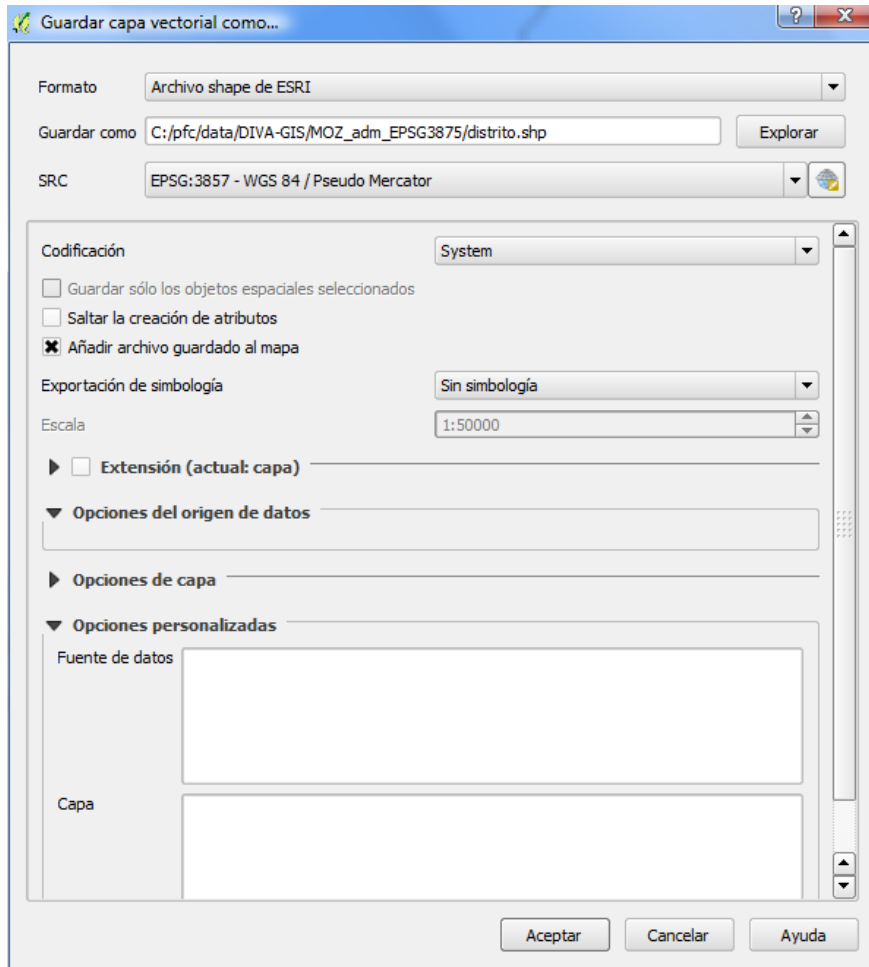
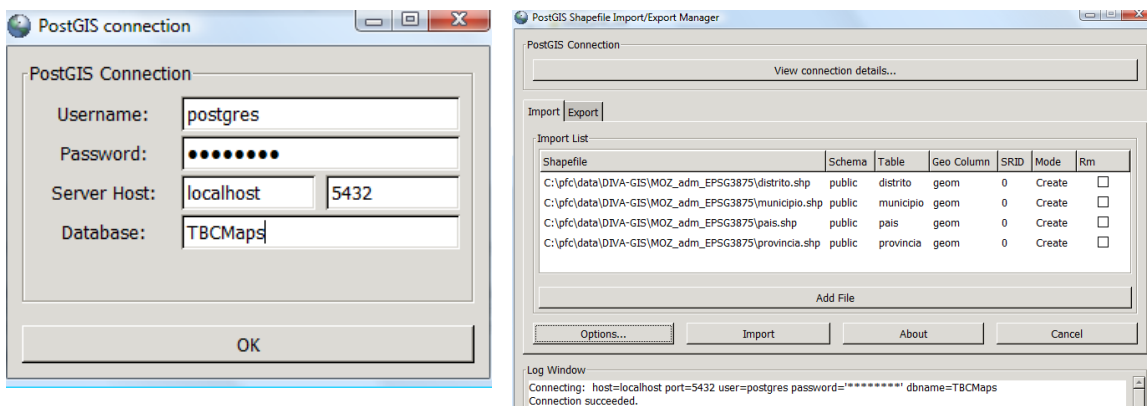


Figura 19: Projecció de capa amb QGIS

2. Carregar les divisions a la base de dades: com què actualment les tenim en shapefiles utilitzarem l'eina pgShapeLoader, que ens serà de molta utilitat per a fer aquesta càrrega inicial.



Pas 1: Connexió a BBDD

Pas 2: Importació de dades

Figura 20: Càrrega de fitxers a PostgreSQL

D'aquesta manera ja tenim les dades en la BBDD.

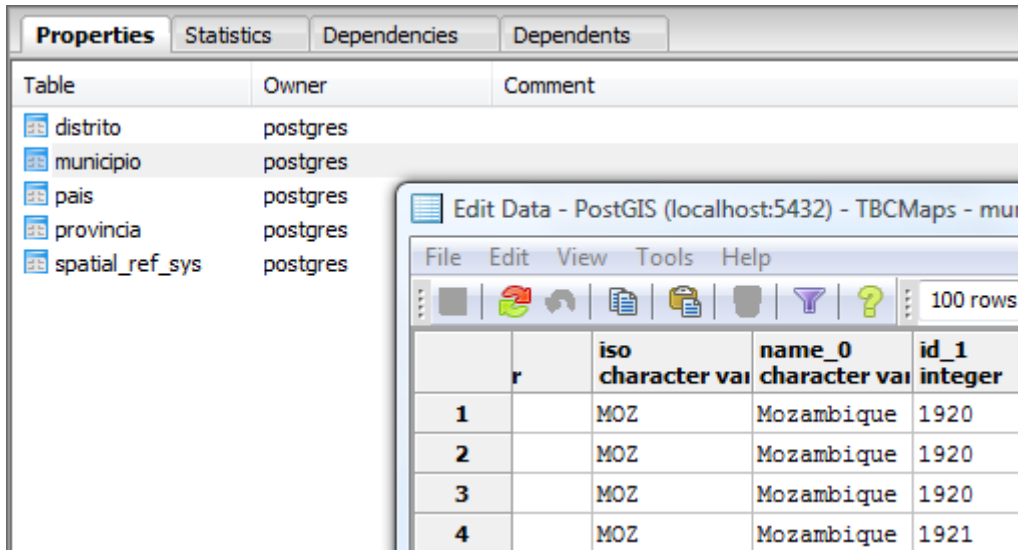


Figura 21: Taules en la BD PostgreSQL

En el següent apartat especificarem els serveis que crearem a partir d'aquestes dades a GeoServer, concretament la definició dels magatzems de dades, la definició de capes i la simbologia associada a cadascun dels elements.

Casos TBC i resta d'informació CISM

En principi, el tractament serà similar al de les divisions administratives, i consistirà en:

- Projectar la informació a EPSG:3857
- Càrrega en la taula de BBDD, en cas de ser necessari és reduirà el nombre de camps existents.

4.5 Publicació i Integració de la informació

En aquest apartat ens centrarem en la publicació de la informació, és a dir com a partir de la capa de dades som capaços de definir uns serveis, principalment de mapes, que posteriorment consultarem des de l'aplicació web.

Abans farem una prèvia a l'estructura de GeoServer en quant a l'estructura de la informació. Per a publicar les capes de dades hi ha diferents conceptes que cal tenir en compte:

Concepte	Descripció
Espais de treball (workspaces)	És un contenidor que serveix per a l'organització

	<p>de la informació. En general per al nostre projecte utilitzarem un únic workspace que anomenarem “uoc”.</p>
Magatzems de dades (Stores)	<p>És el tipus d'element que emmagatzema la informació, pot haver de diferents tipus: base de dades, fitxers, directoris, etc. En general cada tipus de magatzem té els seus propis tipus de connexió.</p> <p>Per el nostre cas, utilitzarem principalment:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cascading WMS: Mapes de fons- Fitxers estàtics: Imatges Landsat o altres fitxers- Base de dades per a la informació vectorial
Capas (layers)	<p>Una capa és informació raster o vectorial que conté entitats geogràfiques. Les capas tenen un conjunt de paràmetres com per exemple el sistema de referència, els camps d'informació o la simbologia associada.</p>
Grups de capas (group layers)	<p>Un conjunt de capas que tenen un nom propi. No els utilitzarem, normalment s'utilitza per a la definir mapes de fons o conjunts de dades que tenen sentit com una entitat única (parcel·lari, urbanisme, ...)</p>
Estils (Styles)	<p>Els estils a GeoServer es gestionen amb l'especificació SLD, un XML que descriu com cal representar una entitat geogràfica determinada amb totes les seves regles.</p>

A continuació analitzarem el procediment per cada tipus d'informació:

Mapes de fons

Pràcticament hem descrit tot el procediment en el tractament de la informació. En els casos on utilitzem serveis on-line, com és el cas dels serveis de MapBox, la integració és directa a nivell de client i per tant s'integra mitjançant l'API de Leaflet:

```
//Basemaps: MapBox  
  
var grayscale = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.light', attribution: mbAttr}),  
streets = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.streets', attribution: mbAttr}),  
satellite = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.streets-satellite', attribution: mbAttr});
```

En els serveis de mapes de fons que tenim tessel·lats en disc, GeoServer i Geowebcache proporciona diferents serveis: OGC WMS, OGC TMS, OGC WMS-C, OGC WMTS. En el nostre cas, utilitzarem OGC TMS que ens proporciona un accés directe a les tessel·les, tot i que també podríem utilitzar OGC WMS donat que el gridset que utilitzarem serà equivalent a la definició del visor, i per tant les peticions WMS equivalen a les tessel·les generades.

```
//Basemaps: OSM en cache local
```

```
var osm =  
L.tileLayer('http://localhost:8080/geoserver/gwc/service/tms/1.0.0/uoc%3AOSM-  
WMS@EPSG%3A900913@png/{z}/{x}/{y}.png', {maxZoom: 20, tms: true})
```

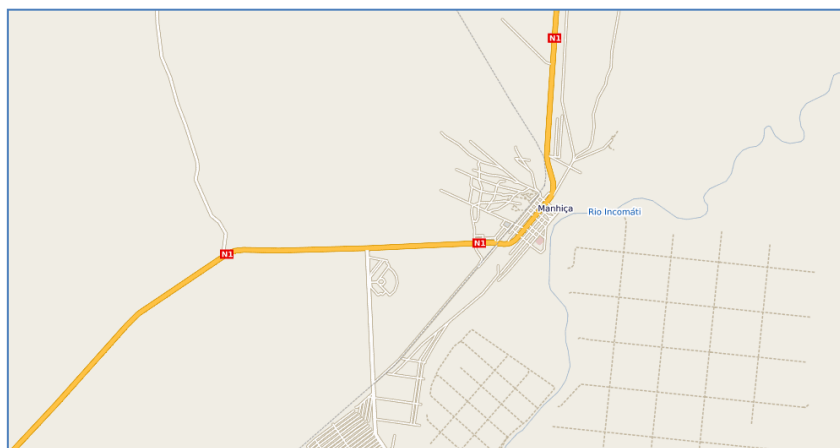


Figura 22: Mostra de la integració de OSM a partir de serveis TMS

TMS és una especificació de mapes web desenvolupada per OGC, es basa en una estructura URI que mira de respectar els principis dels serveis REST. És un servei que mira d'oferir un accés simple a tessel·les de forma senzilla, però amb la possibilitat de utilitzar diferents sistemes de referència.

En aquest cas el magatzem de dades correspon amb el servei WMS en cascada utilitzat, a partir del què hem creat una capa que hem tessel·lat, i a la qual accedim amb un servei TMS.

Divisions administratives

En les divisions administratives i la majoria d'informació vectorial, utilitzarem un enfoc molt similar. En aquest cas el magatzem de dades és una connexió a la base de dades PostGIS, en l'esquema TBCMaps, que és l'esquema on emmagatzemarem les nostres entitats:

Información básica del almacén

Espacio de trabajo *

uoc

Nombre del origen de datos *

TBCMaps

Description

TBCMaps

Habilitado

Parámetros de conexión

host *

localhost

port *

5432

database

TBCMaps

schema

public

user *

postgres

passwd

Espacio de nombres *

http://uoc.edu

Figura 23: Connexió a base de dades

Per tal de definir les capes existeix una utilitat molt interessant i molt útil anomenada *Import Data*, un assistent que ajuda a la definició de capes a partir d'òrgens d'informació. En aquest cas l'utilitzem per definir les capes emmagatzemades en el nostre esquema:

Import 1

Status	Created	Last Updated
PENDING	hace instantes	hace instantes

postgres@localhost:5432/TBCMaps

Layer	Status	Actions
<input type="checkbox"/> casos	⚠ Projection could not be determined.	<input type="text"/> Buscar... <input type="button" value="Apply"/>
<input type="checkbox"/> distrito	⚠ Projection could not be determined.	<input type="text"/> Buscar... <input type="button" value="Apply"/>
<input type="checkbox"/> municipio	⚠ Projection could not be determined.	<input type="text"/> Buscar... <input type="button" value="Apply"/>
<input type="checkbox"/> pais	⚠ Projection could not be determined.	<input type="text"/> Buscar... <input type="button" value="Apply"/>
<input type="checkbox"/> provincia	⚠ Projection could not be determined.	<input type="text"/> Buscar... <input type="button" value="Apply"/>

<< < > >> Resultados 1 a 5 (de un total de 5 ítems)

Figura 24: Diàleg de importació d'entitats

Un cop executada la importació, ja tenim definides les capes a GeoServer i només ens manca personalitzar-les, és a dir donar estils, o fer les configuracions que considerem pertinents. En el cas de les divisions administratives, hem fet les següents configuracions:

- Revisar la definició dels SRS:

Sistema de referencia de coordenadas

SRS nativo
 ...

SRS declarado
 EPSG:WGS 84 / Pseudo-Mercator...

Gestión de SRC
 ▼

Encuadres

Encuadre nativo

Min X	Min Y	Máx X	Máx Y
3.363.783,688665	-3.107.076,48053	4.546.210,748270	-1.172.197,82017

[Calcular desde los datos](#)

Encuadre Lat/Lon

Min X	Min Y	Máx X	Máx Y
30,217383000000	-26,868694999999	40,839306000000	-10,471249999999

[Calcular desde el encuadre nativo](#)

Figura 25: Definició del SRS per a una capa

- Definir una simbologia per a cada divisió administrativa, per distingir país, província, districte i municipi. Hem creat un SLD específic per a cada capa, i l'hem assignat com a estil per defecte:

Configuración WMS

Queryable

Opaque

Estilo por defecto
 ▼




Figura 26: Estils per capa (SLD)

Una vegada definides les capes, aquestes ja es poden integrar mitjançant l'API de mapes de Leaflet:

```
var provincias = L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/uoc/wms", {  
  layers: 'uoc:provincia',  
  format: 'image/png',  
  transparent: true,  
  tiled:true,  
  version: '1.1.0',  
  //crs: L.CRS.EPSG4326,  
  attribution: dgAttr
```

});

És important destacar que totes les capes tenen per defecte les opcions de tessellat actives, i per tant s'emmagatzemaran a mesura que es van consultant. Considero una configuració adient, ja que sempre ens donarà un major rendiment. El servei que utilitzem per incloure és WMS, però en casos estàtics com aquest podria ser un TMS com abans, a efectes pràctics és pràcticament equivalent.

Per acabar la presentació de les divisions administratives s'ha definit un estil per a cadascun, podem veure una mostra del resultat en les següent imatges:

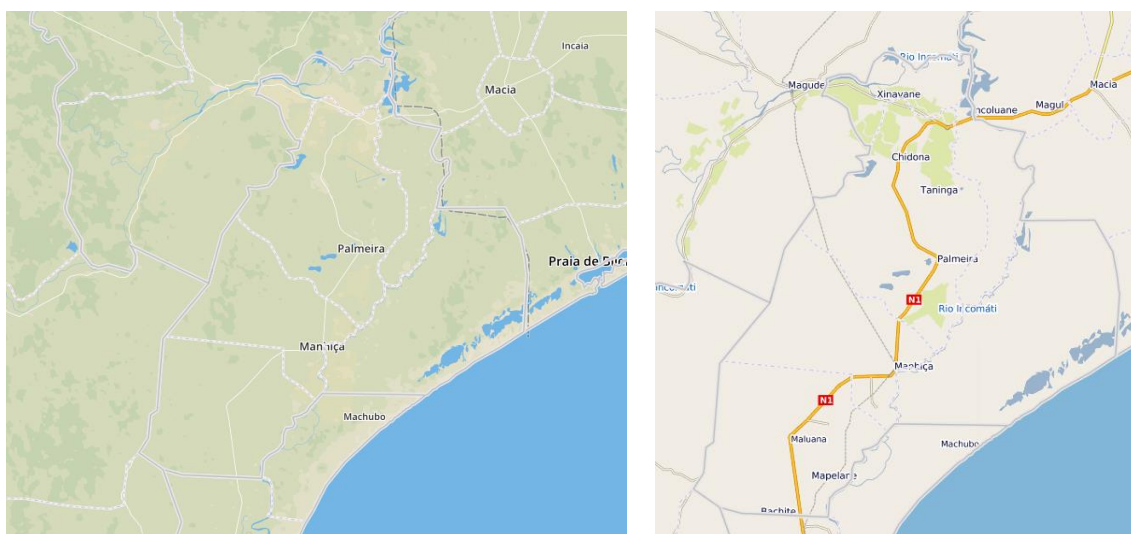


Figura 27: Estils per a les divisions administratives

D'aquesta manera es poden veure els límits de país, de districte i de municipi.

Possiblement per ressaltar Manhiça, podem donar un estil lleugerament diferent per ressaltar-la respecte la resta del país.

Dades CISM

En general, les configuracions per a la publicació a fer amb les dades proporcionades per el CISM seran equivalents, amb lleugeres diferències en els serveis de mapes, principalment en la simbologia, o bé en quan a les dades a mostrar que principalment seran:

- Capes d'entitats geogràfiques, amb filtres per atributs
- Capes d'entitats geogràfiques, amb estils específics com per exemple els mapes de calor
- Capes temàtiques, que farem a partir de SQL views o taules resum en el model de dades.

Instal·lacions i regions sanitàries

Les instal·lacions sanitàries corresponen a una capa de punts amb la posició i els principals atributs alfanumèrics dels hospitals i centres d'atenció primària de districte de Manhiça.

El procés de càrrega a la base de dades es pot realitzar amb les eines d'importació a PostgreSQL (pgShpLoader o l'importador de QuantumGIS) que ja hem esmentat. No existeix actualment una capa per a la definició de la regió sanitària, per tant n'hem creat una a partir de la distribució dels llocs sanitaris i el districte, aplicant la tècnica de polígons de Voronoi.

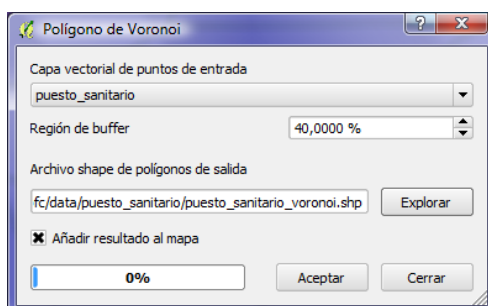


Figura 28: Eina QGIS per a construcció de polígons de Voronoi

Posteriorment, cal retallar-ho per que s'ajusti als límits de districte:

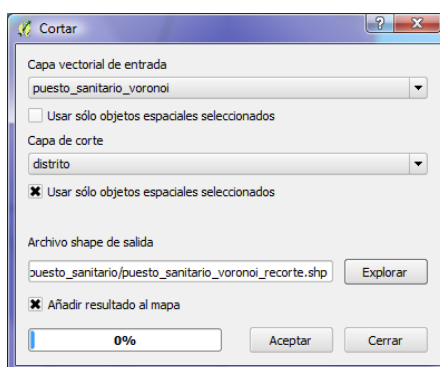


Figura 29: Opcions per al retall per ajustar als límits del districte amb QGIS

El resultat final és el següent, que també el carregarem a la base de dades PostgreSQL per mostrar-lo en el geovisior:

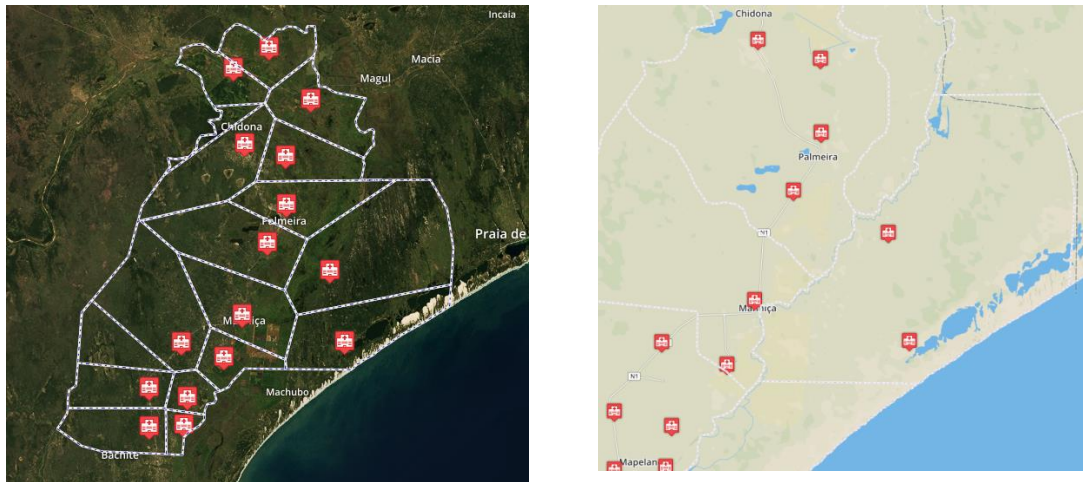


Figura 30: Resultat dels polígons de Voronoi i llocs sanitaris.

Distribució de casos

El procediment serà similar als ja esmentats, amb la diferència que seran geometries de tipus punt amb un estil puntual que definirem mitjançant SLD. Per veure un exemple:

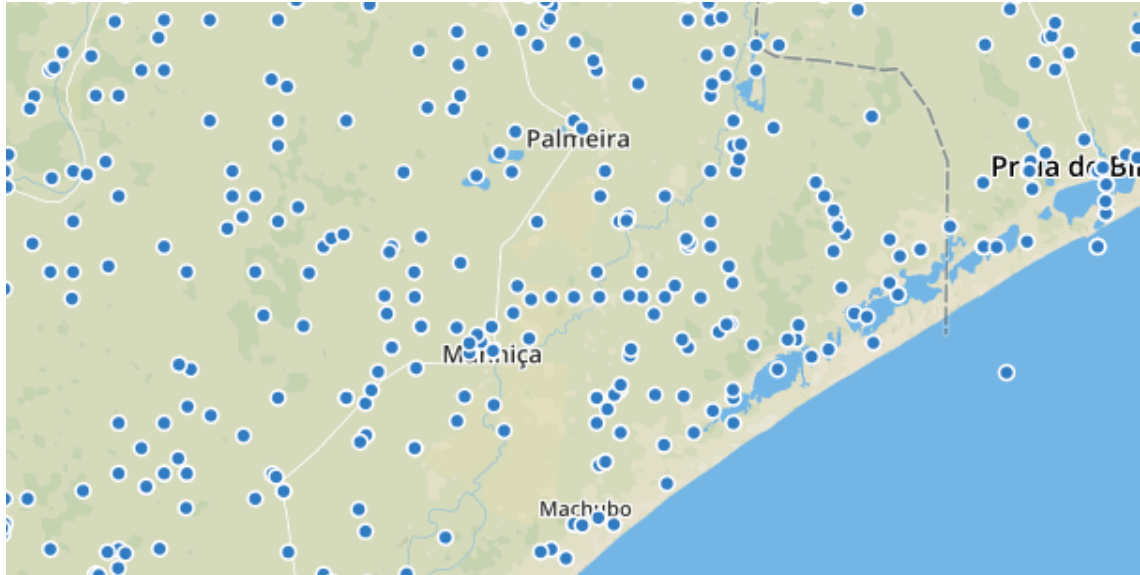


Figura 31: Representació pels casos de TBC

Heatmap de distribució de casos

Analitzarem el procediment per a generar un mapa de calor, en aquest casos ja tindrem una capa amb la distribució de casos TBC, per tant simplement hem de representar-ho mitjançant un mapa de calor. Una manera senzilla d'assolir aquest objectiu és definir un nou estil que apliqui una transformació del tipus **vector-to-raster**.

Aquesta transformació té uns paràmetres rellevants:

radiusPixels	Densitat del kernel en píxels, utilitzarem un valor de 100px.
weightAttr	Atribut que dóna pes pels punts origen, per exemple podria ser el nombre de casos, o un factor de risc.
pixelsPerCell	Resolució amb la que es genera el heatmap, com més petit major resolució, i també més temps de procesament. 10px considerem que dóna bons resultats.

En l'SLD també es defineix una rampa de colors (blau, vermell i groc) per a representar el heatmap, aplicarem regles que defineixin el llindar a partir del qual es mostra i els canvis de color:

```
<Geometry><ogc:PropertyName>the_geom</ogc:PropertyName></Geometry>  
  
<Opacity>0.6</Opacity>  
  
<ColorMap type="ramp" >  
  
<ColorMapEntry color="#FFFFFF" quantity="0" label="nodata" opacity="0"/>  
  
<ColorMapEntry color="#FFFFFF" quantity="0.02" label="nodata" opacity="0"/>  
  
<ColorMapEntry color="#4444FF" quantity=".1" label="nodata"/>  
  
<ColorMapEntry color="#FF0000" quantity=".5" label="values" />  
  
<ColorMapEntry color="#FFFF00" quantity="1.0" label="values" />  
  
</ColorMap>
```

Una vegada tenim l'estil enllestit, llavors l'assignem com a estil disponible a la distribució de casos, i quan consumim el servei WMS, llavors obtindrem una representació com la següent:

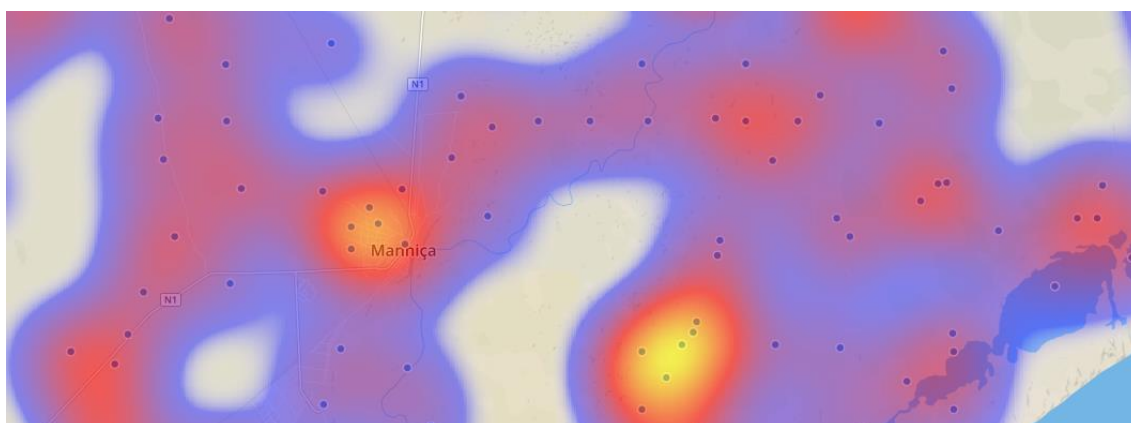


Figura 32: Distribució de casos de TBC i la seva representació com a heatmap

5. Serveis del sistema

5.1 Antecedents i situació inicial

En aquest apartat es vol aprofundir en els serveis que necessitarem per desenvolupar funcionalitat que sigui útil per a l'eina de control epidemiològic de TBC. En general utilitzarem dos tipus de serveis, serveis de mapes i serveis d'informació.

Per tal de plantejar aquests serveis, ens basarem en el coneixement que tenim de la informació proporcionada pel CISM, les necessitats transmeses per els tècnics mèdics responsables, i alguns coneixements bàsics sobre la malaltia als què hem tingut accés.

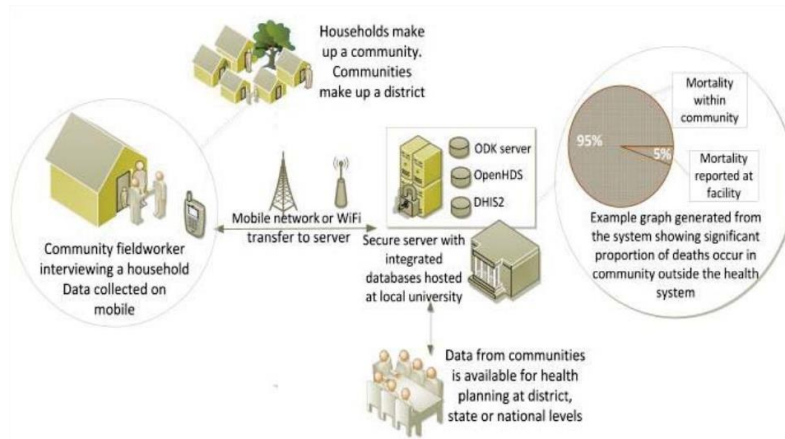
El CISM per a la realització d'estudis disposa d'una plataforma de salut i vigilància demogràfica (HDSS) en les que es recullen totes les cases geoposicionades del districte de Manhiça. En aquesta plataforma es recullen alguns dels factors de risc relacionats amb la malaltia i que poden ser d'interès per a l'anàlisi de casos de TBC.

Per posar alguns exemples:

- Naixements,
- Defuncions
- Moviments migratoris
- Situació socio-econòmica
- N° de persones que hi viuen
- Tipus de casa,
- Presència de finestres
- Tipus de cuina



El programari utilitzat és **OpenHDS** (OpenHDS, 2015) un programari open-source que permet la recolecció d'informació de salut que pugui ser rellevant per a estudis, i que s'emmagatzema de forma centralitzada en una base de dades (MySQL).



(africanstrategies4health.org)

Per tant, a partir d'aquesta base de dades se'n poden obtenir:

- La posició georeferenciada de les llars del districte
- Un conjunt de variables d'interès per a l'anàlisi espacial i la seva relació amb la TB.

En segon lloc, el CISM disposa d'un registre dels 160.000 habitants de Manhiça en la que a tots se'ls hi dona i assigna un identificador únic, aquest codi (p.e. 2602-031-06) permet relacionar cada habitant amb la casa on viu, i per tant establir el lloc on viu. Aquest base de dades es gestiona amb una base de dades anomenada **OpenClinical**.

Per acabar, existeixen altres zones d'interès com són els límits administratius a nivell de municipi, i la posició dels punts sanitaris (16 en total) que es distribueixen per tot el districte de Manhiça per a realitzar el control i assistència primària en aquesta regió.

A partir d'aquesta informació plantejem la construcció dels següents serveis que comentarem en els següents apartats, per diferenciar-los, separarem aquells serveis que ofereixen mapes i per altra banda serveis d'informació, en els que obtindrem llistats i informació alfanumèrica.

Volem destacar que en la mesura del possible es maximitzarà la utilització d'estandards OGC, amb l'objectiu de fomentar la reutilització i la interoperabilitat de la solució.

5.1 Serveis de mapes i d'informació

Els serveis de mapes que utilitzarem tenen un objectiu principal que consisteix en mostrar la distribució dels casos de TBC, i mostrar el seu grau de concentració. Hi ha un altre factor molt important per a l'anàlisi que és el derivat de l'evolució temporal dels

casos, un factor que permeti veure l'evolució de la malaltia i la propagació de l'epidèmia durant un període de temps determinat.

En segon lloc, la tuberculosi presenta algunes variants a remarcar per la importància que tenen en el seu estudi, en el cost del tractament, i en el perill associat i en conseqüència l'efecte directe en les eines de control epidemiològic, aquestes variants estan relacionades amb la seva farmacoresistència.

5.2.1 Tuberculosis segons la seva farmacoresistència

La **tuberculosis comú**, acostuma a estar tractada amb quatre medicines principals, anomenades de primera línia, administrades durant un període entre 6 i 9 mesos. El cost per pacient pot rondar els 50 euros/pacient.

Un mal tractament o variació sobre aquest tipus de tuberculosi pot derivar en el que s'anomena **tuberculosis MDR** - *Multi Drug Resistant*, per les sigles en anglès.

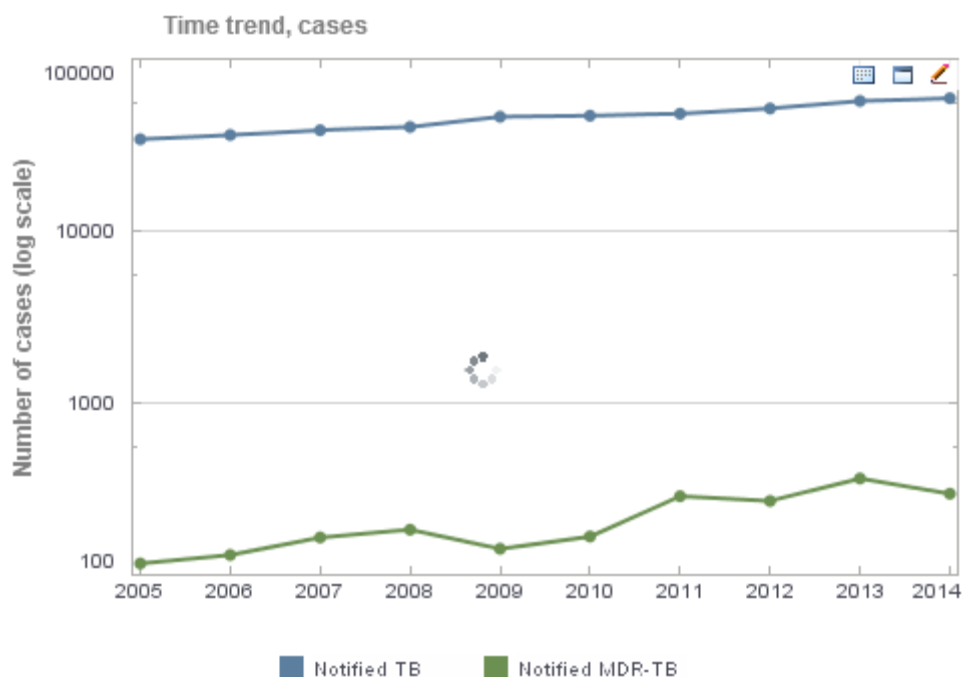
Fixem-nos en alguns detalls rellevants:

- Es diferencia la MDR en primària o secundària: la MDR primària fa referència a mutacions genètiques sobre la malaltia però que no han rebut tractament previ amb els medicaments de primera línia.
- La MDR secundària, acostuma a venir per un mala administració en el tractament inicial o no rebre un pla de medicació eficaç, el qual deriva en un nou cas de TB resistent als medicaments inicials.
- Un pacient amb TB MDR pot transmetre la infecció resistent als medicaments a altres persones al seu voltant.
- El cost d'un tractament de TB MDR es dispara fins al 2.000-3.000 euros/pacient, amb una administració de medicaments, anomenat de segona línia, de més de 14.000 pastilles i injeccions diàries durant 6 mesos. La majoria d'aquests medicaments són tòxics amb efectes severos sobre la salut. Les taxes de curació són inferiors al 50% dels casos i el període de tractament pot oscil·lar entre 6 i 30 mesos, i (TB Alliance)
- Normalment, les varietats mutades presenten menys virulència, però hi ha excepcions com el cas de brots com "Beijing", molt coneguda per la seva resistència i virulència.

Pert tant: Què pot succeir si un brot de TB MDR provinent d'una mutació apareix al territori? I si aquest presenta una virulència extraordinària? Quin cost i esperança de vida tindrà la població afectada? Podrà el sistema sanitari proporcionar els medicaments necessaris durant un període aquest període d'entre 6 i 30 mesos?

La resposta a aquestes preguntes és la que fa que aquests casos de MDR hagin de ser molt ben analitzats, tant la primària com la secundària, per evitar que aquest brot es propagui.

En els darrers estudis es veu com la tendència en els darrers anys és que cada vegada més augmenti la presència de MDR dins els casos de TB. A continuació una figura de l'evolució temporal fins al 2014 a Moçambic, la línia blava representa els casos de TB comuna, i la verda els casos de MDR:



(WHO)

Per si la TB MDR, no fos prou impactant, en cas que el tractament de MDR no es curi, pot derivar en desenvolupar la XDR-TB -*Extensively drug-resistant tuberculosis*, que per tant es resistent als medicaments de primera i segona línia.

El tractament és encara més llarg, complex, i econòmicament costós (al voltant de 20.000 – 30.000 euros/pacient), i molt difícil fins i tot impossible de tractar, gairebé una sentència de mort. Un estudi recent de WHO (*World Health Organization*) estimen que

un 10% dels casos de MDR són XDR. No tots els laboratoris permeten la seva detecció, i per tant no estan documentats.

Per tant, aquests casos cal tenir-los molt ben aïllats, amb la finalitat d'evitar el contagi i l'expansió d'aquest brot de l'epidèmia.

5.2.2 Distribució de casos de tuberculosi

Com hem vist és d'especial interès tenir en compte el tipus de tuberculosi en funció de la seva farmacoresistència, és per això que proposem que el sistema permeti consultar:

- La posició dels casos de tuberculosi, a partir de les dades demogràfiques
- El tipus de cas segons la seva farmacoresistència segons les tres tipologies esmentades: Comuna, MDR i XDR, que obtenim de les dades d'OpenClinical
- La data d'alta del cas de tuberculosi, present en les dades d'OpenClinical

A partir de les dades del CISM assumim que existeixen com a mínim els indicadors que ens permeten fer aquest anàlisi, els serveis que s'han definit són:

Tipus de servei	Filtratge d'informació	Tipus de servei estàndards	Format de sortida
Distribució de casos	S'utilitzen una capa de casos de tuberculosi, amb indicadors de tipus de tuberculosi, i la data d'alta del cas de tuberculosi.	Servei de mapes OGC WMS	Imatges PNG tessel·lades
	Per a filtrar els resultats s'utilitzen filtres CQL (Common Query Language), una manera d'especificar regles de filtratge en capes vectorials en serveis WFS O WMS. Aquestes peticions ens retornen els casos que compleixen els criteris de cerca.	Servei d'informació OGC WFS	CSV/JSON

La integració dels serveis l'analitzarem en el següent apartat, en la funcionalitat del GeoVisor.

5.2.3 Mapa de calor de casos de tuberculosi

El cas del mapa de calor, el plantejem amb les mateixes necessitats que el cas de la distribució de casos, ja que el CISM utilitza aquest tipus de mapes per respondre preguntes com:

- On es troba una concentració més alta de casos MDR durant un període de temps determinat?
- En quin lloc es concentra els majors casos de tuberculosi dels diferents tipus en el darrer any?

Per tant els serveis que necessitem són idèntics als del punt anterior, amb les mateixes possibilitats de filtre:

- Per tipus de tuberculosi segons la seva farmacoresistència
- Per la data d'alta del cas detectat

En aquest cas, només utilitzarem serveis OGC WMS, amb un estil com el vist en l'apartat anterior, que tindrà en compte els casos de tuberculosi obtinguts després d'aplicar els filtres.

Tipus de servei	Filtratge d'informació	Tipus de servei estàndards	Format de sortida
Distribució de casos - heatmap	S'utilitzen una capa de casos de tuberculosi, amb indicadors de tipus de tuberculosi, i la data d'alta del cas de tuberculosi. Per a filtrar els resultats s'utilitzen filtres CQL, que ens retorna els casos que compleixen els criteris de cerca.	Servei de mapes OGC WMS	Imatges PNG no tessel·lades

5.2.4 Incidència per municipis o altres regions

Per un anàlisi més demogràfic i genèric, es volen presentar mapes d'incidència en una regió determinada. Disposem de les següents zones d'estudi:

- Municipis del districte de Manhiça

- Regions sanitàries
- Regions inframunicipals

En aquest cas, ens interessarà analitzar com evoluciona l'epidèmia en cadascuna d'aquestes regions en un rang temporal determinat, i representar els casos d'incidència segons la població d'aquella zona.

Definim un servei a partir d'una consulta a la base de dades (SQL) que analitzi el territori d'aquesta zona, la població que hi viu, els casos de TB apareguts en un rang dinàmic. Així, obtindrem:

- El límit del municipi o regió d'estudi
- Un valor d'incidència, en nombre de casos de tuberculosi per cada 100.000 hab.
- La població en aquella regió
- El nombre de casos, casos dins els límits de la regió d'estudi, i en el rang de dates especificat.

Amb aquestes dades tindrem els següents serveis:

Tipus de servei	Filtratge d'informació	Tipus de servei estàndards	Format de sortida
Incidència per regions	S'utilitzen una vista SQL que analitza la presència de casos en la regió d'estudi. En la regió hi ha la població demogràfica necessària per a efectuar els casos d'incidència (#casos/100.000 habitants). Per a fer les crides s'utilitzen filtres de vistes parametritzades per al rang de dates.	Servei de mapes OGC WMS	Imatges PNG tessel·lades
		Servei d'informació OGC WFS	CSV/JSON

5.2.5 Estudi de contactes

Per acabar aquest apartat, una funcionalitat molt interessant és la que permet als tècnics del CISM analitzar els casos de TB que apareixen al voltant d'una posició de mapa, que anomenarem punt d'estudi.

Per a generar aquesta utilitat, s'utilitza el mateix servei de distribució de casos, amb la diferència que ens cal aplicar un filtre espacial i configurable, que ens permeti establir el radi de cerca. La resposta a aquesta petició ens ofereix un conjunt de dades resultat, que es corresponen als casos que pertanyen a aquest criteri de cerca.

Per tant, utilitzarem un servei OGC WFS al que sobre la capa de distribució de casos, li apliquem els filtres següents:

- Obtenir els casos de tuberculosi, al voltant d'una posició determinada.
- Que el rang d'estudi sigui de: 1000, 2000, 4000 i 8000 metres.

La resposta que obtenim és un fitxer JSON, amb els camps principals que voldrem mostrar en les fitxes d'informació, i que són configurables segons les necessitats del CISM.

Així el servei que utilitzarem és:

Tipus de servei	Filtratge d'informació	Tipus de servei estàndards	Format de sortida
Estudi de contactes	<p>S'utilitzen la capa de distribució de casos, que filtrarem espacialment amb la clàusula espacial DWITHIN, a partir de la posició especificada per l'usuari, i un radi de cerca també configurable.</p> <p>S'utilitza un filtre CQL per a la crida.</p>	Servei d'informació OGC WFS	JSON

6. Geovisor Web

En aquest apartat, descriurem el geovisor web al que anomenem TBCMaps, una eina enfocada al control epidemiològic. La solució és una aplicació web basada en tecnologies web estàndard i que permeten l'accés al sistema directament des d'un navegador web estàndard (Chrome, Firefox, IE en les darreres versions).

En primer lloc analitzarem la funcionalitat disponible al geovisor, el seu disseny gràfic i la interacció de l'usuari i el sistema. En segon lloc, veurem el disseny tècnic de l'aplicació i com s'estructura l'aplicació: llibreries Javascript, codi HTML, estils CSS, i l'aplicació del patró MVC.

Per finalitzar, s'esmenta l'inventari d' algunes llibreries i plugins, i en quines funcionalitats han estat utilitzats.

6.1 Descripció funcional i disseny gràfic

A continuació, les eines i el disseny gràfic de les parts del geovisor web, que és el principal punt d'interacció de l'usuari amb el sistema. En els següents apartats veurem l'estructura general, per posteriorment veure en detall cadascuna de les funcionalitats i els resultats generats.

6.1.1. Estructura general

TBCMaps, és una solució web enfocada a la visualització i la consulta de la distribució de la malaltia en el districte de Manhica. El plantejament consisteix en maximitzar l'espai de treball perquè l'usuari tingui el màxim d'espai per a la consulta dels mapes.

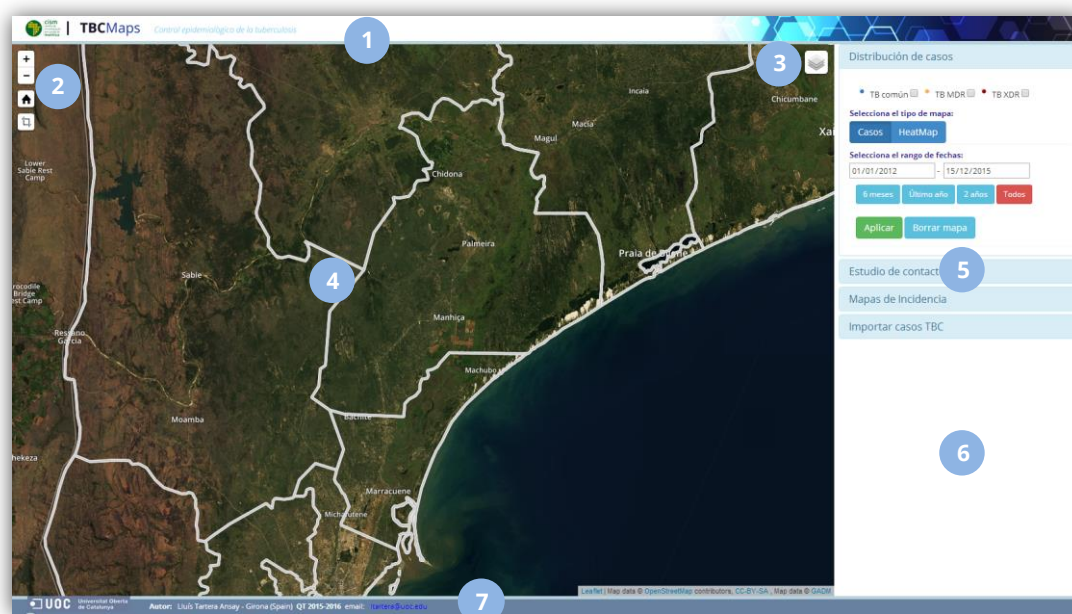


Figura 33 : Esquema del GeoVisor TBCMaps

Podem diferenciar els següents apartats:

1. Capçalera:

Imatge institucional, descripció i títol de l'aplicació.

2. Eines de navegació

Eines de navegació bàsiques del mapa: apropar-se, allunyar-se, extensió inicial del districte de Manhica, i zoom recuadre.

3. Selecció de capes

Llista de mapes de fons, i capes genèriques per activar o desactivar la consulta en la zona de treball.

4. Zona de treball i consulta de mapes

Espai de mapa, principalment es mostren els mapes de fons, i les capes consultades pels tècnics del CISM, i en determinats casos les fitxes d'informació.

5. Arbre de continguts

Espai de treball basat en blocs, cada bloc representa una de les funcionalitats de l'aplicació amb els seus paràmetres i botons per a iniciar la consulta. En els propers apartats es veuran en detall.

6. Zona de gràfics i estadístiques

Espai per a incloure gràfiques i estadístiques genèriques relacionades amb les dades de TB. Pendent de concretar.

7. Peu de l'aplicació

Peu de l'aplicació amb informació relacionada amb la UOC, i la informació de contacte. Imatge institucional de la UOC.

6.1.2. Eines de navegació

La zona de treball és una zona interactiva, en la que l'usuari pot interaccionar de forma estàndard i intuïta mitjançant el ratolí. Amb aquest dispositiu pot fer les principals operacions, com el desplaçament lateral o apropar-se i allunyar-se (amb la rodeta).

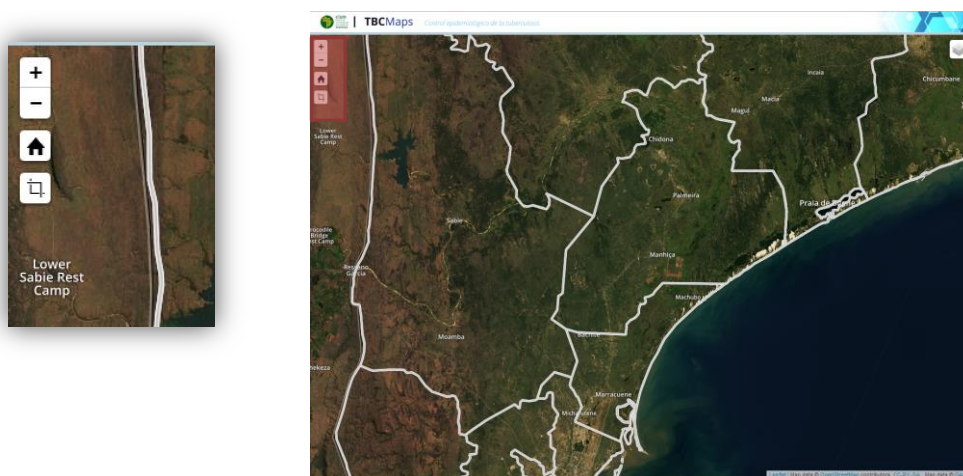


Figura 34 : Eines de navegació

De forma addicional es proporcionen eines de navegació que permeten als tècnics:



Apropar-se a un nivell de zoom superior



Allunyar-se un nivell de zoom



Extensió inicial del districte de Manhiça



Zoom recuadre, s'informa de la combinació de tecles CTRL + desplaçament lateral, per tal de ajustar la vista a la zona escollida.

6.1.3. Selecció de fons i altres capes d'informació

Per què els usuaris puguin escollir entre els diferents fons de mapa i altres capes disponibles, en l'eina hi trobem un llistat de cadascun dels mapes. En la figura 35 es poden veure la taula de continguts, i l'acció en seleccionar una capa en concret es tradueix en la interacció amb el mapa, i l'aparició d'aquella capa:



Figura 35: Procediment d'activació de capes al GeoVisor

Amb els mapes de fons, l'usuari només pot seleccionar un dels tipus, mentre que en la resta de capes, es poden activar o desactivar segons la consulta que vulgui fer els tècnics del CISM.

Les capes incloses en aquest selector són genèriques, sense filtres, per a una consulta més específica caldrà anar al bloc adient, que veurem a continuació.

La llista de capes és:

Mapes de fons:

- Gris Online
- Color Online
- Imatge aèria Online
- Color Local
- Satèl·lit Local

Capes addicionals:

- Distribució de casos TB
- Hotspot TB
- Municipis
- Districtes
- Províncies
- País

6.1.4. Distribució de casos

En aquest bloc, l'usuari hi trobarà un conjunt d'eines que li permeten consultar la distribució de casos d'una forma molt intuïtiva. El disseny gràfic del bloc que proposo és el següent:



Figura 36 : Disseny gràfic del bloc de distribució de casos

Com podem apreciar, els tècnics del CISM poden:

- Activar o desactivar els casos, en funció de la tipologia de TB segons la seva farmacoresistència (comú, MDR i XDR).

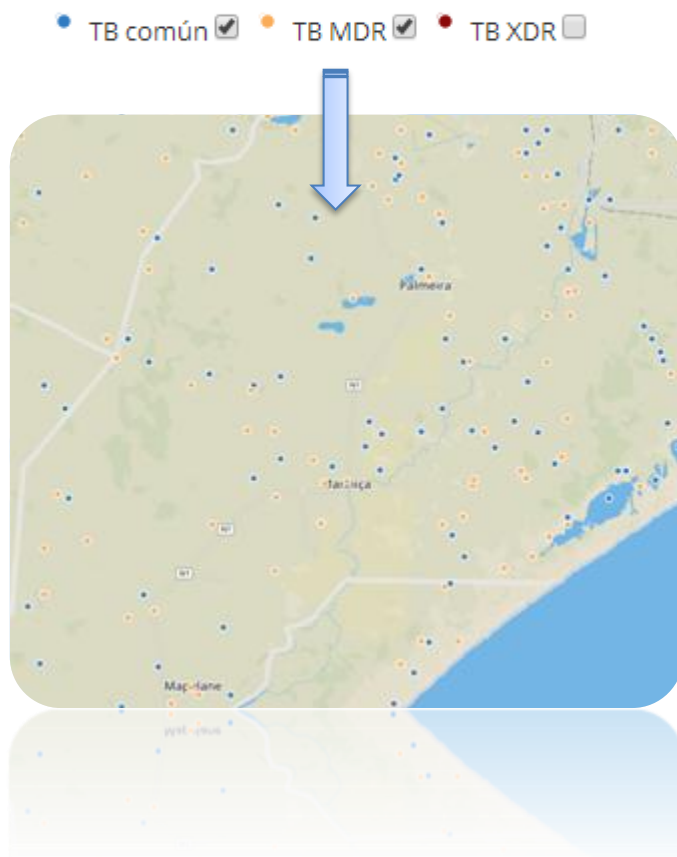


Figura 37: Activació de tuberculosi segons la farmacoresistència a TBCMaps

- Escollir quin tipus de representació vol veure en el mapa, entre la distribució de casos o bé el hotspot.

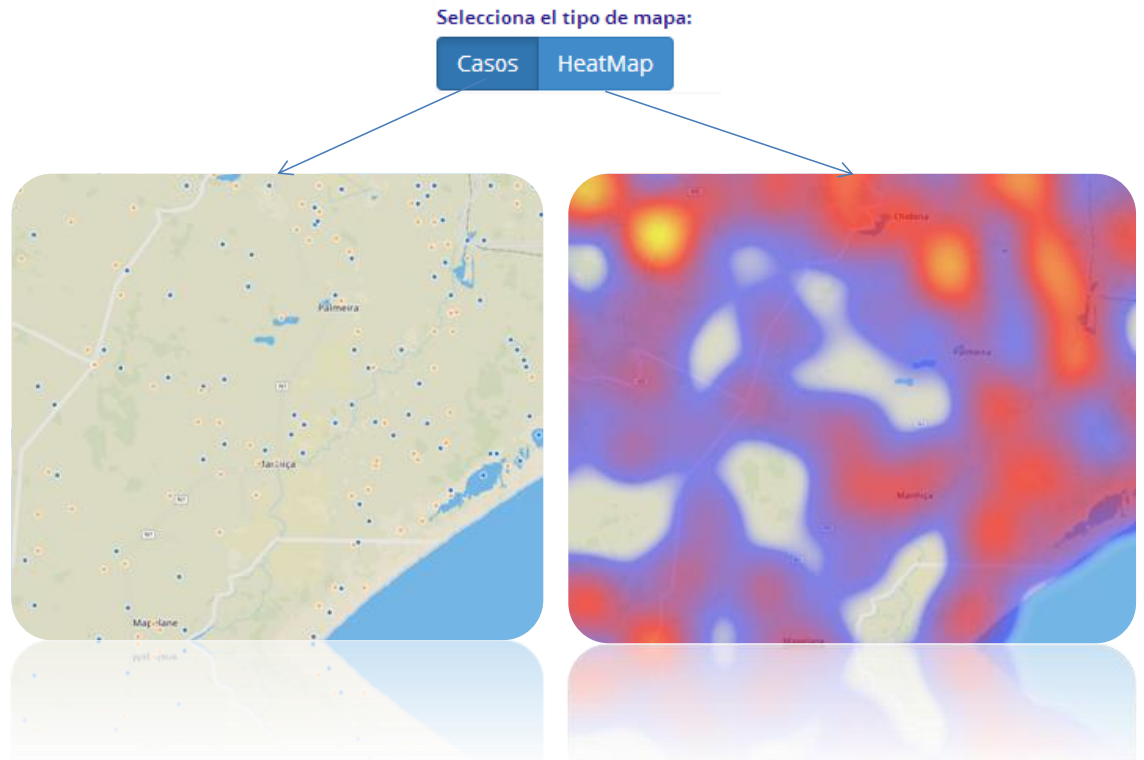


Figura 38 : Selecció de tipus de mapa entre heatmap o distribució.

- Seleccionar un interval de dates específic, o predeterminat. Els tècnics poden especificar un rang entre dues dates determinades, o bé utilitzar alguns dels filtres preestablerts: darrer any, dos anys, ...

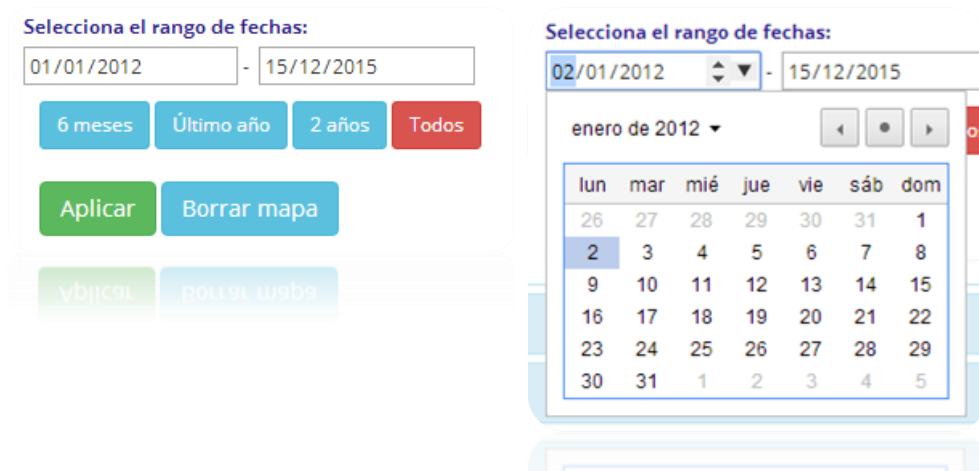


Figura 39: Selecció del interval de dates a mostrar. Permet l'anàlisi amb evolució temporal.

6.1.5. Mapes d'incidència

En aquest bloc, els tècnics del CISM poden executar consultes per veure els resultats agregats territorialment, segons una selecció de regions i divisions administratives per a l'anàlisi. L'estructura del bloc és la següent:



Figura 40: Disseny del bloc de mapes d'incidència

En aquest cas, les opcions que se li donen als tècnics, és determinar quina és la divisió administrativa que volen consultar, i en segon lloc, i de forma opcional especificar un rang de dates a analitzar: entre dues dates específiques o bé, amb les opcions predeterminades. Un cop especificades les opcions, simplement cal aplicar per veure el resultat en la zona de treball.

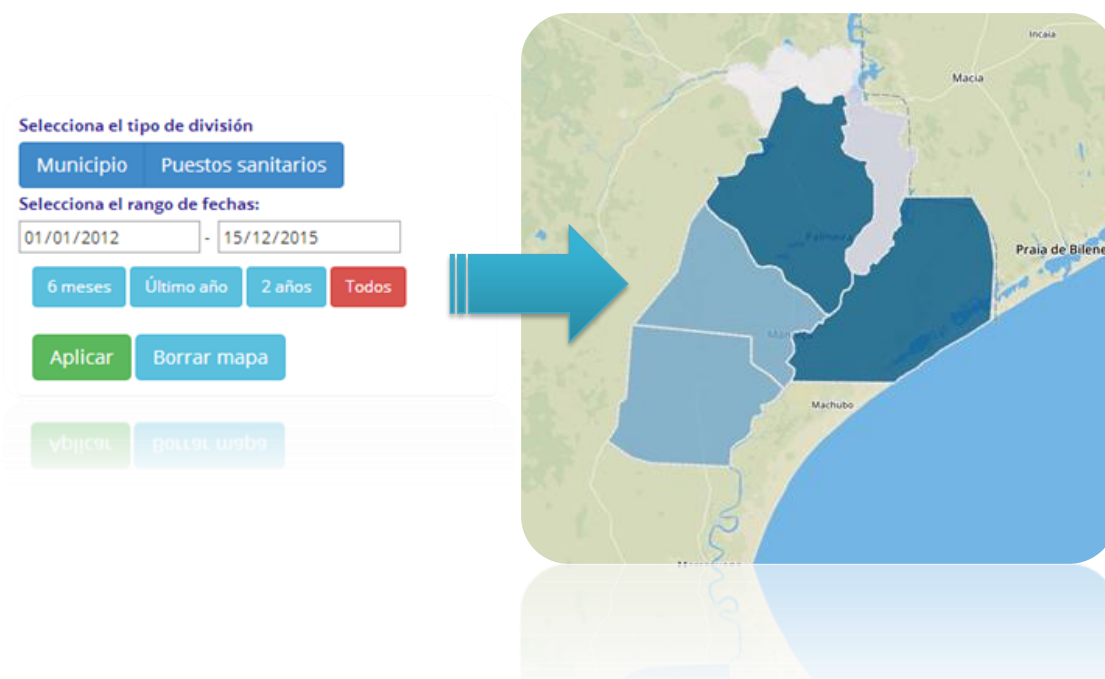
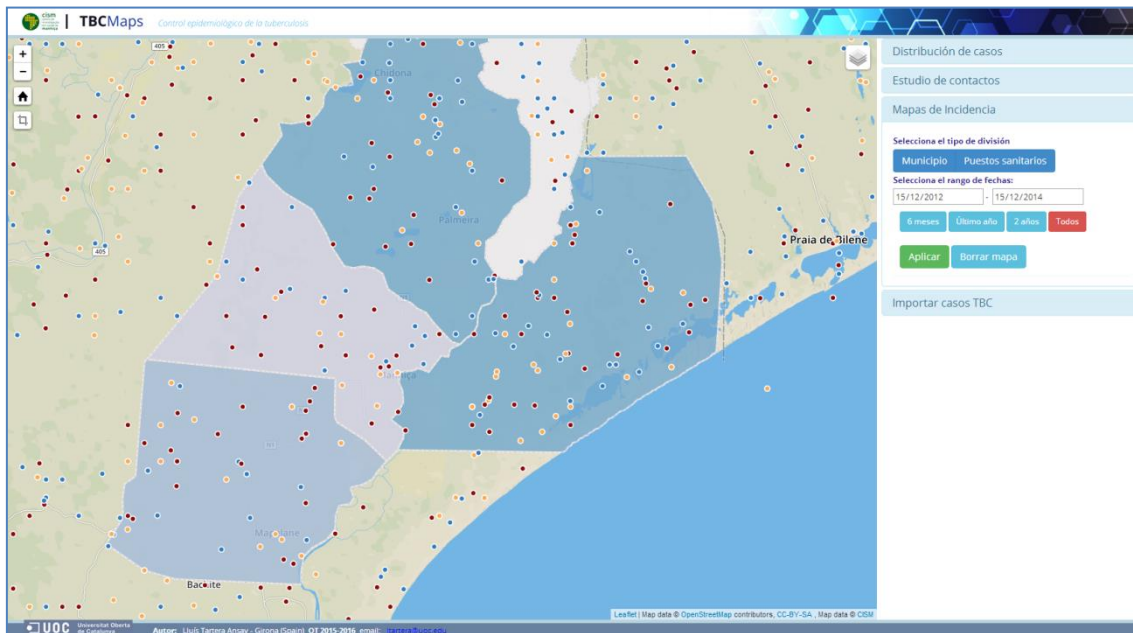


Figura 41 : Procediment de filtratge per a mostrar mapes d'incidència segons divisió i rang temporal.



Exemple de mapa d'incidència en un rang predeterminat, combinat amb la distribució de casos

Figura 42: Mapa d'incidència en un rang temporal, conjuntament amb la distribució de casos.

El resultat és un mapa distribuït segons la distribució escollida, amb una escala de colors progressiva, a partir de una escala de valors predeterminada. Cal tenir en compte que aquests mapes, representen la incidència, i per tant hi haurà valors més alts com més ampli sigui el filtre temporal.

Per a determinar els colors utilitzats s'ha utilitzat les llibreries de Brewer.

Existeixen eines per a restablir el mapa, i els filtres predeterminats.

6.1.6. Estudi de contactes

El darrer dels blocs, és el què permet realitzar l'anàlisi d'estudi de contactes, per a executar l'anàlisi els tècnics del CISM, han de executar els següents passos:

1. Indicar la posició del cas d'estudi que es vol analitzar, un punt geogràfic qualsevol en el mapa (pot tenir o no un cas detectat, en aquell punt).
2. Especificar el rang d'estudi, el radi a partir del rang d'estudi que es vol analitzar. Existeix una llista predeterminada amb rangs de valors : 1,2,4 i 8 Kilòmetres.

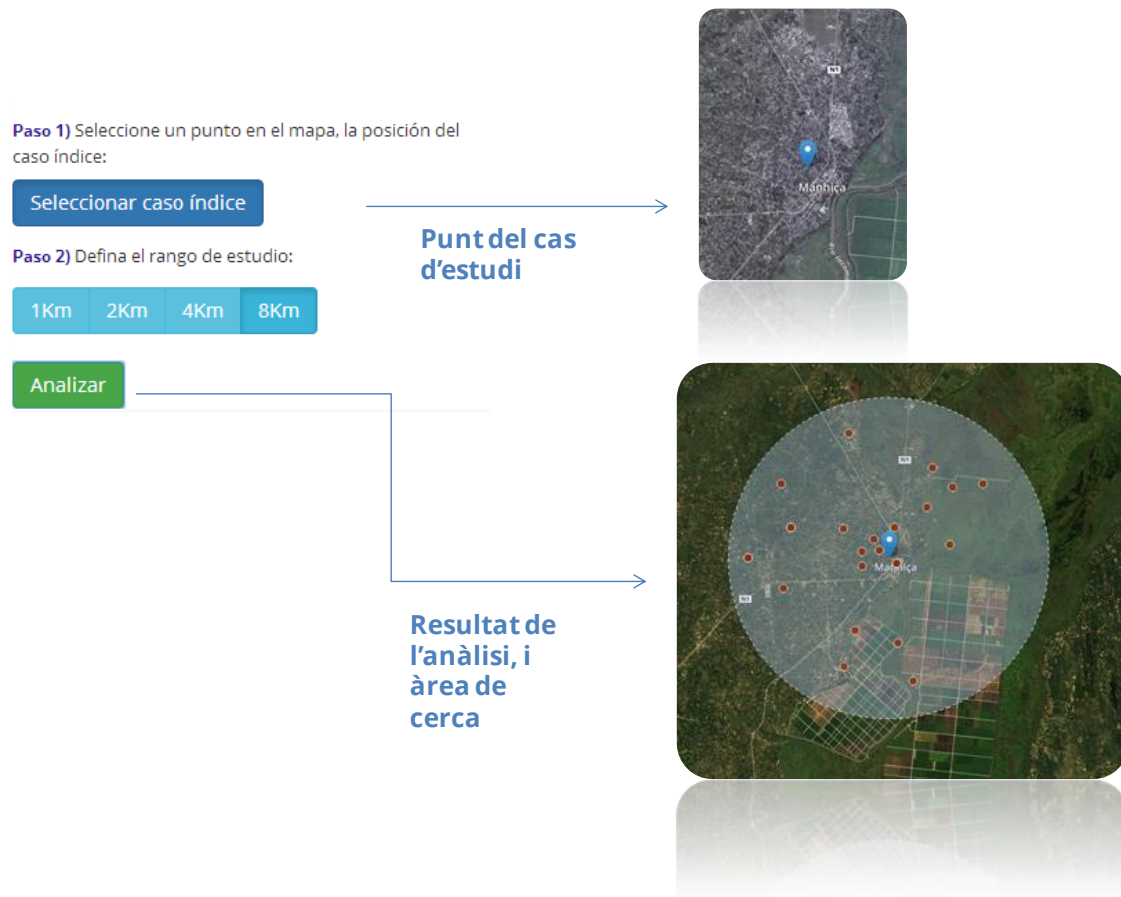


Figura 43: Selecció d'un punt geogràfic per a l'anàlisi de l'estudi de contactes. Procediment del procés.

Una vegada executat l'anàlisi, s'obté el radi de cerca que s'ha utilitzat, i els casos que s'han localitzat en el rang d'estudi. En aquest bloc, no s'aplica filtre temporal, ja que es considera que l'existència en el temps pot haver influenciat en l'epidèmia i no s'ha considerat un requeriment important.

Tots els casos que s'han obtingut es poden consultar i obtenir-ne alguna de les seves propietats: identificació, tipus de TB, etc. Per a consultar només cal seleccionar el cas en qüestió.

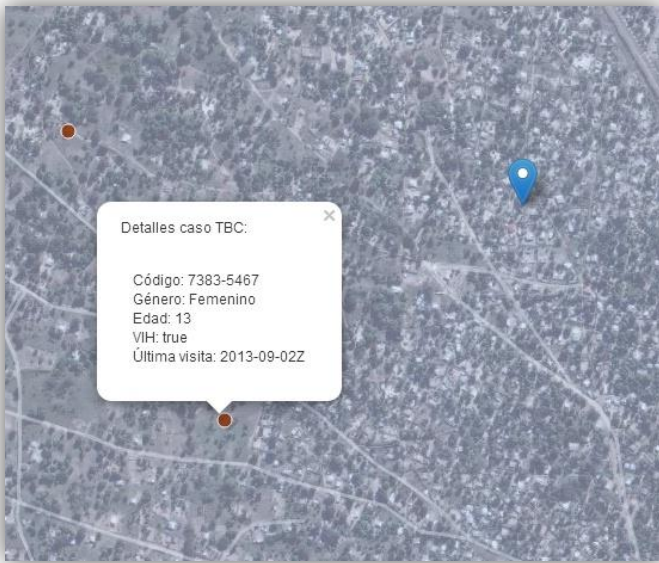
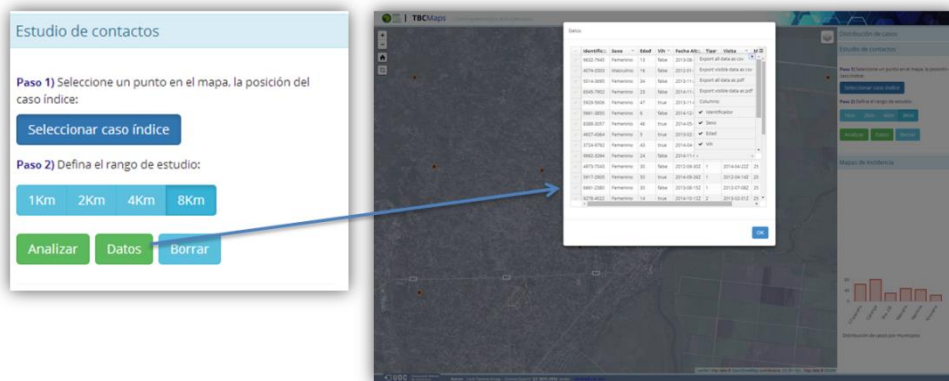


Figura 44: Consulta de la informació d'un cas de TBC obtingut en l'estudi de contactes.

A més s'inclou l'opció de consultar les dades en format taula:



Identific.:	Sexo	Edad	VIH	Fecha Alt.:	Tipo	Visita	M
9632-7945	Femenino	13	false	2013-08-17Z	2	2014-08-11Z	22
4074-3303	Masculino	16	false	2012-01-18Z	2	2012-06-26Z	22
5014-3695	Femenino	34	false	2013-11-24Z	2	2013-11-27Z	25
6545-7902	Femenino	23	false	2014-11-27Z	1	2013-08-23Z	25
5929-5606	Femenino	47	true	2013-11-02Z	0	2014-10-24Z	25
5661-3855	Femenino	6	false	2014-12-12Z	0	2013-10-25Z	25
8388-3057	Femenino	46	true	2014-05-10Z	1	2014-06-01Z	25
4927-4364	Femenino	5	true	2013-02-12Z	0	2014-07-24Z	25
3724-9792	Femenino	43	true	2014-04-10Z	2	2014-11-28Z	25
9992-3394	Femenino	24	false	2014-11-09Z	0	2014-09-06Z	25
4973-7043	Femenino	30	false	2012-09-30Z	1	2014-04-22Z	25
5917-2905	Femenino	50	true	2014-09-26Z	1	2012-04-14Z	25
6661-2380	Femenino	30	false	2013-08-15Z	1	2012-07-08Z	25
9278-4022	Femenino	14	true	2014-10-12Z	2	2013-02-01Z	25

Figura 45 : Consulta de taula de dades en l'estudi de contactes.

La presentació dels casos de tuberculosi en format taula permet una lectura més simple i inclou opcions interessants com: ordenar les columnes alfabèticament, seleccionar els camps visibles, i exportar les dades a PDF o a format CSV, per tal de treballar-les fora de TBCMaps.

6.1.7. Gràfics i estadístiques

S'incorpora un nou bloc que presenta algunes estadístiques d'interès per a la interpretació del volum de casos, i per tenir alguns indicadors dels casos de TB al districte. Es preveu utilitzar els mateixos serveis existents per a presentar els resultats d'una manera alternativa.

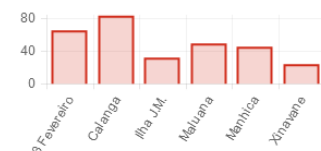
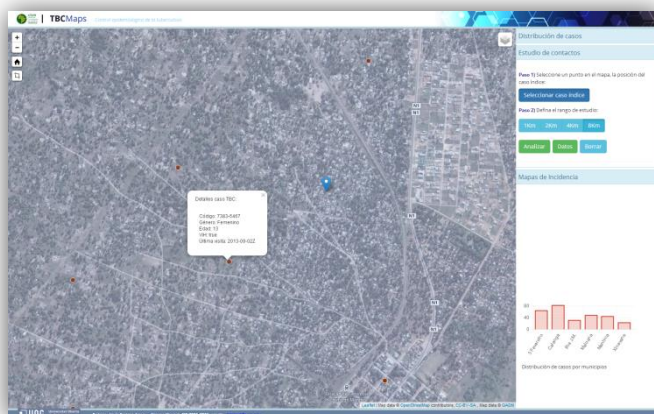
Donat que el temps és limitat, incorporarem un gràfic amb indicadors tot i que pot ser interessant, afegir nous anàlisis i representacions estadístiques. El desenvolupament actual és escalable, i permet afegir noves gràfiques i estadístiques. Inicialment hi ha:

- Nombre de casos per municipi (valors absoluts), mitjançant diagrama de barres.

Altres gràfics que es podrien incorporar:

- Nombre de casos per rangs d'edat (diagrama circular)
- Nombre de casos per anys (diagrama lineal)
- Incidència per municipis, o altres divisions administratives (valor respecte la demografia de cada divisió), mitjançant un diagrama de barres
- Nombre de casos en l'últim any, mitjançant diagrama de barres

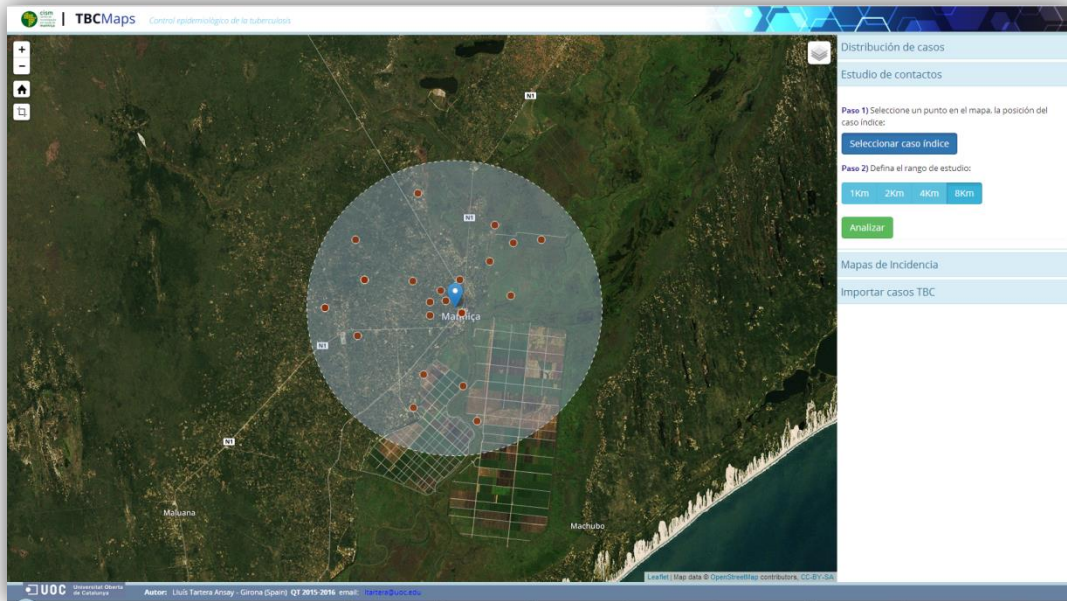
S'utilitza el *framework* Angular Chart, la qual utilitza els mateixos serveis existents en GeoServer, o creats de nou per obtenir les dades en format CSV/JSON i presentar els gràfics.



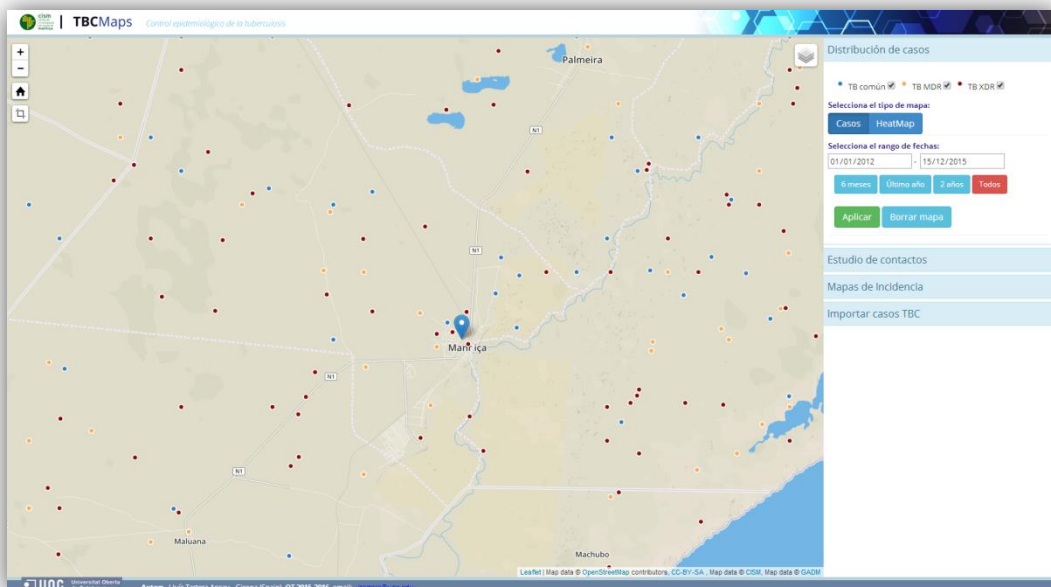
Distribución de casos por municipios

Figura 46: Gràfics i indicadors. Distribució de casos per municipis

6.1.7. Pantalles de l'aplicació

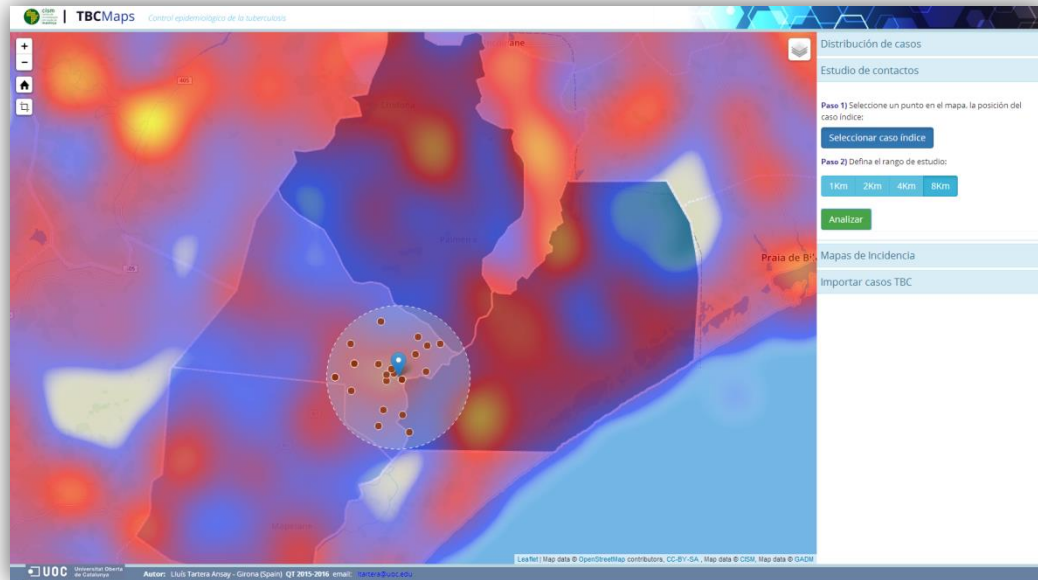


Exemple d'estudi de contactes a un radi de 8 Kilometrès a la ciutat de Manhiça. Es pot apreciar el radi de cerca i els casos localitzats. A partir dels casos es pot consultar els seus atributs.

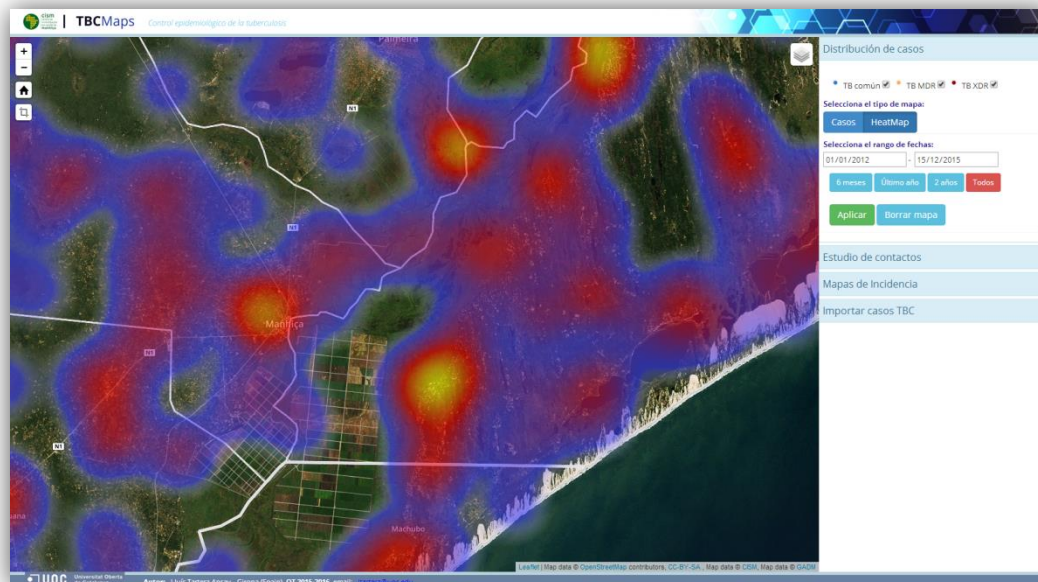


Exemple de distribució de casos sobre cartografia en color. Es mostren els tres tipus de tuberculosi, en tot el rang temporal.

Aplicació web per al control epidemiològic de la tuberculosi (TBC) a Manhiça, Moçambic

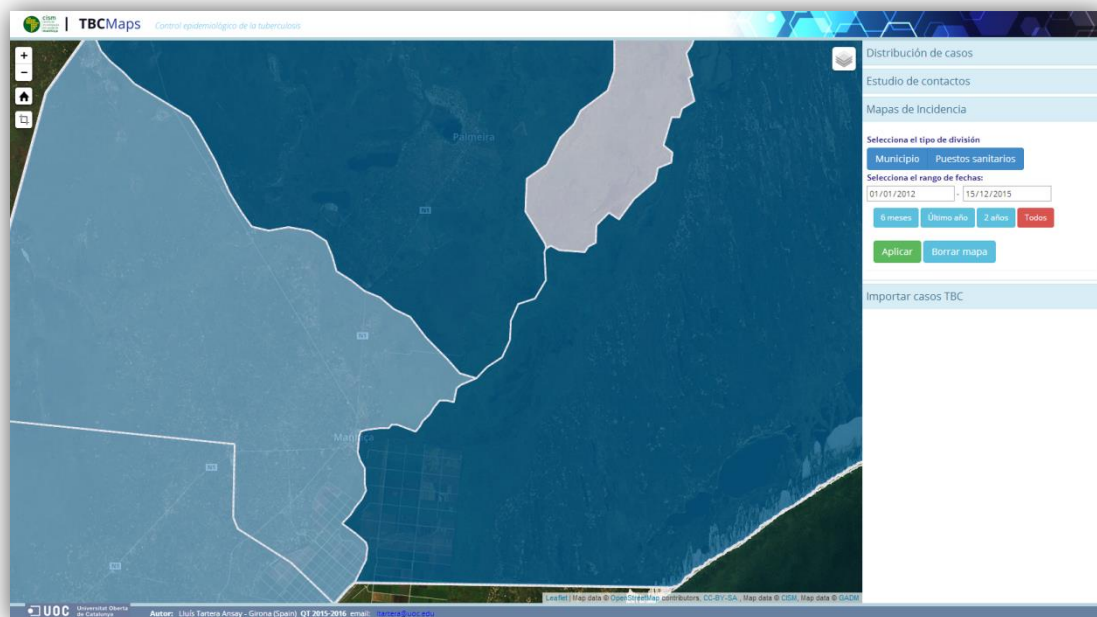


Exemple de sobreposició: mapa d'incidència en tot el període, distribució de casos amb la concentració (heatmap) i estudi de contactes en una zona propera a Manhiça. Exemple il·lustratiu d'anàlisi en paral·lel.



Exemple de mapa de concentració de casos al sud de Mahiça. Els colors en groc i vermellós presenten major densitat de casos.

Aplicació web per al control epidemiològic de la tuberculosi (TBC) a Manhiça, Moçambic



Exemple de mapa d'incidència per municipis del districte de Manhiça. Aquest mapa es pot combinar amb altres mapes com el de distribució de casos o els heatmaps.

Figura 47 : Casos d'ús i disseny gràfic de l'aplicació TBCMaps

6.2 Disseny tècnic i estructura de l'aplicació

6.2.1 Estructura de l'aplicació

L'estructura de l'aplicació web la podem resumir en l'accés a la capa de serveis i el tractament dels resultats en l'aplicació client.

En la banda de serveis, per facilitar la gestió i manteniment de l'aplicació s'ha maximitzat la utilització d'estàndards OGC, i per tant tots ells s'administren i es gestionen en el servidor de mapes GeoServer, que proporciona serveis de tesselles, serveis de mapes i serveis d'informació.

En la banda client, hi trobem un conjunt de llibreries que executen la interacció amb el servidor, la interacció amb el mapa, i altres aspectes relacionats amb la presentació o interacció amb l'usuari (finestres modals, panells, i altres elements de l'UI).

En resum, podem definir l'estructura com es mostra en la següent figura:

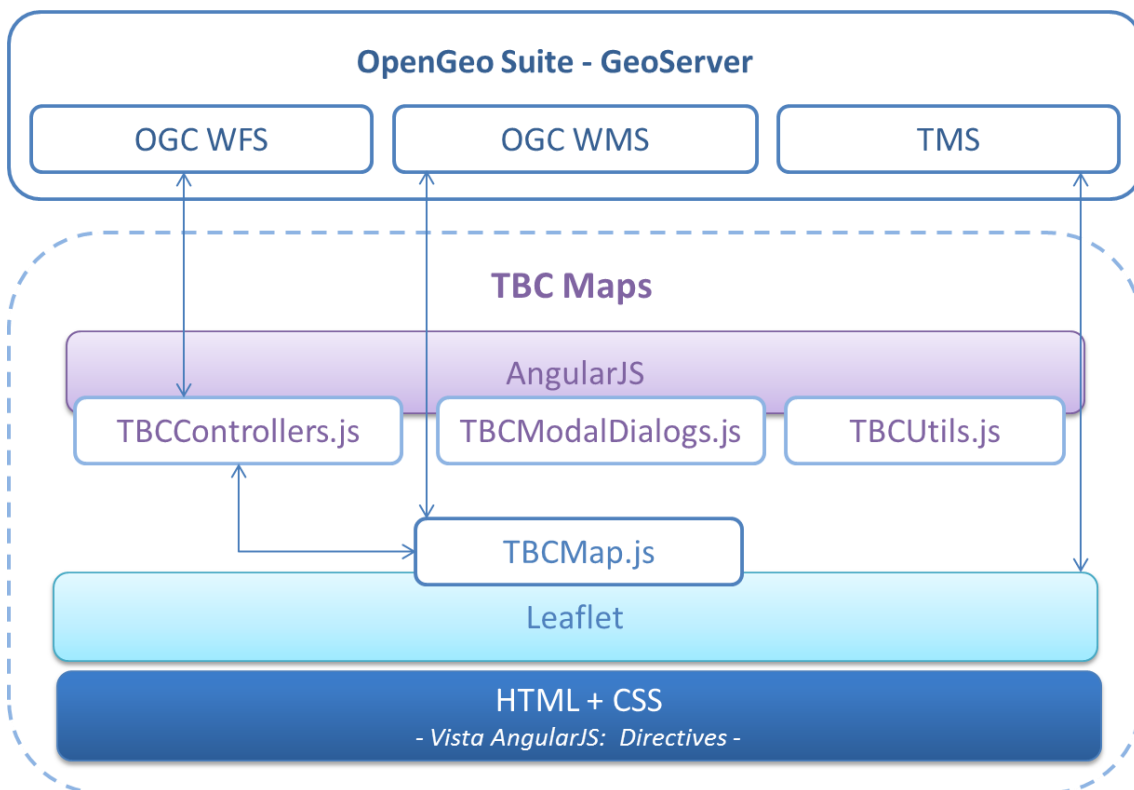


Figura 48: Esquema tècnic de l'aplicació TBCMaps

Si analitzem les diferents parts podem veure, una primera capa de serveis, que ens proporcionen la informació. El més rellevant està en la part client, on hem desenvolupat a partir d'un patró MVC, aplicat a partir del *framework* AngularJS.

En aquest *framework*, s'aplica un patró MVC, en la que la lògica es distribueix en controladors, que hem separat en :

- **TBCController.js**: Controlador amb la lògica dels principals controladors, és a dir tota la funcionalitat de l'aplicació TBCMaps.
- **TBCModalDialogs.js**: Controlador per a la creació de finestres modals i presentació de resultats a l'usuari.
- **TBCUtils.js**: Controlador per altres funcions d'ajut i assistència a la construcció de l'aplicació.

D'altra banda, en l'HTML, és on s'enllaça la capa de presentació amb els controladors, mitjançant diferents directives, que ens proporcionen:

- Utilitats per a la presentació (elements d'UI: acordions, desplegable, botons, etc) a partir del *framework* Bootstrap.
- Desacoblament entre la presentació (HTML i CSS) i la lògica de l'aplicació.
- Modularitat de la solució.
- Tècniques que faciliten la interpretació i manteniment del codi, i la manipulació del DOM i CSS.

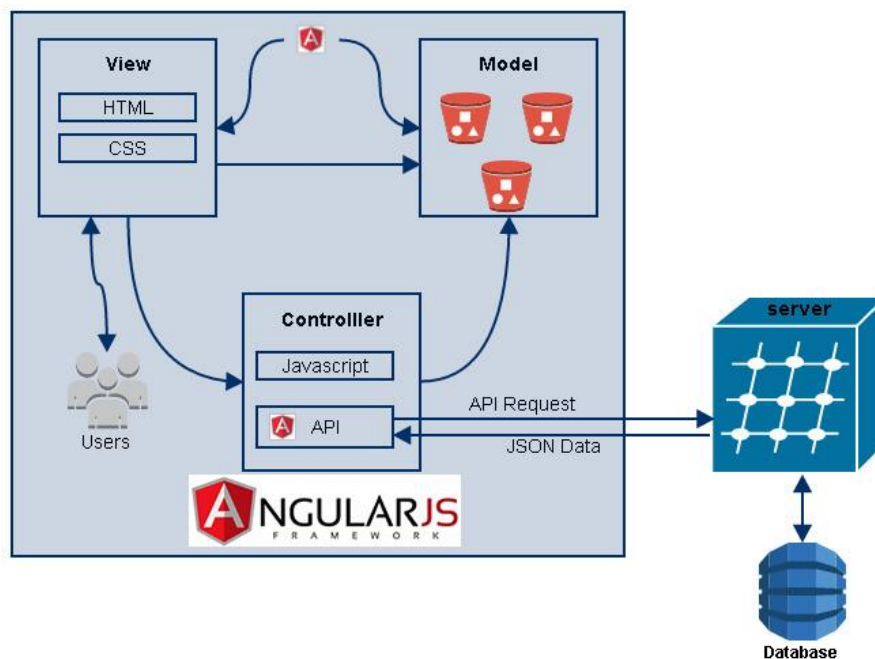


Figura 49: Funcionament del patró MVC d'AngularJS (www.angularjstutorials.com)

Per acabar, en la part del mapa, s'ha desenvolupat un mòdul que interacciona amb el *framework* Leaflet – l'encarregada de la presentació del mapa, aquest mòdul

s'anomena TBCMap.js, i té tota la lògica encarregada de la representació d'informació al mapa.

La resta dels components i tecnologies són les habituals en tecnologies web, com les llibreries d'estils CSS, i els recursos utilitzats com imatges, i llibreries Javascript addicionals (plugins).

6.2.2 Estructura directoris aplicació web

L'estructura de directoris de l'aplicació web el podem veure en la següent figura:



Figura 50: Estructura de directoris de TBCMaps

Com veiem està organitzada per continguts:

- **css**: llibreries d'estils CSS
- **fonts**: tipus de fonts utilitzades en l'aplicació
- **img**: recursos gràfics i imatges utilitzades
- **js**: llibreries javascript desenvolupades per l'aplicació: controladors, llibreries de mapes, etc.
- **lib**: llibreries Javascript i plugins utilitzats

A l'arrel trobem el fitxer index.html, que és l'HTML de presentació i que integra tota la presentació a l'usuari, i la resta de components.

6.2.3 Llibreries i plugins utilitzats

En el següent apartat, comentarem les principals llibreries i plugins que hem utilitzat en el projecte, així com la seva funció en la solució TBCMaps. D'una banda les llibreries principals son:

- **Leaflet**: *Framework* de mapes, utilitzada per la representació de les capes cartogràfiques, mapes de fons, i la resta d'informació geogràfica.
- **Bootstrap** i **Bootstrap UI**: *Framework* integrada amb AngularJS i que ofereix eines de manipulació del DOM HTML i que també proporciona components gràfics UI.

- **AngularJS:** Framework que implementa un patró MVC (model-vista-controlador) per a la part client d'aplicacions web. Ofereix tot una API i mètodes de desenvolupament, amb diferents utilitats: comunicació amb servidor AJAX, directives HTML de presentació, enllaç entre controladors i la capa de presentació, etc.

En la part de Leaflet, s'han utilitzat alguns plugins que aporten funcionalitat, els més rellevants i utilitzats finalment són:

- **Leaflet WMS plugin:** Utilitat que facilita la integració de serveis WMS a Leaflet, i que entre altres coses permet l'accés a serveis no tessellats. Ens és especialment útil en capes com el mapa de calor, que requereix una única tessella. Ens proporciona altres utilitats d'interès com l'accés a fitxes d'informació mitjançant operacions com el *GetFeatureInfo* de l'estàndard OGC WMS.
- **EasyButton:** Plugin de Leaflet, que permet la definició de botons addicionals, com els que s'han afegit per: l'extensió inicial, o bé, el zoom recuadre.

7. Balanç i conclusions

Em sento afortunat, els sistemes d'informació geogràfica sempre han cridat la meua atenció perquè els considero de gran utilitat en molts àmbits, especialment per a la presa de decisions. Hi ha un col·lectiu important que té aquesta mateixa opinió, i crec que el temps ens està donant la raó.

L'àmbit de la salut, especialment als països en vies de desenvolupament, és una de les inquietuds que també tenia – no serviria per metge, tot s'ha de dir - així que quan se'm va plantejar el projecte no ho vaig dubtar, tot i els riscos que hi havia per assolir-los en el temps disponible.

La vigilància epidemiològica és un camp de treball on els sistemes d'informació geogràfica encaixen a la perfecció, no obstant el què sovint manca són dades suficients i estructurades. La tasca del CISM en aquest sentit, és realment admirable: un sistema demogràfic amb la posició dels habitatges i una tasca de recol·lecció de dades com l'ha que s'ha fet té molt de mèrit.

No obstant, el principal inconvenient del projecte han estat els acords administratius i burocràtics per a disposar de la informació del CISM, un risc que s'ha materialitzat fins al final i que ha fet inviable disposar de dades reals. Una autèntica llàstima, perquè hauria pogut anar més enllà a nivell funcional, i potser obtenir funcionalitats més específiques.

El projecte ha estat pensat i plantejat, amb tota la informació que hem tingut en tot moment, mirant de fer-ho el més compatible i flexible possible per quan arribin les dades definitives. Per exemple, una de les funcionalitats que trobava necessària era el manteniment de la informació, per donar autonomia als tècnics per afegir noves dades, una tasca que en no conèixer l'estructura no s'ha pogut finalitzar.

Malgrat els inconvenients, valoro molt positivament el projecte que m'ha servit per aprofundir en coneixements en algunes llibreries, en consolidar alguns coneixements i una experiència molt didàctica i enriquidora, especialment per conèixer millor una problemàtica humana com la tuberculosi a l'Àfrica, i algunes de les seves particularitats.

Altres riscos, com la manca de temps, la combinació feina-universitat, l'esforç necessari tot i ser-hi presents, s'han afrontat amb ganes i no han suposat un impediment per assolir els objectius.

M'hauria agradat continuar amb el projecte, poder afegir més funcionalitats, donar eines perquè es puguin analitzar noves malalties, o carregar nous casos de TB, actualitzar la BD demogràfica, afegir eines per presentar estadístiques, mapes comparatius o gràfics amb anàlisi estadístic. M'han sortit moltes idees durant l'execució, però la manca de dades i la limitació del temps disponible només em permeten assolir una part de tot plegat, les més rellevants, que espero serveixin com a base per noves fases el dia de demà.

8. Possibles línies de treball posteriors

Com comentava en l'apartat anterior, durant la construcció del projecte han sortit una gran quantitat d'idees, ja que és un camp on es pot fer una gran tasca, no tan sols a Manhiça sinó a nivell global. M'agradaria deixar aquestes reflexions identificades, per si poden ser d'interès per a un treball futur:

- *Incloure altres malalties*

L'anàlisi espacial de malalties també té interès en altres malalties, que no es contagien. Determinar la concentració i incidència, pot ajudar a detectar factors de risc i planificar accions sobre el territori. Per tant incloure altres malalties seria interessant, per exemple el VIH seria un bon punt de partida.

- *Desenvolupament d'una funcionalitat de càrrega de casos*

Facilitar el manteniment de la informació de manera que la solució sigui viva, amb dades actualitzades permet que sigui sostenible amb el temps, i que l'esforç sigui mínim. És important treballar aquest punt, i que sigui fàcil, intuïtiu, i adient per la tecnologia en ús (com OpenClinical, que treballa amb fitxers CSV, per exemple).

- *Representar els factors de risc*

En no tenir informació real, no hem tingut constància de les dades que es recullen a camp i que permetrien representar cartogràficament factors de risc de la malaltia en el territori. Alguns d'aquest factors podrien ser el nivell socio-econòmic, nombre d'habitants per vivenda, finestres en la vivenda, etc.

- ***Integració de la base de dades demogràfica OpenHDS***

La base de dades demografia no és tan volàtil com la de casos de TB, no obstant també caldria que estigui el més actualitzada possible. Per això, seria positiu o bé que el sistema s'integri directament (és una base de dades MySQL) o bé que hi hagi un procés simple d'actualització cap a PostgreSQL.

- ***Adaptació per a crear un programari o mòdul open-source de vigilància epidemiològica***

La tuberculosi és una malaltia que està generant molts problemes a l'Àfrica: pobresa, i autèntics drames familiars, casos d'infants, casos de TB farmacoresistents, efectes severs sobre la salut per la malaltia o els medicaments. Segurament una solució lliure, que integri les eines necessàries per la recollida de dades demogràfiques (OpenHDS), i una solució que permeti la consulta com pot ser TBCMaps o similar, podrien tenir un sentit si hi ha recolzament suficient a les institucions que corresponguin. Un objectiu ambiciós, però OpenHDS és un exemple en funcionament a Moçambic.

- ***Mapes comparatius en diferents períodes de temps***

Analitzar un mapa de casos en un instant del temps, o la seva concentració de casos, es veuria completament reforçat si es pugues comparar amb el mateix mapa en un altre instant de temps de forma simultània. ¿Com ha variat els casos entre 2010 i 2015? ¿Com ha evolucionat la tuberculosi en un barri de Manhiça des del Gener? Dues imatges, dues fotografies d'un instant. Una manera molt intuïtiva d'explicar, ajudar a entendre i a prendre les decisions pertinents.

M'ho imagino com dos mapes sincronitzats per posició, amb la mateixa informació a banda i banda, o potser configurable, on l'únic que canvia és el rang temporal.

- ***Estudi de la correlació de variables, per analitzar la influència de paràmetres en la presència de tuberculosi.***

Existeixen un munt de variables i factors de risc: sexe, edat, tipus de tuberculosi, tipus d'habitage o cuina, nivell socio-econòmic, presència d'altres malalties com el VIH. La correlació de variables, i l'anàlisi estadístic pot determinar la influència d'un d'aquests factors en altres variables, com la TB comú o MDR.

Seria una funcionalitat que s'escolliria dues variables o factors de riscs, la segona podria ser la presència de malaltia, i una o més divisions administratives – per posar un exemple – mostraria un gràfic amb la corba de correlació entre les variables en la zona o zones escollides.

Per desenvolupar una funcionalitat així, cal conèixer bé les variables per presentar dades d'interès.

- ***Millora en la representació de dades alfanumèriques, i opcions d'exportació***

Una de les funcionalitats que pot ajudar als tècnics consisteix en oferir una interfície amigable per presentar els casos de TB, en format taula, i que permeti ordenar columnes, realitzar filtres o exportar les dades a formats de treball estàndard com CSV o XLS, semblant a la present a l'estudi de casos.

- ***Impressió de mapes i exportació d'imatges***

En la línia de l'anterior punt, opcions per obtenir una còpia dels mapes generats en format PDF o fins i tot millor en format JPG, PNG o similar pot ser d'interès per tal de poder adjuntar aquests mapes en informes o estudis.

- ***Selecció de casos aleatoris, per a estudis, segons patrons introduïts***

Una altra funcionalitat molt interessant, ja que és habitual que requereixin fer seleccions de casos de tuberculosi per fer estudis, anàlisis o per analitzar determinats patrons. Aquesta funcionalitat pot consistir en filtrar alguns casos de TB, per algunes característiques o factors de risc. Per exemple seleccionar homes d'entre 17-25 anys, amb VIH, i que visquin en cases sense finestres.

Els resultats es podrien mostrar en mapa, en format taula, i també en gràfics que els mostrin per conglomerats o per estrats.

- ***“Clustering” de casos:***

En el projecte la distribució de casos es mostra o bé amb la posició, o bé amb mapes de calor. En el primer dels casos, a determinats nivells de zoom potser la densitat de punts és massa alta, i per tant es podria mostrar en forma de clúster

amb un indicador del nombre de casos què hi ha en una regió. També es podria fer que el símbol fos proporcional al nombre de casos.

Segurament hi ha altres idees que es podrien madurar, fins i tot algunes de menor rellevància que no hem esmentat, però del llistat en considero algunes com a força interessants.

8. Glossari

Tuberculosi

La tuberculosi (abreujat com a TB, de tubercle bacillus o Tuberculosi) és una malaltia infecciosa comuna i sovint mortal causada per microbacteris. Els símptomes clàssics de la tuberculosi són una tos crònica, amb esput sanguinolent, febre, suors nocturnes i pèrdua de pes.

MDR

Es defineix la tuberculosi (MDR - TB) resistent a múltiples drogues com una forma d'infecció per tuberculosi causada per bacteris que són resistents al tractament amb almenys dos dels més poderosos de primera línia medicaments antituberculosos , isoniazida (INH) i rifampicina (RMP) .

XDR

La tuberculosi extremadament resistent (XDR - TB) és una forma de tuberculosi causada per bacteris que són resistents a alguns dels medicaments més eficaços contra la tuberculosi . Ceps XDR - TB han sorgit després de la mala gestió de les persones amb tuberculosi multiresistent (MDR - TB) .

Incidència

Relació de nombre de casos de malaltia per nombre d'habitants. Habitualment en la tuberculosi s'utilitza nombre de casos per cada 100.000 habitants.

Heatmap

Un mapa de calor és una representació gràfica de les dades on els valors individuals contingudes en una matriu es representen com colors .

Hotspot

Un punt calent o " hotspot " (anglicisme utilitzat amb freqüència en idioma espanyol) és una àrea del territori on hi ha una especial concentració de casos en un anàlisi.

VIH

El Virus de la immunodeficiència humana, comunament anomenat VIH, és l'agent causal de la malaltia de la sida.

Farmacoresistència

La resistència antibiòtica és la capacitat d'un microorganisme per resistir els efectes d'un antibiòtic . La resistència es produeix naturalment per selecció natural a través de mutacions produïdes per atzar. L'antibiòtic, en entrar en contacte amb una població

bacteriana, permet només la proliferació d'aquelles bacteris que presenten aquella mutació natural que anul·la l'acció de l'antibiòtic.

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.

WFS

Web Feature Service. Estàndard definit per l'OGC que dóna 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 Graphic).

TMS

Tile Map Service o TMS , és una especificació per a mapes web de rajola , desenvolupades per l'Open Source Geospatial Foundation. La definició general , requereix una estructura URI que tracta de complir amb els principis REST .

GeoServer

GeoServer - un servidor de codi obert escrit en Java - permet als usuaris compartir , processar i editar dades geoespaciales . Dissenyat per a la interoperabilitat, publica dades de qualsevol font de dades espaciales important utilitzant estàndards oberts.

PostgreSQL

PostgreSQL és un programari lliure que implementa un sistema de gestió de bases de dades relacional, distribuït sota llicència BSD.

PostGIS

PostGIS és un mòdul que afegeix suport d'objectes geogràfics a la base de dades relacional PostgreSQL , convertint-la en una base de dades espacial per la seva utilització en Sistema d'Informació Geogràfica. Es publica sota la Llicència Pública General GNU.

GeoJSON

GeoJSON [és un format estàndard obert dissenyat per representar característiques geogràfiques simples , juntament amb els seus atributs no espaciales , basat en JavaScript Object Notation.

CSV

Els fitxers CSV (de l'anglès comma-separated values) són un tipus de document en format obert senzill per representar dades en forma de taula, en què les columnes se separen per comes (o punt i coma on la coma és el separador decimal: Catalunya, França, Itàlia...) i les files per salts de línia.

REST

REST (Representational State Transfer) és una arquitectura de programari pensada per sistemes distribuïts basats en hipermèdia, com ara el web. Aquest terme va ser introduït l'any 2000 en una tesi doctoral sobre arquitectures de programari de xarxes

9. Bibliografia

africanstrategies4health.org. (sense data). *africanstrategies4health.org*. Consultat el 12 / 2015, a africanstrategies4health.org:

<http://www.africanstrategies4health.org/uploads/1/3/5/3/13538666/openhds.pdf>

Elika. (2015). Consultat el 25 / 09 / 2015, a Elika:

http://wiki.elika.eus/index.php/Vigilancia_Epidemiol%C3%B3gica

IDE Colombia. (sense data). Consultat el Octubre / 2015, a IDE Colombia:

http://www.icde.org.co/web/ide_gig/blogs/-/blogs/geoserver-vs-mapserver

ISGlobal. (sense data). Consultat el 2015 / 09 / 26, a <http://www.isglobal.org/>

Lovelace, R. (sense data). *Testing Web Map APIS*. Consultat el Octubre / 2015, a

<http://robinlovelace.net/software/2014/03/05/webmap-test.html>

Medicine, H. &. (sense data). *Challenges in information systems and research in global health. The case of Manhiça Health Research Center in Mozambique*. Consultat el 12 / 2015, a Challenges in information systems and research in global health. The case of Manhiça Health Research Center in Mozambique:

<http://www.slideshare.net/sanidadyconsumo/challenges-in-information-systems-and-research-in-global-health-the-case-of-manhia-health-research-center-in-mozambique>

Mejores Proyectos. (sense data). Consultat el 2015 / 09 / 26, a

<https://iaap.wordpress.com/2007/04/29/%C2%BFque-es-el-riesgo-en-un-proyecto/>

OpenHDS. (Diciembre / 2015). Consultat el Diciembre / 2015, a OpenHDS:

<https://code.google.com/p/openhds/>

PostgreSQL-es. (sense data). Consultat el Octubre / 2015, a Sobre postgresql:

http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

TB Alliance. (sense data). Consultat el 12 / 2015, a TB Alliance:

<http://www.tballiance.org/why-new-tb-drugs/inadequate-treatment>

UNPD. (sense data). *United Nations Development Program*. Consultat el 12 / 2015, a
UNDP : http://www.undp.org.mz/en/districts/provincia_de_maputo

WHO. (sense data). Consultat el 12 / 2015, a <http://www.who.int/tb/challenges/mdr/en/>

Wikipedia. (sense data). https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator. Consultat el
Octubre / 2015, a https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator:
https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator

Wikipedia Tuberculosis. (sense data). Consultat el 2015 / 09 / 26, a
<https://es.wikipedia.org/wiki/Tuberculosis>

Wikipedia. (sense data). *Wikipedia-World Geodetic System*. Consultat el Octubre /
2015, a Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/World_Geodetic_System

