



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Informàtica de Barcelona



Creació de continguts vectorials per eines de gestió davant emergències Meteorològiques

Treball Final de Grau:
Memòria

20 de juny de 2022

Autor:

Joan Morilla Prieto

Director:

Rafael Sánchez-Diezma

Ponent:

René Serral Gracià

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (UPC)

Resum

Grau d'Enginyeria Informàtica

Creació de continguts vectorials per eines de gestió davant emergències Meteorològiques

per Joan Morilla Prieto

Aquest projecte desenvolupa una nova funcionalitat per la plataforma ARGOS. Aquesta plataforma ofereix productes per la gestió davant emergències hidrometeorològiques en forma de visors. L'objectiu del projecte és ampliar el catàleg de productes que pot oferir l'empresa HYDS amb la inclusió de capes amb les quals poder visualitzar informació de tipus vectorial. Aquest tipus de capa és extremadament versàtil pel tipus d'informació que poden mostrar, són molt personalitzables i ofereixen una experiència d'ús pels usuaris més agradable i vistosa.

Així doncs, el desenvolupament d'aquestes capes vectorials tindran com a efecte l'augment del valor comercial de la plataforma ARGOS.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (UPC)

Resumen

Grau d'Enginyeria Informàtica

Creación de contenidos vectoriales para herramientas de gestión frente emergencias Meteorológicas

por Joan Morilla Prieto

Este proyecto desarrolla una nueva funcionalidad para la plataforma ARGOS. Esta plataforma ofrece productos para la gestión frente a emergencias hidrometeorológicas en forma de visores. El objetivo del proyecto es ampliar el catálogo de productos que puede ofrecer la empresa HYDS con la inclusión de capas con las que poder visualizar información de tipo vectorial. Este tipo de capa es extremadamente versátil por el tipo de información que puede mostrar, són muy personalizables y ofrecen una experiencia de uso para los usuarios más agradable y vistosa.

Así pues, el desarrollo de estas capas vectoriales tendrán como efecto el aumento del valor comercial de la plataforma ARGOS.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (UPC)

Abstract

Grau d'Enginyeria Informàtica

Creation of vector content for management tools against meteorological emergencies

by Joan Morilla Prieto

This project develops a new functionality for the ARGOS platform. This platform offers products for managing hydrometeorological emergencies using viewers. The objective of this project is to expand the catalog of products that the HYDS company can offer with the inclusion of layers with which to display vector-type information. This type of layer is extremely versatile due to the type of information it can display, they are highly customizable and offer a more pleasant and eye-catching user experience.

Thus, the development of these vector layers will increase the commercial value of the ARGOS platform.

Agraïments

M'agradaria donar les gràcies a tothom que treballa a HYDS, en especial a en Guillem Querals i a en Cristhian Rivera per tot el suport que m'han donat i la paciència que han tingut a l'hora de resoldre els meus dubtes. També vull agrair a en Rafael Sánchez-Diezma per l'oportunitat de dur a terme aquest projecte del qual he après molt.

Igualment, vull donar les gràcies als meus amics i família, en especial a la meva mare que sempre, tot i no saber ben bé què faig, em pregunta com m'han anat els exàmens i es preocupa per mi cada dia.

A tots, moltes gràcies.

Índex

1	Contextualització i abast	8
1.1	Contextualització	8
1.2	Abast	10
1.3	Actors implicats	10
1.3.1	HYDS	10
1.3.2	Clients	10
1.3.3	Desenvolupadors	11
1.4	Motivació	11
1.5	Metodologia i rigor	11
1.6	Eines utilitzades	12
1.7	Métode de vadilació	12
1.8	Relació amb l'especialitat	13
1.8.1	Competències tècniques	13
2	Planificació temporal	15
2.1	Introducció	15
2.2	Tasques	15
2.2.1	Tasques de gestió	15
2.2.2	Tasques de desenvolupament	16
2.3	Recusos	19
2.4	Riscos	20
2.5	Estimació i Gantt	21
2.6	Valoració d'alternatives	23
2.7	Contratemp i canvis en la planificació	23
3	Especificació de la solució	24
3.1	Requeriments	24
3.2	Tecnologies	24
3.2.1	GeoServer	24
3.2.2	OpenLayers	25
3.3	Arquitectura	25
3.4	Descripció del funcionament	25
4	Punt de partida	29
4.1	Funcionament de les capes raster	29
4.2	Característiques de la solució inicial	32
5	Desenvolupament	34
5.1	Primera iteració	34
5.2	Segona iteració	39

6	Pressupost	43
6.1	Recursos humans	43
6.2	Recursos hardware	44
6.3	Recursos software	44
6.4	Despeses generals	44
6.5	Estimació de costos	45
6.6	Pressupost final	45
6.7	Control de la gestió	45
7	Sostenibilitat	46
7.1	Autoavaluació	46
7.2	Dimensió econòmica	46
7.3	Dimensió ambiental	47
7.4	Dimensió social	47
8	Conclusions	48
8.1	Assoliment d'objectius	48
8.2	Propers passos	49

Índex de figures

1	Representació capa raster. Font: arcgis.com	9
2	Estructura genèrica d'una capa vectorial	9
3	Diagrama de Gantt	22
4	Diagrama de l'arquitectura del projecte	25
5	Diagrama de flux de funcionament	26
6	Captura del visor	27
7	Diagrama de classes per la visualització de capes raster	29
8	Diagrama. Visualització de les capes raster	30
9	Artefactes generats amb les capes raster	31
10	Diagrama. Interacció de les capes raster	32
11	Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v1)	35
12	Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v1.1)	36
13	Exemple parpelleig en canviar d'instant	37
14	Precàrrega d'instant adjacents	37
15	Diagrama. Interacció amb les capes vectorials	38
16	Popup amb informació del sensor	38
17	Diagrama de classes per la visualització de capes vectorials	40
18	Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v2)	41
19	Esquerra. Popup amb informació de múltiples sensors	42
20	Dreta. Popup amb informació de múltiples sensors (ClimAlert)	42

Índex de taules

1	Recursos humans	19
2	Recursos hardware	20
3	Estimació d'hores i recursos de les tasques	21
4	Costos estimats per tasca	43
5	Costos estimats per rol i hora	44
6	Costos estimats pel hardware	44
7	Costos estimats de les despeses generals	44
8	Costos estimats pels imprevistos	45
9	Pressupost final	45

1 Contextualització i abast

1.1 Contextualització

En els temps que vivim la quantitat d'informació que disposem és tan gran que pot ser difícil d'analitzar o entendre que volen dir. A més hem de tindre en compte que molts cops l'anàlisi d'aquestes dades no és possible per qui les fa servir de forma rutinaria.

És per això que, en el cas que ens ateny, per poder gestionar emergències meteorològiques es fa ús de mapes on visualitzar de forma ràpida la situació actual o la evolució d'un temporal o fenomen meteorològic. Tindre una forma fàcil de veure que ha passat, que està passant o que passarà en un futur pròxim facilita enormement l'anàlisi i la presa de decisions per actuar de forma adequada davant d'una situació similar.

Aquest projecte treballa sobre la plataforma de gestió davant emergències hidrometeorològiques ARGOS¹ que es propietat de Hydrometeorological Innovative Solutions (HYDS)². Actualment tant la plataforma ARGOS com tots els subproductes que neixen d'aquesta mostren mapes amb informació rasteritzada.

Les capes rasteritzades o 'rasters' són imatges on cada pixel o cel·la conté un valor que representa informació. Són molt útil a l'hora de representar dades contínues com poden ser la temperatura. Això és gràcies a la simplicitat de la seva estructura de dades en forma de matriu, com es mostra a la figura 1. Tot i així, existeixen altres tipus de dades com punts, zones o medicions que no s'adapten perfectament a la estructura de dades dels rasters ja que són dades puntuals en comptes de contínues.

Aquí és on entren en joc les capes vectorials. Aquestes són capes que representen la informació d'objectes espacials, és a dir, cada instància de informació ve acompanyada de d'una geometria que pot ser un punt (p.e. sensor), un seguit de punts (p.e. carretera) o un polígon (p.e. comarca).

Les capes vectorials ofereixen algunes avantatges clau enfront dels rasters entre les quals ens trobem una menor necessitat d'espai d'emmagatzematge de la informació per la seva estructura de dades representada a la figura 2, la fluïdesa a l'hora de fer zoom als mapes i el gran potencial de personalització que ofereix.

El problema a resoldre és aconseguir que tots els productes d'ARGOS utilitzin capes vectorials. Per fer-ho es desenvolupa aquest projecte on participo juntament amb en Guillem Quetglas de l'equip de desenvolupament de HYDS, en Rafael Sánchez-Diezma director del projecte i en René Serral Gracià com a ponent.

¹ARGOS [2]

²Hydrometeorological Innovative Solutions (HYDS) [8]

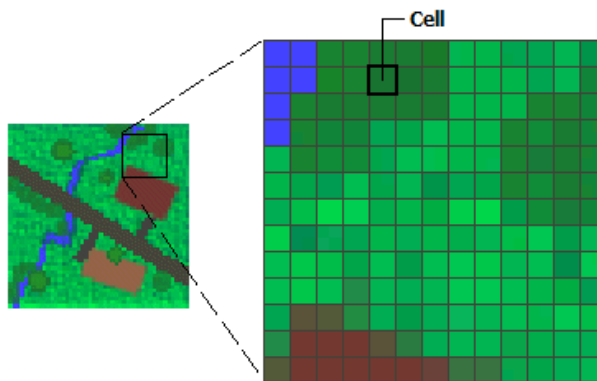


Figura 1: Representació capa raster. Font: arcgis.com

3

```

capa vectorial: {
  features: [
    0: {
      geometry: (...),
      data: {
        nom: (...),
        valor: (...)
      }
    }
    ,
    1: {
      geometry: (...),
      data: {
        nom: (...),
        valor: (...)
      }
    }
    (...)
  ]
}

```

Figura 2: Estructura genérica d'una capa vectorial

³¿Qué son los datos ráster? [1]

1.2 Abast

L'objectiu d'aquest projecte és, per un costat, donar suport al desenvolupament d'aplicacions web avançades amb gran potencial gràfic i d'interacció amb dades i mapes. Concretament en el desenvolupament de capes vectorials estàtiques i dinàmiques amb capacitats d'interacció per visualitzar les dades amb l'objectiu d'obtenir un mapa resultant agradable a la vista, fluid i que mostri la informació desitjada de manera clara.

I per altre part, integrar aquestes capes vectorials a la plataforma ARGOS, tenint en compte que es una plataforma madura que treballa amb diferent tipus d'informació i cal adaptar cada producte i servei que ofereixen de maneres diferents.

La creació de les capes vectorials ha d'adaptar-se a la base ja establerta d'ARGOS, treballar amb els seus sistemes i integrar-se de manera que permet-hi a la plataforma expandir-se de forma natural als diferents productes i serveis que es vagin afegint.

Això vol dir que, en primer lloc, s'haurà de crear una base que segueixi una estructura modular que sense canviar res de l'esquelet dels productes d'ARGOS sigui capaç de mostrar les capes vectorials si aquestes son requerides desde la base de dades.

En segon lloc, aquestes capes han d'aportar alguna cosa més que les capes rasteritzades que ja existien. És a dir, aquestes capes, a part de mostrar la informació de manera vectorial ha de permetre una millora de l'ús de l'aplicació proporcionant noves formes d'interacció amb els mapes.

1.3 Actors implicats

Hi ha diverses parts interessades en el correcte desenvolupament del projecte. A continuació es descriuen aquests actors:

1.3.1 HYDS

Hydrometeorological Innovative Solutions. Empresa que ofereix solucions innovadores en l'àmbit de la hidrometeorologia.

És l'empresa propietària d'ARGOS. Amb aquest projecte pretén millorar els productes que ofereixen per tal de mostrar-se com una opció més atractiva cap a nous clients i poder assentar-ne les bases per oferir nous productes en un futur pròxim.

1.3.2 Clients

Tots els clients que utilitzen els productes de HYDS, com poden ser el CECAT⁴, Met Éireann⁵ o IMIDA⁶ entre altres, tenen interès en el projecte de cara a disposar d'un millor producte.

⁴Centre de Coordinació Operativa de Catalunya (CECAT) [4]

⁵Met Éireann - The Irish Meteorological Service [11]

⁶Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA) [9]

Un dels clients més interessats en la introducció de les capes vectorials és la Association Climatologique de la Moyenne Garonne (ACMG)⁷. Associació que dona suport a les parts interessades en l'adaptació al canvi climàtic, siguin rurals, periurbanes, industrials o urbanes.

Són un dels clients de la plataforma ClimAlert⁸, una plataforma que utilitza com base la d'ARGOS. El seu paper en el projecte és donar feedback sobre els canvis que es van introduint i facilitar als desenvolupadors fer canvis o adaptar les solucions a les necessitats del client.

1.3.3 Desenvolupadors

El projecte s'ha desenvolupat en conjunt amb diversos desenvolupadors i el cap de projecte.

Jo, com desenvolupador principal, he estat l'encarregat del disseny, la implementació i la documentació del projecte. En Guillem Queralt ha donat suport de back-end al projecte i en Rafael Sánchez-Diezma ha supervisat tot el treball i s'ha encarregat de la comunicació amb els clients.

1.4 Motivació

Aquest projecte ha estat proposat per HYDS per millorar l'aspecte visual i funcional de la seva plataforma de gestió d'emergències hidrometeorològiques ARGOS.

Per tant, el desenvolupament del projecte i la implementació de les capes vectorials en els productes de HYDS està motivat per poder oferir un servei d'avís d'emergències que sigui fluid, agradable visualment i que mostri eficaçment les dades rellevants per a cada cas.

Respecte a la motivació personal, desde el primer moment el projecte em va cridar l'atenció. No havia treballat mai amb mapes, així que em va semblar una oportunitat perfecte per aprendre com funcionen i com es poden millorar.

1.5 Metodologia i rigor

Per desenvolupar aquest projecte s'ha seguit una metodologia iterativa i incremental. Aquesta metodologia consisteix en dividir el projecte en diverses tasques més simples d'una estructura similar, a les que anomenarem iteracions. I que aniran incorporant de forma incremental aquests petits canvis fins a obtenir el resultat esperat.

A cada una d'aquestes iteracions hi ha una etapa d'anàlisi i disseny, desenvolupament i validació. Que es realitzaran en estreta col·laboració amb la resta del equip de HYDS encarregats de la plataforma ARGOS.

⁷ Association Climatologique de la Moyenne Garonne (ACMG) [3]

⁸ ClimAlert [5]

Així, aquest model ens permet desenvolupar inicialment versions simples del projecte però que continguin tot el necessari per poder tenir un producte funcional a les diferents fases del desenvolupament.

1.6 Eines utilitzades

Tenint en compte la metodologia a seguir, les següents eines han sigut de gran utilitat per aconseguir els objectius establerts.

- **Jira.** Eina software dissenyada per la gestió de projectes. Molt útil per treballar amb una metodologia iterativa, ja que ens dóna la capacitat d'especificar bé les diferents tasques a realitzar i assignar-hi dates límits per portar al dia tota la feina.
- **Git.** Sistema de control de versions dissenyat per optimitzar el flux de treball. De gran utilitat per gestionar les diferents iteracions i millores del projecte.
- **Overleaf.** Eina col·laborativa per crear i publicar documents en LATEX. Aquest document s'ha creat a través d'aquesta eina, que ens ajuda entre moltes altres funcionalitats, a portar una revisió dels canvis realitzats i poder accedir als mateixos des de qualsevol lloc.
- **Google Drive.** Servei d'emmagatzematge al núvol. Ens permet emmagatzemar còpies de seguretat encriptades de la documentació del projecte.
- **Google Docs.** Editor de text online vinculat a Google Drive que ens permet accedir i editar documents desde qualsevol dispositiu amb accés a internet. Amb aquesta eina s'ha escrit els primers esborranys d'aquest document.
- **Gmail.** Servei de correu electrònic de Google. Molt útil per comunicar-me amb els companys i mantenir-los informats sobre com avança el projecte. També el faig servir per portar un resum de que feina he fet cada dia.
- **Agenda personal.** Agenda de paper que utilitzo per apuntar les hores de treball, organitzar el dia i planificar la càrrega de treball setmanal. Sembla mentida però escriure en un paper les idees o les tasques a fer del dia m'ajuden moltíssim a centrar-me i aprofitar tota la jornada.

1.7 Mètode de validació

El projecte s'ha anat validant amb una sèrie de reunions amb el director del projecte i la resta de l'equip de desenvolupadors de HYDS. En aquestes reunions s'ha discutit l'evolució de les iteracions del projecte i el feedback dels clients. L'objectiu d'aquestes reunions era definir els pròxims passos a tindre en compte per aconseguir un producte final robust, funcional i que es pogués adaptar a les necessitats de cada client de manera modular i personalitzada.

1.8 Relació amb l'especialitat

Diversos coneixements que s'han adquirit durant la carrera han influenciat l'estil de treball i el disseny de la implementació del projecte. Entre aquests coneixements podem destacar les metodologies de treball emparades, com les reunions diàries de seguiment, i les bones pràctiques a l'hora de desenvolupar codi com els principis SOLID.⁹

Tots aquests coneixements s'han utilitzat amb l'objectiu d'aconseguir desenvolupar un producte sostenible en el temps, robust i de qualitat.

1.8.1 Competències tècniques

A continuació es llisten les competències tècniques associades a aquest projecte.

- CES1.1: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes i serveis software complexos i/o crítics. [En profunditat]

Durant el desenvolupament del projecte s'ha estat treballant amb dades de sensors meteorològics que donen informació crítica sobre la situació climatològica de la zona. Ha sigut, per tant, molt important tractar correctament aquestes dades per no donar informació errònia al client. També és crucial que cap producte comercial perdi l'accés a dades crítiques i, com a resultat, tot el desenvolupament s'ha realitzat en branques paral·leles a la branca de producció.

- CES1.2: Donar solució a problemes d'integració en funció de les estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles. [Bastant]

Durant el desenvolupament del projecte s'han requerit coneixements de diferents sistemes i protocols per poder treballar amb dades procedents de serveis web com Geo-Server.

- CES1.9: Demostrar comprensió en la gestió i govern dels sistemes software. [En profunditat]

HYDS és una empresa que treballa juntament amb multitud d'organitzacions, associacions i organismes governamentals. Mantenir relacions simbiòtiques amb els seus clients i proveïdors és clau per poder oferir productes innovadors i diferenciadors.

- CES2.1: Definir i gestionar els requisits d'un sistema software. [Bastant]

Abans de dissenyar i implementar els canvis de capes rasters a capes vectorials s'ha hagut de definir molt bé què es volia aconseguir amb aquest canvi, començant per

⁹Martin [10]

quines limitacions hi havia. Aquesta identificació i definició de requisits ha sigut clau en cada iteració del projecte, ja que ha permès definir clarament què es volia fer en cada una d'aquestes etapes. D'aquesta manera obtenim un producte que funcioni, amb una base sòlida i incrementant en cada etapa la seva robustesa i qualitat.

2 Planificació temporal

2.1 Introducció

El projecte va començar el mateix moment en el qual vaig entrar a fer les pràctiques el novembre de 2021. El projecte no té data de finalització concreta així que per aquest motiu en aquest document es descriuran les tasques dutes a terme entre novembre de 2021 i abril¹⁰ de 2022.

Tenint present que faig una jornada laboral de 4 hores diàries, dedicaré 500 hores aproximadament¹¹ al desenvolupament del projecte i d'altres eines o tasques que em proposi l'empresa. Per la part de la documentació del treball, preparació de les presentacions i temps dedicat a les entregues de GEP, es dedicaran unes 200 hores aproximadament. Llavors, el temps total que dedicaré al projecte seran d'unes 700 hores.

2.2 Tasques

A continuació, es detalla les tasques del projecte classificades segons si són de gestió del projecte o de desenvolupament.

2.2.1 Tasques de gestió

- **TG1 → Contextualització i abast:** Redacció del primer lliurament de GEP on s'explica el context del projecte, la seva justificació, el seu abast i la metodologia que s'utilitza. Dependències: sense dependències.
- **TG2 → Planificació temporal:** Redacció del segon lliurament de GEP on es troba la proposta de planificació de tasques amb el seu diagrama de Gantt i la gestió dels riscos. Dependències: TG1.
- **TG3 → Pressupost i sostenibilitat:** Redacció del tercer lliurament de GEP on es consideren els pressupostos i l'informe de sostenibilitat del projecte. Dependències: TG2.
- **TG4 → Integració del document final:** Redacció del document de GEP on s'agreguen els tres lliuraments amb els canvis pertinents tenint en compte el *feedback* dels professors. Dependències: TG3.
- **TG5 → Esborrany de la documentació final:** Redacció de l'esborrany de la memòria que s'entrega al finalitzar el TFG. Dependències: TG4.
- **TG6 → Documentació de la memòria final:** Redacció de la memòria del projecte. Dependències: TG5.
- **TG7 → Preparació de la presentació final:** Preparació de la presentació del treball. Dependències: TG6.

¹⁰Data encara per confirmar

¹¹Calcul de les hores: $4\text{h/d} * 25\text{s} * 5\text{d/s} = 500\text{h}$

2.2.2 Tasques de desenvolupament

Algunes tasques estan per confirmar, poden canviar en un futur o es poden afegir de noves en funció de com avanci el projecte.

Abans de continuar, una petita llegenda per facilitar la lectura:

- Capa *raster* → [CR]
- Capa vectorial → [CV]
- *GeoServer*¹² → [GS]
- Base de dades → [BD]
- *OpenLayers*¹³ → [OL]

Anàlisi del funcionament i estructura de la plataforma ARGOS¹⁴

Tasques relacionades amb la familiarització de l'entorn de treball.

- **AF1** → **Estudi de la plataforma ARGOS:** En començar a treballar amb una plataforma que ja és un producte comercial el primer és aprendre com està muntada i com funciona. Un cop ben coneguda la plataforma ja podem començar a fer feina. Dependències: cap.
- **AF2** → **Estudi del back-end i del GS d'ARGOS:** Tot i que el projecte no tracta directament amb tasques de *back-end* cal tindre una visió general per poder treballar més fàcilment amb les crides a la BD i al GS on s'emmagatzemen les capes. Dependències: AF1.

Documentació, funcionament i implementació de les CV

Tasques relacionades amb l'ús i funcionament de les CV.

- **UFV1** → **Estudi de la llibreria OL:** La tasca consisteix a aprendre com funciona OL, la llibreria utilitzada per visualitzar els mapes. Dependències: AF2.
- **UFV2** → **Enteniment de les CR:** La tasca consisteix a aprendre com es demana, rep i gestiona la informació de les CR. Dependències: Ufv1.
- **UFV3** → **Enteniment de les CV:** La tasca consisteix a aprendre com es demana, rep i gestiona la informació de les CV. Dependències: Ufv1.

Integració en ARGOS-nbs

Tasques relacionades amb la integració de les CV a ARGOS-nbs.

¹²*GeoServer* [7]

¹³*OpenLayers* [12]

¹⁴*ARGOS* [2]

- **NBS1 → Visualització d'una CV:** L'objectiu de la tasca és carregar una CV dintre del producte ARGOS-nbs. Dependències: Entendre com funcionen i s'implementen les CV.
- **NBS2 → Obtenció de la CV del GS:** Un cop veiem que podem carregar CV al ARGOS-nbs. Carregarem les CV directament des de el GS. Dependències: NBS1.
- **NBS3 → Obtenció i visualització dels instants en la CV:** Quan ja es pot carregar CV des de el GS, carregarem les diferents instàncies temporals per visualitzar-les. Dependències: NBS2.
- **NBS4 → Gestió dels instants en la CV:** No podem carregar totes les instàncies de la CV de cop perquè podria arribar a ser un problema. És per això que cal gestionar com s'emmagatzemen de manera local. Dependències: NBS3.
- **NBS5 → Animació dels instants en la CV:** El producte ARGOS-nbs requereix que es pugui visualitzar l'evolució dels sensors en el temps i, per tant, cal fer que les transicions entre instants siguin fluides. Dependències: NBS4.
- **NBS6 → Interacció amb la CV:** La tasca consisteix a visualitzar un pop up en clicar a l'icona del sensor o quan es passa per sobre. Dependències: NBS2.
- **NBS7 → Mapa interactiu amb comptes de demostració:** La tasca consisteix a visualitzar un mapa on es mostrin les localitzacions dels comptes i serveix per iniciar sessió des de allà. També cal que mostri una demo dels comptes habilitats per fer-ho. Dependències: NBS2.

Integració de CV en altres productes d'ARGOS

Tasques relacionades amb la integració de les CV en altres productes de la plataforma ARGOS.

- **ARG1 → Integració de CV en ClimAlert:** La tasca consisteix a integrar les CV a ClimAlert. Dependències: cap.

Fase de proves de les CV

Tasques relacionades en testejar les capacitats, els límits i el potencial de les CV. Aquestes tasques s'han dut a terme en estones lliures com a part d'aprenentatge autònom.

- **TCV1 → Demo *Lots of Vectors*:** La tasca consisteix a desenvolupar una petita demo on és dur a terme un test d'estrés de les CV per analitzar el nombre màxim de vectors suportats. Dependències: cap.
- **TCV2 → Millorar el rendiment amb clusters:** Després de provar els límits de les CV es tracta de millorar el rendiment fent ús de clusters per agrupar els vectors propers i aconseguir un rendiment superior. Dependències: TCV1.

- **TCV3 → Demo carreteres:** La tasca consisteix a desenvolupar una petita demo on es visualitzen trams de carretera i es prova com optimitzar aquest tipus de CV. Dependències: cap.

Millores del rendiment de les CV i les crides a la BD

Tasques relacionades amb les crides a la BD i el rendiment de les CV

- **MR1 → Canviar a crides a la BD més eficients:** La tasca consisteix a gestionar les noves crides a la BD on les CV és reben de manera que no es demanen dades que ja són conegudes. Dependències: aquesta tasca depèn dels companys que treballen al *back-end*. Es podrà dur a terme quan estiguin llestes les noves crides.

Capas vectorials multiproducte

Tasques relacionades amb les CV multiproductes

- **MP1 → Implementació de les capas multiproducte:** La tasca consisteix a implementar CV on es pugui interactuar amb més d'un producte. Dependències: MR1

Suport al desenvolupament de la plataforma ARGOS

Tasques relacionades amb el suport al desenvolupament de la plataforma ARGOS.

- **SUP1 → Creació d'un mòdul de gestió de comptes per ClimAlert:** La tasca consisteix a crear un mòdul per ClimAlert des d'on gestionar els comptes de l'usuari.

2.3 Recusos

Per dur a terme el projecte cal una sèrie de recursos indispensables. Aquests recursos els podem distingir entre recursos humans i materials.

A continuació es descriuen els recursos humans (taula 1) amb els rols necessaris per al desenvolupament del projecte.

RECURS	DESCRIPCIÓ
Product Owner [PO]	Encarregat que s'assegura de que el producte que s'està desenvolupant aporta valor a l'empresa. Representa a les parts interessades i dona suport a tot l'equip.
Cap de projecte [CP]	Encarregat de tota la gestió del projecte, de comprovar la correcta realització i de realitzar tota la documentació necessària
Dissenyador de software [DS]	Encarregat del disseny i estructura del projecte
Enginyer de software [ES]	Encarregat de la implementació de les diferents tasques
Tester [T]	Encarregat de comprovar que l'eina desenvolupada funciona correctament i de la forma esperada

Taula 1: Recursos humans

Durant el desenvolupament del projecte jo desenvoluparé els rol de dissenyador de software, enginyer de software y tester. El rol de cap de projecte també el desenvoluparé jo sota la tutela d'en Guillem Quetglas i el director del projecte en Rafael Sánchez-Diezma qui s'encarregaran de comprovar que s'està realitzant correctament.

Pel que fa als recursos materials trobem necessaris els següents recursos hardware (taula 2).

RECURS		
Ordinador personal [OP]	Descripció	On es realitzarà gran part de la feina de documentació
	Característiques	PC, AMD Ryzen 5 3600 @ 3.6GHz, 6 cores
Ordinador portàtil personal [PP]	Descripció	On es realitzarà el desenvolupament del projecte de forma remota
	Característiques	PC, Intel i7 8550U @ 1.8GHz, 2 cores
Ordinador d'empresa [OE]	Descripció	On es realitzarà el desenvolupament del projecte
	Característiques	PC, AMD Ryzen 5 3600 @ 3.6GHz, 6 cores
Servidor [S]	Descripció	On s'executarà l'eina durant el procés de desenvolupament
	Característiques	Servidor, Intel Xeon E5-2670 v3 @ 2.30GHz, 48 cores

Taula 2: Recursos hardware

2.4 Riscos

Com el projecte va començar al novembre tinc disponible bastant de temps per si hi ha qualsevol entrebanc. Això no vol dir que no hagi subestimat el temps de cada tasca, és més, per les tasques que encara no s'han començat he sobreestimat una mica. Tot i tindre un coixí ben ample de temps no fa cap mal analitzar alguns dels riscos que em puc topar:

- **Caiguda del servidor:** el servidor pot caure, però això no m'afectarà més que en la capacitat d'iniciar sessió o obtenir dades des del GS. Aquests inconvenients es poden sobrepassar accedint directament a la vista que estigüés treballant i utilitzant dades dummy en un entorn purament de desenvolupament i testing. Grau del risc: mitja. Probabilitat: baixa.
- **Pèrdua de l'equip:** com treballo amb el portàtil que em porto a la universitat es pot perdre o trencar, però no hi haurà cap problema, ja que tot el projecte és a un repositori al núvol igual que tota la documentació. Grau del risc: mitja. Probabilitat: molt baixa.
- **Dependència de l'equip de *back-end*:** com no treballo directament al *back-end* quan hi ha algun canvi em pot afectar el codi que ja tenia. Aquesta situació hauria de ser molt estrany que succeís però si es dona el cas l'equip de *back-end* es reunirà amb mi per explicar-me els canvis i facilitar-me les correccions que cal aplicar. Grau del risc: mitja. Probabilitat: mitja.
- **Desviació del planning:** és possible que el planning es vegi afectat per diferents aspectes com poden ser malalties o canvis en el projecte. També és possible que hagi

de participar en el desenvolupament d'altres aplicacions i hagi de deixar el projecte durant uns dies. Grau del risc: alt. Probabilitat: baixa.

- **Entregues ajustades:** les entregues de GEP i del TFG es poden complicar per canvis d'última hora o a una mala planificació del temps. Grau del risc: baix. Probabilitat: baixa.

2.5 Estimació i Gantt

A continuació es llisten totes les tasques amb les hores previstes per finalitzar-les, juntament amb els recursos humans i de hardware que es necessiten per fer-les. S'ha representat les dependències que tenen les tasques amb un diagrama de Gantt¹⁵, d'aquesta manera també es veu ràpidament com quedarà el calendari que es té previst per dur a terme aquest projecte.

ID	TASCA	HORES	RR HH	RR HW
TG1	Contextualització i abast	20	CP	OP
TG2	Planificació temporal	12	CP	OP
TG3	Pressupost i sostenibilitat	20	CP	OP
TG4	Integració del document final	20	CP	OP
TG5	Esborrany de la documentació final	80	CP	OP
TG6	Documentació de la memòria final	20	CP	OP
TG7	Preparació de la presentació final	20	CP	OP
AF1	Estudi de la plataforma ARGOS	24	DS	OE, PP, S
AF2	Estudi del back-end i del GS d'ARGOS	8	DS	OE, PP, S
UFV1	Estudi de la llibreria OL	8	ES	OE, PP
UFV2	Enteniment de les CR	8	ES	OE, PP
UFV3	Enteniment de les CV	8	ES	OE, PP
NBS1	Visualització d'una CV	24	ES	OE, PP
NBS2	Obtenció de la CV del GS	20	ES	OE, PP, S
NBS3	Obtenció i visualització dels instants en la CV	16	ES	OE, PP, S
NBS4	Gestió dels instants en la CV	20	ES	OE, PP, S
NBS5	Animació dels instants en la CV	20	ES	OE, PP, S
NBS6	Interacció amb la CV	12	ES	OE, PP, S
NBS7	Mapa interactiu amb comptes de demostració	32	ES	OE, PP, S
ARG1	Integració de CV en ClimAlert	84	ES	OE, PP, S
TCV1	Demo Lots of Vectors	16	T	OE, PP
TCV2	Millorar el rendiment amb clusters	12	T	OE, PP
TCV3	Demo carreteres	8	T	OE, PP
MR1	Canviar a crides a la BD més eficients	20	ES	OE, PP, S
MP1	Implementació de les capes multiproducte	40	ES	OE, PP, S
SUP1	Creació d'un mòdul de gestió de comptes per ClimAlert	68	ES	OE, PP, S

Taula 3: Estimació d'hores i recursos de les tasques

¹⁵ *Diagrama de Gantt* [6]

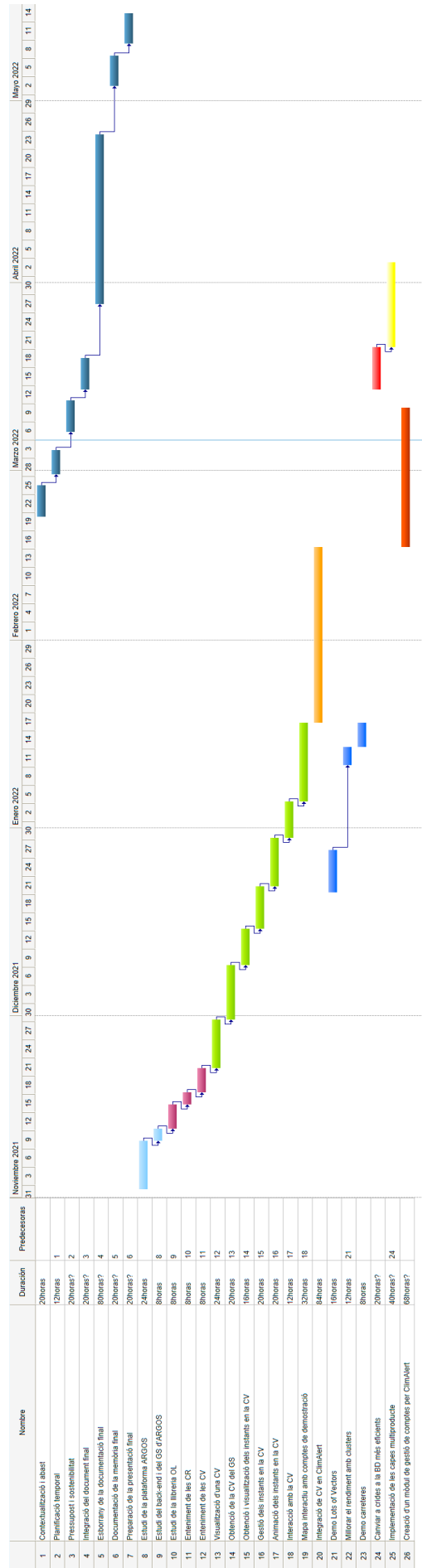


Figura 3: Diagrama de Gantt

2.6 Valoració d'alternatives

Durant el procés de planificació i també durant el desenvolupament del projecte se n'han anat d'escrivent i analitzant diferents alternatives per implementar les capes vectorials.

Aquestes alternatives es discuteixen més endavant a l'apartat de desenvolupament, ja que, en treballar amb una metodologia iterativa, la solució ha anat evolucionant a poc a poc amb cada iteració on s'han descartat parts d'aquesta i s'han millorat d'altres.

2.7 Contratemps i canvis en la planificació

No hi ha hagut cap contratemps major en la planificació del projecte, però sí que s'ha produït un enrederiment de la redacció de la memòria al tindre que dedicar un temps a fer uns canvis relacionats amb la tasca *ARG1* on el client va demanar modificar la visualització del popup i canviar com es mostren les gràfiques.

3 Especificació de la solució

En aquest capítol es descriuen els requisits del sistema, les tecnologies emprades i l'arquitectura del projecte. També es fa una petita descripció del funcionament.

3.1 Requeriments

Per implementar capes vectorials, la solució a la qual s'ha d'arribar ha de complir els següents requeriments:

- Es permet la visualització de capes vectorials a la plataforma ARGOS,
- Es permet la interacció amb les capes vectorials en fer clic,
- Es permet la interacció amb les capes vectorials en passar amb el ratolí per sobre d'un element,
- Es permet la visualització de múltiples capes independentment del tipus (raster o vectorial),
- El visor mostra icones vectorials (svg) que s'adapten al nivell de zoom en temps real,
- El visor té estils dinàmics pels elements vectorials que canvien en funció de les dades,
- Les capes suporten canvis dinàmics de la seva opacitat,
- El visor és capaç de mostrar animacions fluides sense càrregues ni papapeixos entre instants,
- El sistema és eficient amb el nombre de crides a la BD,
- El sistema guarda les dades dels elements i la seva geometria i així evitar demanar dades que ja es coneixen,
- El sistema actualitza les dades de forma automàtica i periòdica.

3.2 Tecnologies

3.2.1 GeoServer

GeoServer és un servidor de codi obert que ens permet visualitzar mapes i que treballa amb l'estàndard Web Feature Service (WFS) que ens permet utilitzar i interactuar amb objectes geogràfics vectorials.

A la plataforma ARGOS ja es fa servir GeoServer, però amb l'estàndard Web Map Service (WMS), més adequat i flexible per les capes raster. És per aquest motiu que s'ha decidit continuar fent ús d'aquest servidor, ja que el canvi d'estàndard no suposa cap problema.

3.2.2 OpenLayers

OpenLayers és una llibreria de codi obert de JavaScript que serveix per visualitzar mapes des de el navegador. La plataforma d'ARGOS està construïda sobre aquesta llibreria i s'utilitza per carregar els mapes i elements que es generen al GeoServer.

OpenLayers ofereix un gran ventall d'opcions i és molt flexible a l'hora de treballar amb múltiples capes de diferents tipus. També és capaç de suportar un nombre prou elevat de dades i capes al mateix temps, cosa que rellevant pel tipus de producte que és ARGOS.

3.3 Arquitectura

L'arquitectura del projecte és la següent:

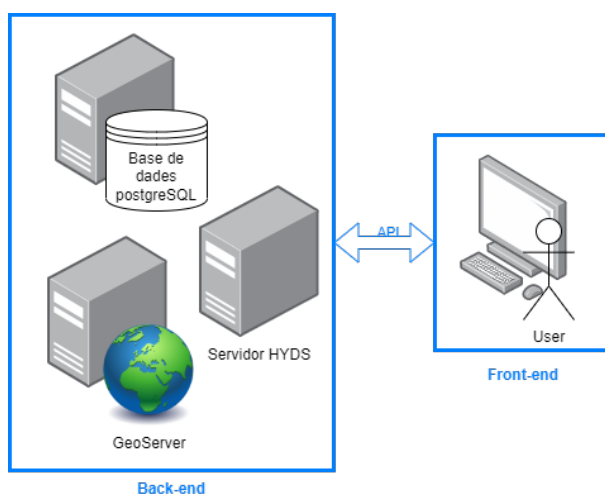


Figura 4: Diagrama de l'arquitectura del projecte

De manera simplificada, l'arquitectura es divideix en dos grups:

- **Front-end:** pàgina web des d'on l'usuari interactua directament amb el visor. Funciona amb diverses tecnologies, llibreries i llenguatges com HTML, CSS, JavaScript, i Openlayers.
- **Back-end:** el formen els diferents servidors que utilitza l'aplicació tant per identificar a l'usuari i els serveis i productes que té contractats com per rebre les dades per mostrar al visor.

Aquests grups es comuniquen mitjançant una API que funciona com enllaç entre els grups per intercanviar informació fàcilment.

3.4 Descripció del funcionament

Ens farem una idea general del funcionament de l'aplicació amb un diagrama de flux que resumeix com és la solució.

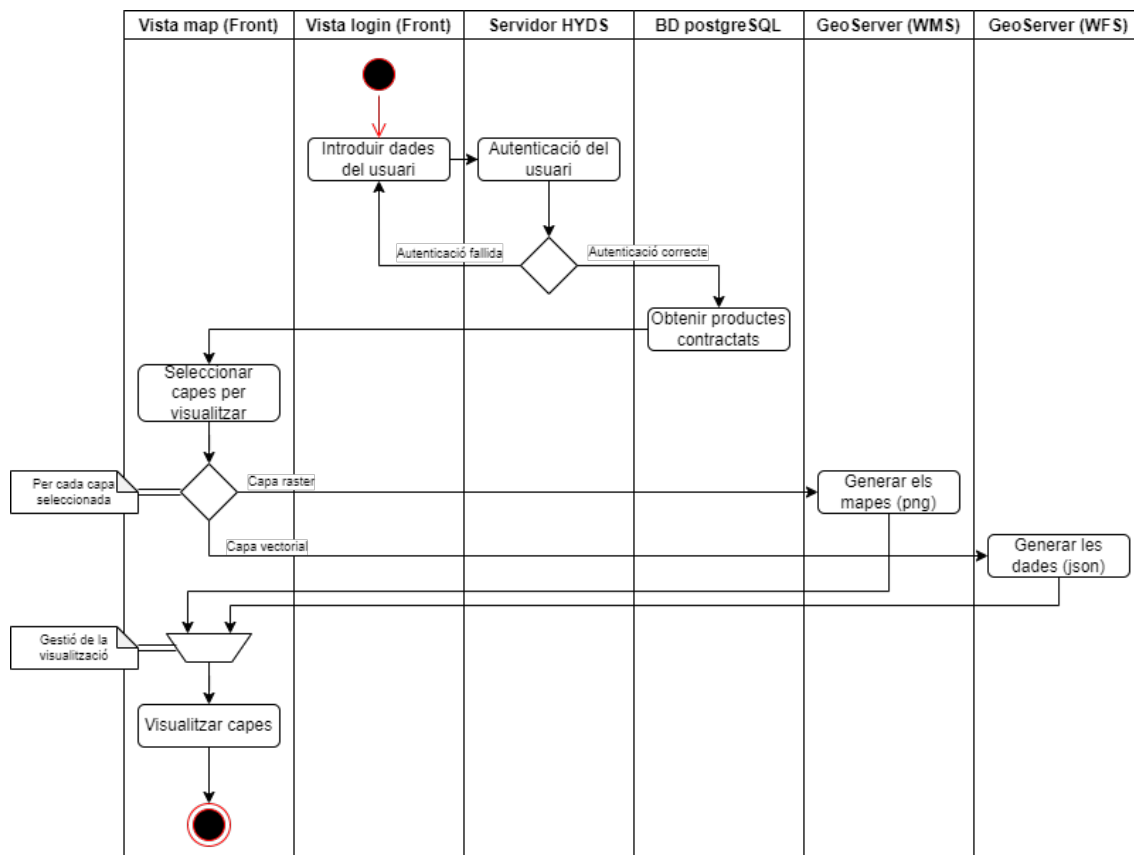


Figura 5: Diagrama de flux de funcionament

Com es pot veure en la figura 5, el funcionament de l'aplicació, els processos per visualitzar les capes del mapa, és senzill pel que fa als passos que s'han de realitzar. Un cop un usuari ha fet el login correctament se'l dirigeix cap a la vista del mapa amb la llista de productes que té contractats al seu compte. A continuació es fa una petició o una altra en funció del tipus de capa al servidor de GeoServer. Finalment es visualitzen.

Més endavant, en el capítol 5, veurem els diferents enfocaments de la gestió de la visualització de les capes d'aquest diagrama i com ha anat evolucionant i canviant durant el desenvolupament del projecte.

Deixant de costat el desenvolupament per un moment, veiem com quedaria la solució final, amb tots els requeriments assolits, un cop implementada.

A la figura 6 tenim el que veu un usuari just després d'iniciar sessió amb el seu compte. En aquest cas l'usuari del compte és el Centre de Coordinació Operativa de Catalunya (CECAT)¹⁶.

¹⁶Centre de Coordinació Operativa de Catalunya (CECAT) [4]

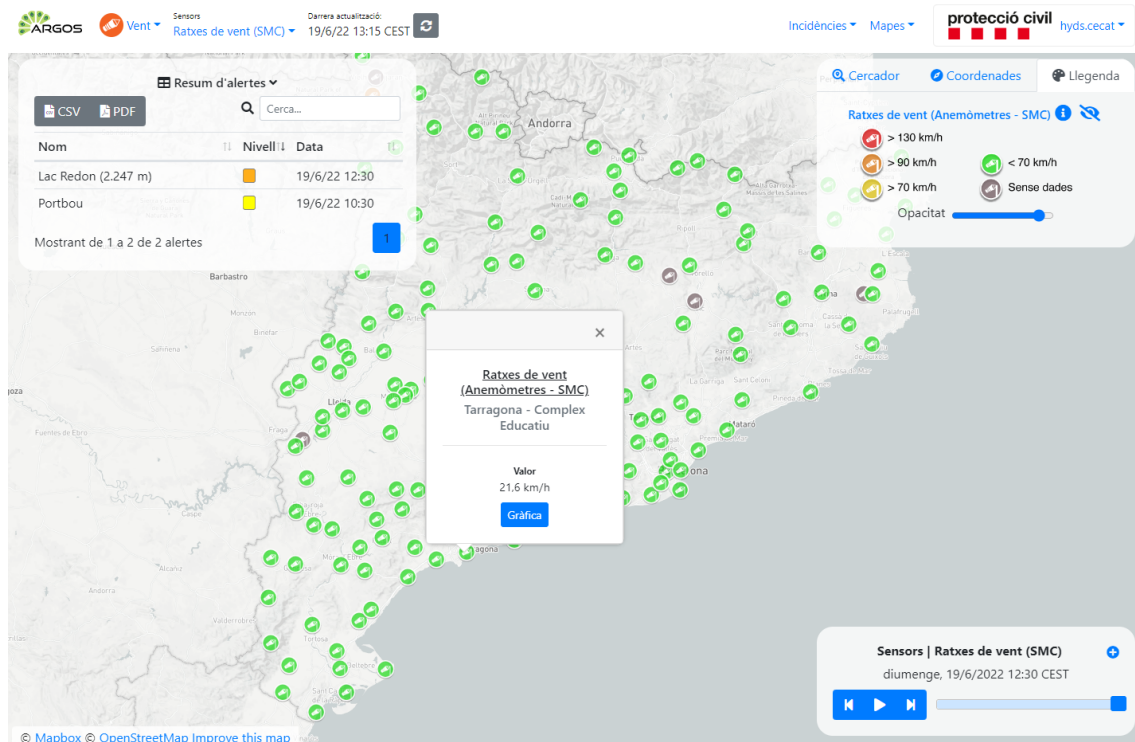


Figura 6: Captura del visor

Si naveguem d'esquerra a dreta pel menú superior, ens trobem les següents opcions (podem variar una mica en funció del visor o dels productes que s'estan mostrant): un parell de desplegable per seleccionar el tipus de perill i el producte que es vol visualitzar, la data de la darrera actualització de les dades, uns desplegable que permeten veure diferents overlays per canviar l'aspecte del visor i el menú del compte de l'usuari.

Passant al visor tenim el mapa amb diversos panells. El de la part superior esquerra conté una llista amb les alertes que són actives, l'usuari pot fer clic sobre una i el mapa farà zoom a la zona de l'alerta.

Després tenim el panell de la part superior dreta on jutgem diferents pestanyes que ens permeten fer una cerca de punts concrets al mapa amb noms de llocs o amb coordenades específiques, però la pestanya més rellevant és la de la llegenda on podem veure els diferents productes que s'estan visualitzant amb una llegenda que indica el significat de cada icona i una barra amb la qual es pot canviar l'opacitat de cada capa o producte.

Finalment, l'últim panell, el de la part inferior dreta, tenim la línia de temps, una barra amb la qual ens podem desplaçar en el temps per visualitzar les dades de diferents instants. També tenim tres botons per passar a l'instant anterior, al següent o per reproduir l'animació que anirà avançant els instants.

A l'hora d'interactuar amb els elements que apareixen al mapa es pot fer clicant sobre

ells i, com que a figura 6 es mostren productes vectorials, també es pot interactuar deixant el ratolí a sobre. Quan això passa se li mostra a l'usuari un pop up com el del centre de la imatge amb la informació del sensor.

Amb les capes vectorials, l'usuari tindrà una experiència més fluida i sense interrupcions a l'hora de moure's pel mapa arrossegant-lo, fent zoom i interactuant amb ell. Tot i això, a primera vista no trobarà cap diferència amb les capes rasters, però sí que mai es trobarà amb els artefactes que se solen generar amb els rasters com: tiles no carregades, elements tallats o nivells de zoom poc adequats. Es veu un exemple d'aquests artefactes més endavant a la figura 9 en el següent capítol.

4 Punt de partida

Abans de començar amb el desenvolupament de la solució, en aquest capítol es descriu el punt de partida del projecte.

El projecte parteix com una evolució i millora de la plataforma ARGOS, una plataforma que ofereix eines per visualitzar dades meteorològiques sobre un mapa. Aquesta plataforma i tots els productes que deriven estan construïts per mostrar les dades en forma de capes raster. Veiem com funcionen aquestes capes:

4.1 Funcionament de les capes raster

L'estructura de classes que segueix l'aplicació per visualitzar les capes és la que es mostra en la figura 7.

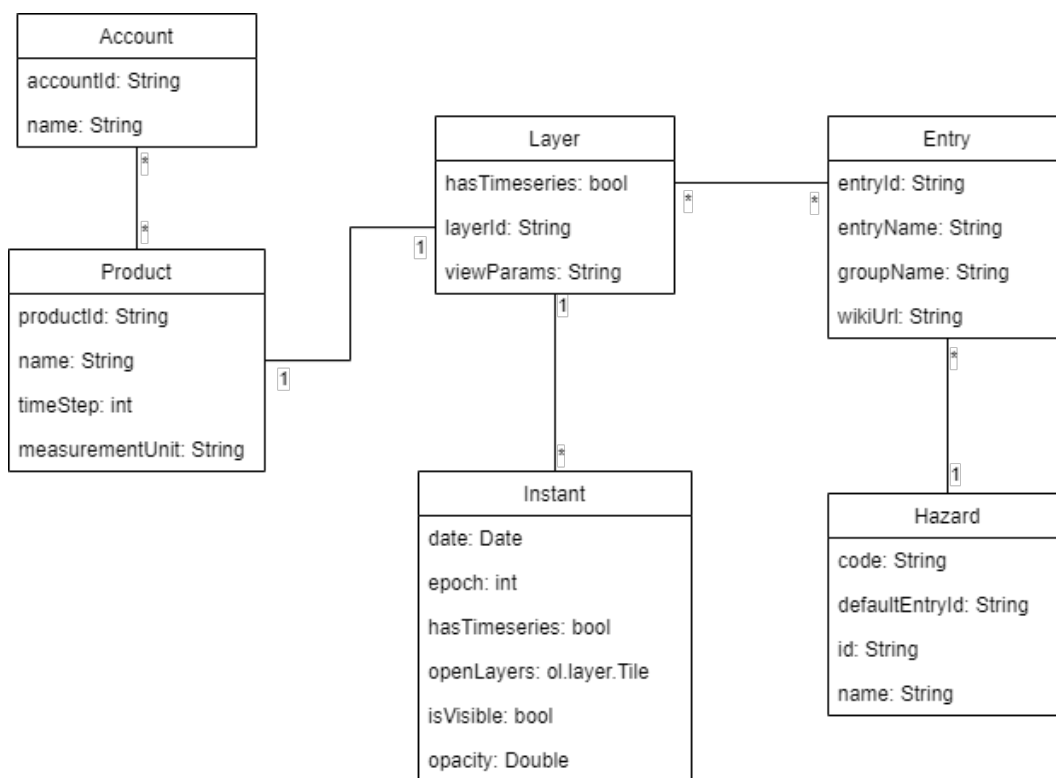


Figura 7: Diagrama de classes per la visualització de capes raster

Les parts que formen aquesta estructura són les següents:

- **Account.** Guarda la informació del compte d'ARGOS que s'està utilitzant. Té associat una sèrie de productes.
- **Product.** Guarda la informació relacionada amb el producte com són el nom, el seu id, la unitat de mesura i el temps que tarda a actualitzar les dades. Els productes estan relacionats amb una única capa.

- **Layer.** Conté la informació de la capa per visualitzar-la al mapa. Les capes tenen una sèrie d'instantants associats i pertanyen a una entry.
- **Instant.** Conté les dades que es visualitzen al mapa per cada instant de temps. Conté un booleà que indica si és visible, la data de l'instant i l'opacitat de la capa per aquest instant.
- **Entry.** És el conjunt de productes que pot visualitzar un compte. Conté un id, el nom, el nom del grup o categoria i un enllaç al manual d'ajuda corresponent. Un entry forma part d'un hazard.
- **Hazard.** Són els perills o riscos que agrupa el sistema. Conté un identificador, el nom del perill i l'identificador de l'entry seleccionada per defecte. Un hazard pot tenir diversos entries associats.

El següent diagrama mostra com s'obtenen i es visualitzen les capes raster. Bàsicament, és una versió més senzilla del diagrama 5 que es proposa per la solució.

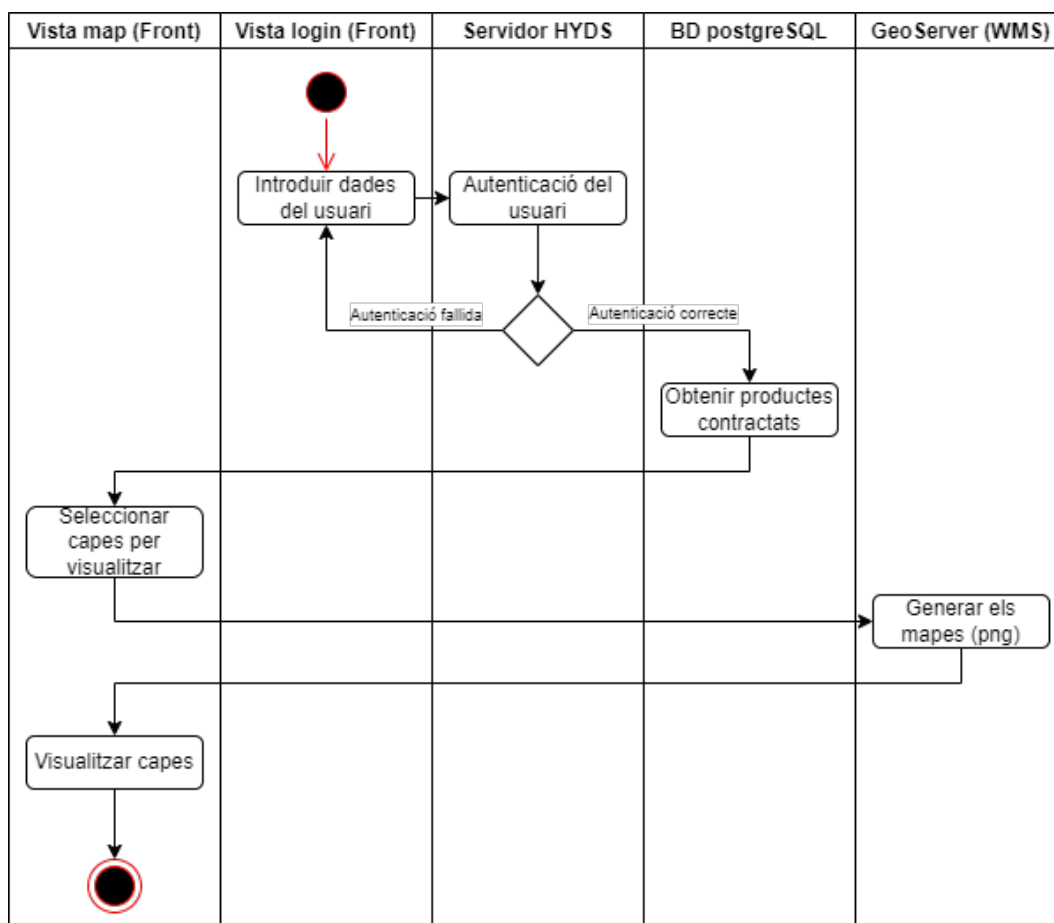


Figura 8: Diagrama. Visualització de les capes raster

La generació dels mapes al GeoServer es pot considerar la part més crítica del diagrama pel que fa al rendiment del sistema i experiència d'ús per l'usuari. Aquesta generació es fa

per trossos en forma de tiles.

Per realitzar aquesta generació ens cal conèixer la part del mapa que es vol visualitzar (també coneguda com la bounding box o bbox) i el nivell de zoom a la qual es visualitza. Com requereix d'aquests dos paràmetres això vol dir que cada cop que l'usuari desplaça la vista o fa zoom es requereix tornar a cridar al GeoServer per actualitzar les tiles. Per la resposta d'aquestes peticions, el GeoServer tracta de retornar només les tiles que creu necessàries això pot crear artefactes com tiles amb diferent nivell de zoom o features tallades com podem veure a la figura 9.

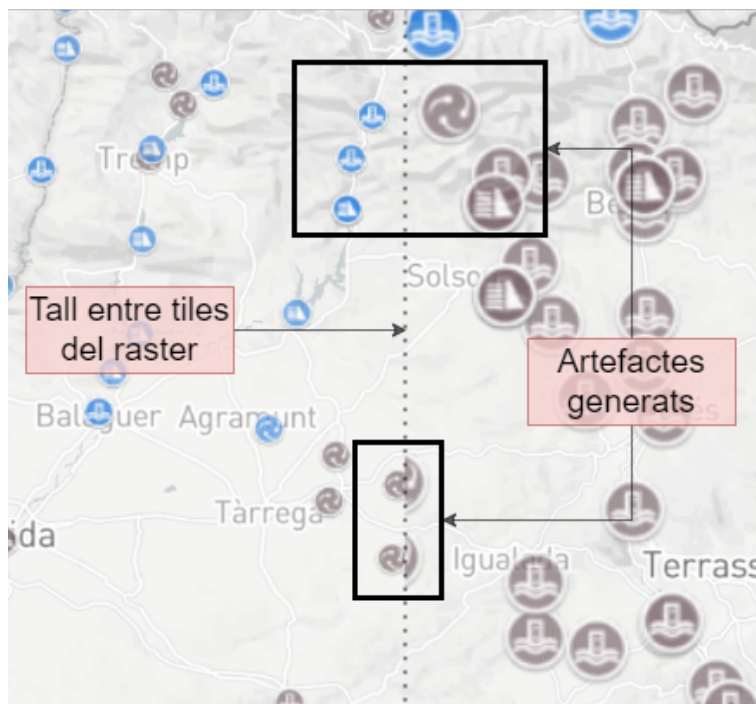


Figura 9: Artefactes generats amb les capes raster

Un cop vista la visualització de les capes raster passem a veure com s'interactua amb elles.

Com es veu a la figura 10 cada cop que l'usuari interactua clicant sobre el mapa es fa una crida al GeoServer per obtenir les dades que hi ha a les coordenades corresponents al píxel que s'ha clicat. Cal fer una crida cada cop que es clica perquè les dades que veu l'usuari no és més que una imatge sobreposada al mapa per la qual el sistema no té coneixement de quines dades representa i per aquest motiu ha de fer una petició. Aquesta petició pot no retornar res i, per tant, no es mostraria cap mena de dada. En cas de retornar alguna cosa el visor ja s'encarrega de visualitzar les dades en forma de popup.

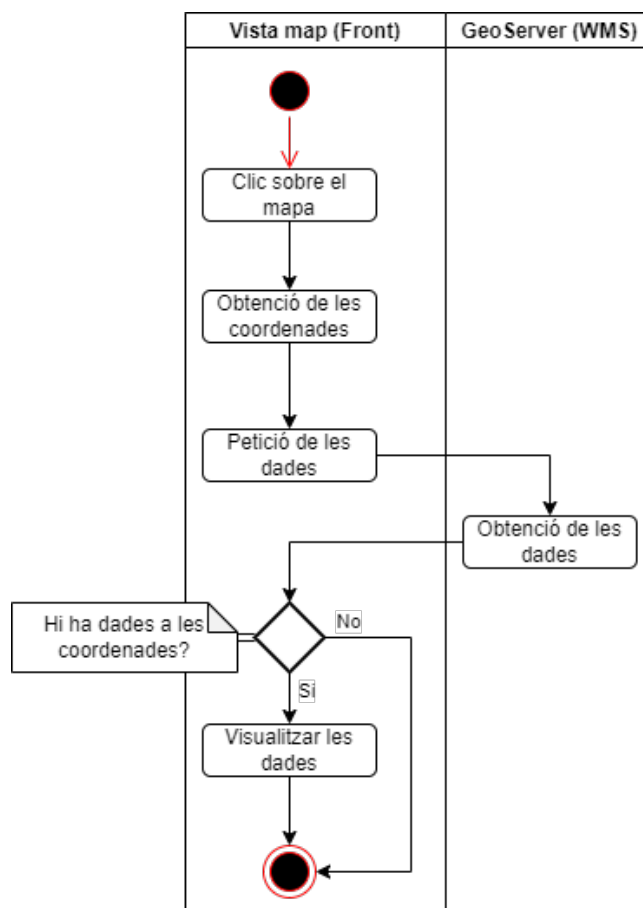


Figura 10: Diagrama. Interacció de les capes raster

4.2 Característiques de la solució inicial

Avantatges

- Fàcil implementació, és un sistema molt senzill per visualitzar dades sobre un mapa.
- Versatilitat de les capes, es poden visualitzar capes amb diferents tipus de dades sense haver de canviar la implementació de la visualització.

Inconvenients

- Poca personalització dinàmica, per canviar alguna característica s'ha de fer des de la base de dades.
- Possibilitat d'emmagatzemar tiles buides, per capes estàtiques com les d'estacions de sensors, moltes de les tiles són buides i, per tant, la majoria de les crides per obtenir les tiles seran innecessàries, ja que, per aquestes tiles, mai es retornen dades que aportin valor.
- Possibilitat de crear artefactes en canviar el nivell de zoom que empitjoren l'experiència d'ús dels usuaris.

- Crides poc eficients, per consultar el valor de qualsevol element cal fer una crida, això funciona bé per mapes tipus "heatmap" o mapes de calor on cada píxel té un valor diferent, però no és la implementació més eficient per dades de sensors estàtics.
- Impossibilitat de mostrar dades en passar per sobre d'un element, això es deu a la gran quantitat de peticions que es farien constantment al GeoServer per detectar si l'usuari té el ratolí sobre un píxel amb dades.

5 Desenvolupament

El desenvolupament de la solució ha anat evolucionant des de l'inici d'aquest projecte. Per aquest motiu el capítol de desenvolupament es divideix en tres parts.

Començant per la primera iteració de la solució on s'implementa per primer cop les capes vectorials i es tracta d'obtenir un producte funcional al més aviat possible. La segona iteració se centra en la millora del rendiment de les capes vectorials i el seu impacte en el nombre de crides al back-end. A més a més, en aquesta segona iteració s'afegeix el suport de multicapa a les capes vectorials de forma paral·lela.

5.1 Primera iteració

L'objectiu de la primera iteració és tindre funcionant les capes vectorials com més aviat millor perquè l'empresa pugui mostrar les capacitats d'aquest tipus de capa als seus clients.

Com que aquesta primera implementació de les capes és més semblant a un mockup què a un producte final s'ha optat per fer el menor nombre de canvis que afectin la base de dades. Per aquest motiu al servidor de GeoServer només s'ha creat un endpoint amb la mateixa estructura que per les capes raster canviant el tipus de servei de WMS a WFS.. Pel que fa al diagrama de classes que segueix l'aplicació no canvia respecte en utilitzar per a les capes raster (vegeu fig 7).

Obtenció de les capes vectorials

La crida per demanar la capa vectorial requereix la id del producte i l'instant de temps que es demana. L'obtenció de les dades, per tant, quedaria com a la següent figura.

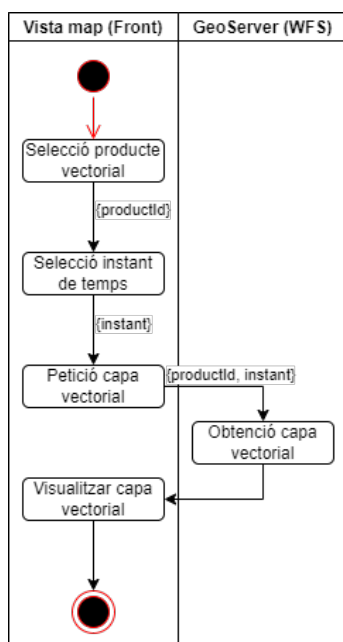


Figura 11: Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v1)

D'aquesta forma ja es poden visualitzar correctament les capes vectorials. Tot i això, no és una solució prou madura per donar per finalitzada aquesta primera iteració. Encara falta gestionar els instants carregats, l'animació de l'evolució dels instants i la interacció amb les features que es visualitzen.

Gestió dels instants

Tal com hem implementat l'obtenció i la visualització de les capes a la figura 12, quan tornem a visualitzar un instant que ja hem vist es tornarà a fer una petició, cosa que no té sentit, ja que l'havien carregat anteriorment. Per tant, per no tornar a fer peticions d'instants que ja hem carregat s'implementa una col·lecció que guarda la informació de la capa vectorial per cada instant. El diagrama de flux queda de la següent forma.

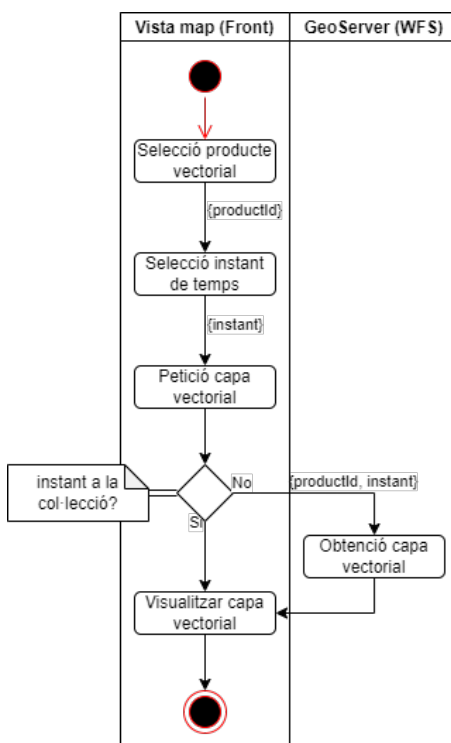


Figura 12: Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v1.1)

Animació dels instants

Per com funciona OpenLayers, en fer una petició d'un nou instant, el procés de càrrega i substitució de la informació de la capa és la següent: neteja de la capa i petició de les dades i visualització de les features. Com que les peticions no són instantànies, tarden uns mil·lisegons, hi ha un moment entre que es neteja i es torna a visualitzar la capa on no hi ha res dibuixat a la pantalla. Això produeix un parpelleig que no és agradable a la vista.

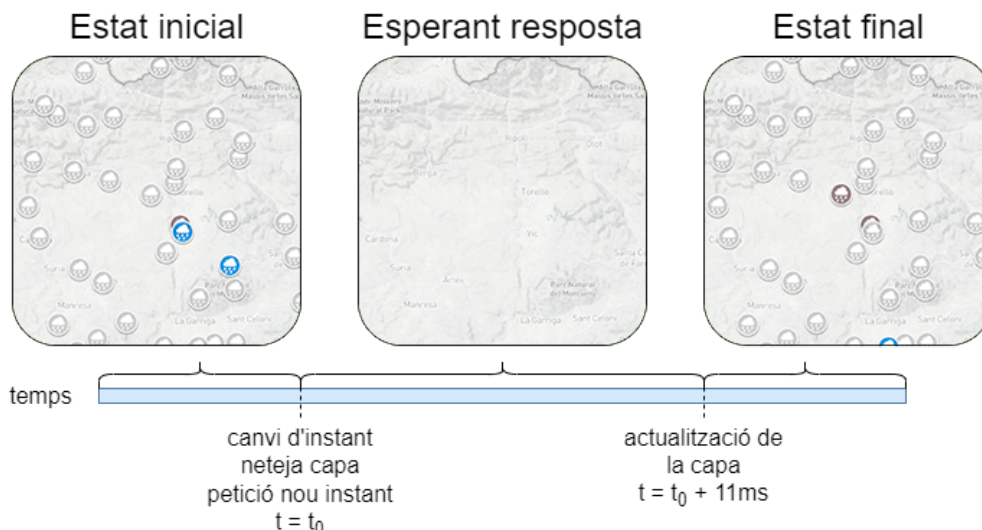


Figura 13: Exemple parpelleig en canviar d'instant

La implementació de la col·lecció que s'ha mencionat soluciona parcialment aquest problema, ja que no ha de fer una nova crida per capes que ja s'han carregat, però continua requerint carregar els instants que no s'han visitat i que continuen produint parpellejos.

Aquest parpelleig és molt notable a l'hora de reproduir l'animació de les capes (on es van veient els instants en orde un rere l'altre). Tenint en compte que el parpelleig no ocorre si l'instant ja ha sigut carregat el que s'ha implementat és una precàrrega dels instants adjacents a l'instant activa tal com es mostra a la figura 14.

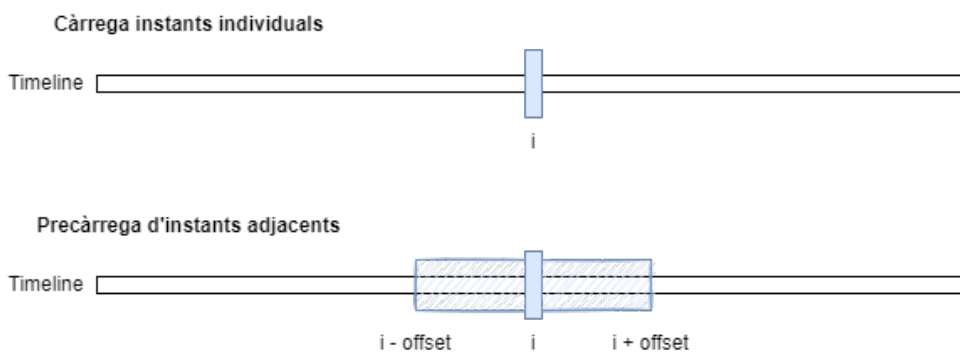


Figura 14: Precàrrega d'instants adjacents

La precàrrega consisteix a fer diferents peticions pels instants entre l'instant $i - offset$ i l'instant $i + offset$. D'aquesta manera assurem que l'animació es fa sense parpellejos. A més, tal com hem implementat la col·lecció d'instants tampoc ens hem de preocupar de carregar més d'un cop cada instant de manera innecessària.

Interacció amb les features

La interacció amb les features de les capes vectorials és molt més senzill i eficient que amb les capes raster. Com que les features contenen la seva pròpia informació, no cal fer una crida per obtenir aquestes dades. Llavors l'única cosa que cal fer és comprovar si es fa clic a sobre d'una feature. Per sort OpenLayers ja té una funció que s'encarrega d'aconseguir les features que hi ha en unes coordenades concretes. A partir d'aquest punt ja es pot visualitzar les dades com sigui més convenient. El diagrama de flux de la interacció quedaria de la següent manera.

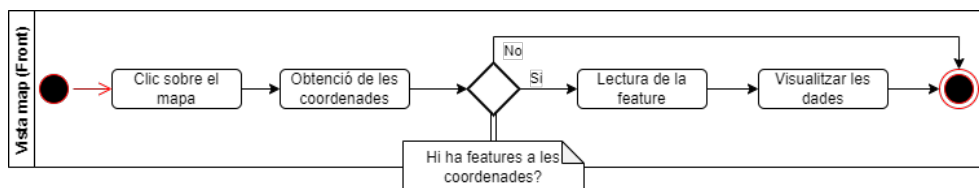


Figura 15: Diagrama. Interacció amb les capes vectorials

El tipus de visualització pel que s'ha optat és un popup on es mostra un resum de la informació, com és el nom i el valor del sensor per l'instant seleccionat, amb un botó per visualitzar un gràfic de l'evolució d'aquest valor pels instants disponibles.

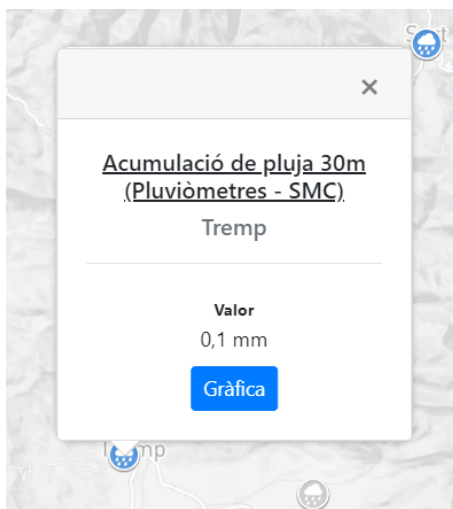


Figura 16: Popup amb informació del sensor

Per petició d'alguns clients com ACMG, al producte ClimAlert també es permet la visualització del popup quan el ratolí passa per sobre d'una feature. Aquest mode "hover" no implica cap canvi substancial a la interacció amb les capes vectorials més que la comprovació de la posició del ratolí en comptes de la del clic sobre el mapa.

5.2 Segona iteració

La primera iteració té un gran inconvenient i és el gran nombre de peticions que pot arribar a fer al back-end. A més, a això li hem de sumar que molta de la informació que demanem ja la coneixem, ja que es tracten dels mateixos sensors dels quals l'única dada que canvia és el valor que registra. Per aquest motiu, en aquesta segona iteració, es decideix separar les dades que podem anomenar estàtiques, com és la geometria, de les dinàmiques, com són els valors que registren els sensors a cada instant.

Aprofitant que cal una modificació en l'obtenció de les dades, es va decidir fer aquesta operació juntament amb els canvis previstos per introduir el suport de multicapes. Aquesta nova característica ha sigut implementada a la plataforma ARGOS durant el primer trimestre de 2022 per uns altres desenvolupadors de HYDS tenint en compte també les necessitats de les capes vectorials.

Els canvis més destacats són els següents:

- **Layer.** Ara té un camp que indica que tipus de capa és, si vectorial o raster i un paràmetre per l'opacitat de la capa.
- **Product.** Ara en comptes d'estar associat a una sola layer, un producte té múltiples capes.
- **Element.** Representa on es guarden les dades estàtiques dels sensors o elements d'una capa. Conté un identificador de l'element, la seva geometria, el tipus de feature que és, el tipus d'icona que utilitza i el seu format, el tipus d'element que és i el nom del sensor o element. Un element pertany a una capa i pot tindre diversos valors.
- **Instant.** S'afegeix una col·lecció de valors a cada instant.
- **Valor.** Representa els valors que agafen cada element en cada instant. Conté la data de l'instant, l'identificador de l'element al qual fa referència, el nivell d'alerta i el valor que mesura el sensor o element.
- **FeatureCollection.** És el resultat d'ajuntar els elements amb els seus valors corresponents.

El diagrama de classes resultant dels canvis és el següent.

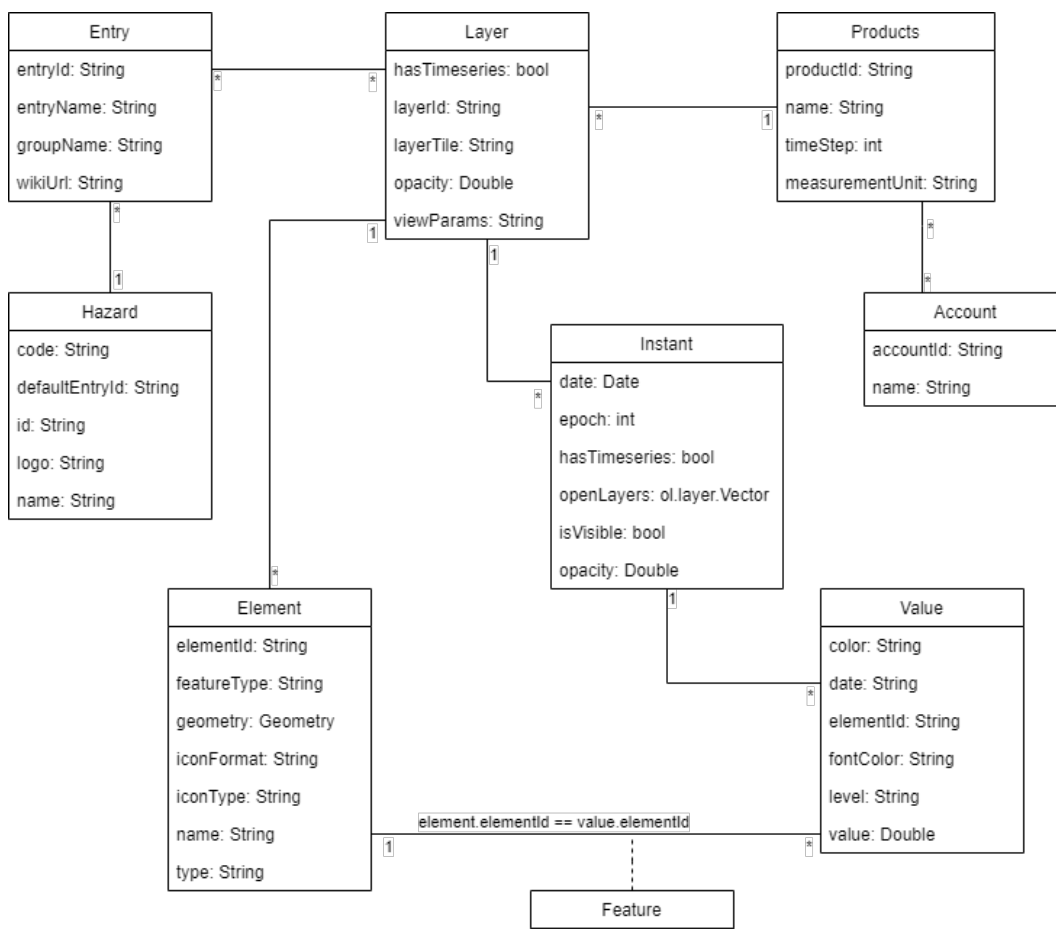


Figura 17: Diagrama de classes per la visualització de capes vectorials

Obtenció de les capes vectorials

Amb aquesta divisió de les dades podem traslladar l'obtenció dels valors a la base de dades i relegar el GeoServer només per l'obtenció de les geometries. D'aquesta manera aconseguim reduir el nombre de peticions a únicament dos, una per obtenir els productes (la mínima necessària igual que a les capes raster) i una altra per obtenir les geometries. El diagrama de flux quedaria de la següent manera.

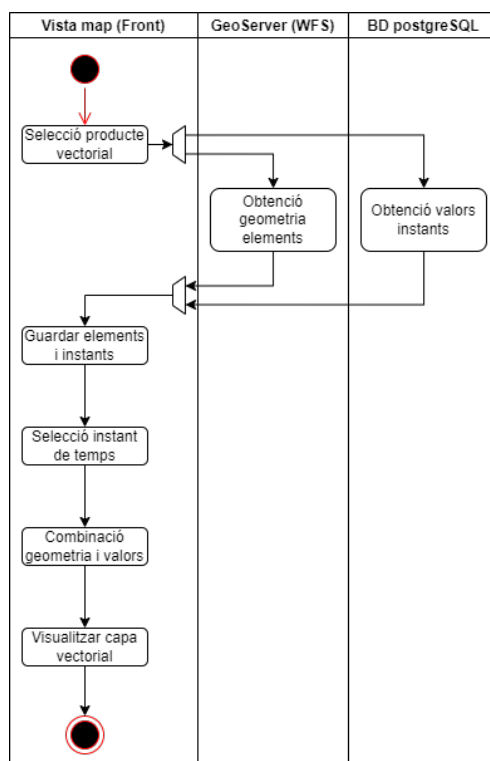


Figura 18: Diagrama. Visualització de les capes vectorials (v2)

Gestió dels instants

Aquesta segona iteració millora considerablement el nombre de peticions fetes al back, però introdueix una complicació en la gestió de les dades. A causa de la divisió de les dades, per visualitzar la capa vectorial cal reconstruir i combinar els valors dels sensors amb la seva geometria. Per fer-ho cal construir una col·lecció de features a partir de les dades que pugui ser interpretada per la capa vectorial. Els elements que es guarden en obtenir les geometries ja tenen l'estructura de les features així que només cal omplir les dades restants amb els valors obtinguts de la petició dels instants.

Animació dels instants i interacció amb les features

Com que després de rebre la geometria i els valors ja no es fa cap petició, el sistema que tenia abans on fem precàrregues ja no és necessari. Ara, en tindre totes les dades disponibles des d'un primer moment, alhora d'animar els instants no es produeixen parpellejos.

Pel que fa a la interacció amb les features, s'ha hagut d'adaptar una mica com es mostren les dades. En aquest cas s'ha optat per mostrar un popup com el de la figura 19 amb pestanyes per les diferents mesures. En canvi, pel producte ClimAlert, a petició dels col·laboradors, s'ha optat per un popup on es mostren les mesures totes alhora com es veu a la figura 20.

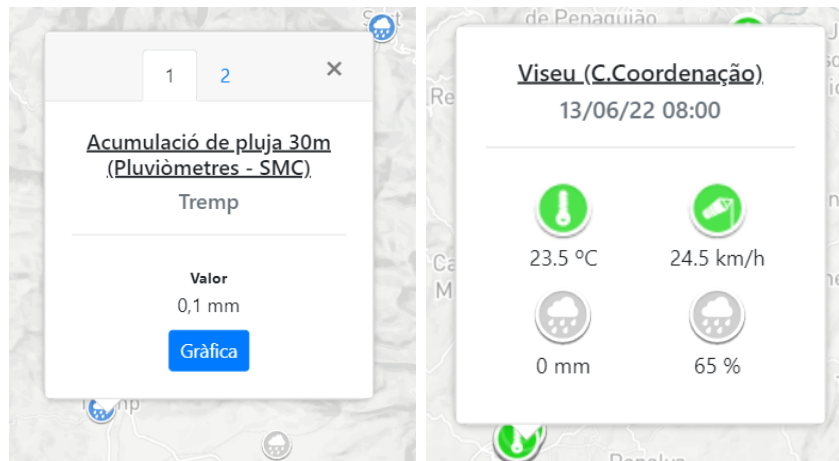


Figura 19: Esquerra. Popup amb informació de múltiples sensors

Figura 20: Dreta. Popup amb informació de múltiples sensors (ClimAlert)

6 Pressupost

En aquest apartat es farà una anàlisi del pressupost del projecte tenint en compte els recursos humans, de hardware i de software que es necessiten per dur-lo terme, també es tindran en compte les despeses generals (llum, internet, etc.) i els impostos. A més per calcular el pressupost total correctament haurem de tindre en compte les contingències.

6.1 Recursos humans

Per estimar els costos relacionats amb recursos humans es tindran en compte els rols presents en el desenvolupament del projecte. Per aquesta raó, tot i supervisar el projecte, el product owner no apareix en la taula 5, ja que no és present en el seu desenvolupament.

Els valors aproximats s'han extret de Glassdoor¹⁷, tenint en compte que el sou són 14 pagues amb jornades laborals de 8 hores diàries. A més hem afegit una columna amb les retencions de la seguretat social.

En la taula 4 es calcula el cost associat a cada tasca.

ID	TASCA	HORES	RRHH	COST(€)
TG1	Contextualització i abast	20	CP	522,20
TG2	Planificació temporal	12	CP	313,32
TG3	Pressupost i sostenibilitat	20	CP	522,20
TG4	Integració del document final	20	CP	522,20
TG5	Esborrany de la documentació final	80	CP	2.088,80
TG6	Documentació de la memòria final	20	CP	522,20
TG7	Preparació de la presentació final	20	CP	522,20
AF1	Estudi de la plataforma ARGOS	24	DS	584,88
AF2	Estudi del back-end i del GS d'ARGOS	8	DS	194,96
UFV1	Estudi de la llibreria OL	8	ES	176,40
UFV2	Enteniment de les CR	8	ES	176,40
UFV3	Enteniment de les CV	8	ES	176,40
NBS1	Visualització d'una CV	24	ES	529,20
NBS2	Obtenció de la CV del GS	20	ES	441,00
NBS3	Obtenció i visualització dels instants en la CV	16	ES	352,80
NBS4	Gestió dels instants en la CV	20	ES	441,00
NBS5	Animació dels instants en la CV	20	ES	441,00
NBS6	Interacció amb la CV	12	ES	264,60
NBS7	Mapa interactiu amb comptes de demostració	32	ES	705,60
ARG1	Integració de CV en ClimAlert	84	ES	1.852,20
TCV1	Demo Lots of Vectors	16	T	241,28
TCV2	Millorar el rendiment amb clusters	12	T	180,96
TCV3	Demo carreteres	8	T	120,64
MR1	Canviar a crides a la BD més eficients	20	ES	441,00
MP1	Implementació de les capes multiproducte	40	ES	882,00
SUP1	Creació d'un mòdul de gestió de comptes per ClimAlert	68	ES	1.499,40
TOTAL				14.714,84€

Taula 4: Costos estimats per tasca

¹⁷Sueldos de la empresa — Glassdoor [13]

Rol	Salari brut/h	Salari brut/h + Seguretat Social (x1.3)
Cap de projecte [CP]	20.08€	26.11€
Dissenyador de software [DS]	18.75€	24.37€
Enginyer de software [ES]	16.96€	22.05€
Tester [T]	11.60€	15.08€

Taula 5: Costos estimats per rol i hora

6.2 Recursos hardware

En els recursos hardware trobem els ordinadors i el servidor. Per fer un càlcul aproximat del cost d'aquests recursos se suposa que la vida útil dels ordinadors és de 4 anys i la del servidor de 6, que un any té aproximadament 220 dies laborables amb 8 hores diàries. Com a excepció suposem que el servidor treballa les 24 hores del dia. El càlcul serà el següent:

(Preu hardware € / (vida útil * dies/any * hores diàries)) * hores dedicades

Recurs	Preu	Hores	Amort.
Ordinador personal [OP]	1.500€	192	40,90€
Ordinador portàtil personal [PP]	800€	224	25,45€
Ordinador d'empresa [OE]	1.500€	224	47,72€
Servidor [S]	9.000€	448	127,27€
TOTAL			193,62€

Taula 6: Costos estimats pel hardware

6.3 Recursos software

Tots els recursos software utilitzats en aquest projecte són de codi obert o d'ús gratuït.

6.4 Despeses generals

La despesa general més significativa és la llum que consumeix el servidor al estar funcionant les 24 hores del dia, s'ha considerat que el projecte utilitza un 10% dels recursos del servidor amb una potència contractada de 200W.

Recurs	Preu	Hores	Cost
Llum servidor	0,2423€/kWh ¹⁸	4.320h (6 mesos)	20,93€
TOTAL			20,93€

Taula 7: Costos estimats de les despeses generals

¹⁸El preu de la llum no ha sigut constant aquest any així que es una aproximació amb el preu del dia 11 de març de 2022. Font: <https://tarifaluzhora.es/>

6.5 Estimació de costos

Per acabar de calcular el pressupost tindrem en compte els possibles imprevistos i la contingència, que s'ha fixat en un 10%, és a dir, en **1.530,84€**. Pel que fa als imprevistos s'han considerat els de la taula següent.

Risc	Probabilitat	Cost estimat	Cost
Caiguda del servidor	20%	2.400€	480€
Pèrdua de l'equip	2%	800€	16€
Dependència del back-end	10%	1.000€	100€
Desviacions del planning	10%	600€	60€
Entregues ajustades	10%	1.400€	140€
TOTAL			796€

Taula 8: Costos estimats pels imprevistos

6.6 Pressupost final

El pressupost total és la suma de tots els costos anterior.

Tipus	Cost
Recursos humans	14.714,84€
Recursos hardware	193,62€
Despeses generals	20,93€
Contingència	1.530,84€
Imprevistos	796€
TOTAL	17.256,24€

Taula 9: Pressupost final

6.7 Control de la gestió

Per portar un control del pressupost s'intentarà anotar les hores i els recursos que són utilitzats durant el projecte per veure si al final el projecte s'ha ajustat al pressupost o hem hagut de fer ús de la contingència que s'ha calculat. Per determinar la desviació del pressupost definim la següent fórmula:

$$\text{Desviació del cost} = \text{cost real} - \text{cost estimat}$$

Si aquest cost surt positiu que voldrà dir que ens hem passat del pressupost i caldria fer una anàlisi més detallada per veure on ha sorgit una desviació desfavorable en el pressupost.

7 Sostenibilitat

7.1 Autoavaluació

Sobre la sostenibilitat, al grau s'han donat algunes pinzellades com poden ser l'impacte ambiental que tenen les deixalles electròniques dels cementiris tecnològics. També hem tractat una mica l'impacte social i econòmic que tenen els dispositius electrònics a l'hora d'obtenir els materials i minerals necessaris per a la seva producció veient així, possiblement, la cara més negra de la tecnologia.

Fent el qüestionari m'he adonat que a l'hora de treballar en un projecte no tinc gaire present la sostenibilitat d'aquest de manera activa. Però, analitzant els petits projectes que hem anat fent durant aquests anys, sí que és veritat que les intencions per tenir un impacte positiu quant als aspectes socials i ambientals hi són presents. Una de les màximes que sempre he intentat aplicar en els desenvolupaments on he participat ha sigut que l'aplicació o producte final sigui útil per l'usuari i que de veritat el producte que s'ofereix sigui un pas cap endavant.

Reflexionant sobre els meus coneixements de sostenibilitat, veig que soc una persona que veu el món com una unitat i, per tant, l'impacte social i ambiental sempre els tinc presents de manera implícita a major o menor nivell. Pel que fa als aspectes econòmics, veig que és un tema al qual hauria de dedicar-li una mica més de temps, ja que és l'aspecte de sostenibilitat que menys he tractat. Tot i això, està clar que els tres aspectes socials estan estretament lligats i que, per tant, si es vol tenir èxit en el desenvolupament de qualsevol projecte, s'han de tenir en compte com aspectes que funcionen com a conjunt.

7.2 Dimensió econòmica

PPP: Heu estimat el cost de la realització del projecte (recursos humans i materials)?

Per analitzar si un projecte és viable o no, sempre s'ha de tenir en compte el seu pressupost, ja que l'empresa ha de prendre la decisió de si els és rendible la inversió de capital en el projecte per millorar algun aspecte de l'empresa i així arribar a complir alguns dels seus objectius de negoci.

Jo no hi he sigut partícip del pressupost real del projecte, per tant, he realitzat el pressupost basant-me en salaris i despeses mitjanes a més d'alguna indicació de l'equip de desenvolupament de l'empresa.

Vida útil: Com es resol actualment el problema que voleu abordar (estat de l'art)? En què millorarà econòmicament la teva solució a les existents?

Actualment, és impensable desenvolupar un producte o aplicació que faci ús de mapes per mostrar informació rellevant que no utilitzi capes vectorials. Pel que fa a la millora econòmica, la implementació d'aquestes capes que disposen de més capacitats implicarà l'

expansió dels productes que pot oferir l'empresa i, per tant, noves vies d'ingressos estaran disponibles.

7.3 Dimensió ambiental

PPP: Heu estimat l'impacte ambiental que tindrà la realització del projecte? T'has plantejat minimitzar l'impacte, per exemple, reutilitzant recursos?

En plantejar el projecte no es va tenir en compte l'impacte ambiental, ja que en ser un projecte que tracta de millorar un producte ja existent no té gaire sentit.

Vida útil: Com es resol actualment el problema que voleu abordar (estat de l'art)? En què millorarà ambientalment la teva solució a les existents?

Com he dit les capes vectorials són una part essencial del desenvolupament d'aplicacions amb mapes. L'ús d'aquestes capes no té un impacte ambiental directe, però en haver de cridar menys cops a les bases de dades allotjades en un servidor podríem dir que tenen un consum d'energia menor simplement pel nombre de crides que necessiten fer.

7.4 Dimensió social

PPP: Què creus que t'aportarà personalment la realització d'aquest projecte?

En l'àmbit personal aquest projecte m'enriqueix en diversos sentits. En primer lloc, és una oportunitat per créixer i adquirir nous coneixements del desenvolupament de software i el desenvolupament web. I, en segon lloc, per experimentar i aprendre com es treballa en una empresa del sector.

Vida útil: Com es resol en l'actualitat el problema que voleu abordar (estat de l'art)? En què millorarà socialment (qualitat de vida) la teva solució a les existents?

Actualment, l'ús de capes vectorials en mapes és essencial. Gràcies a la implementació d'aquestes capes en la plataforma els usuaris podran consultar les dades de noves maneres, més agradables i fluides, i podran optar a nous productes.

Vida útil: Hi ha una necessitat real del projecte?

Com he estat mencionant, les capes vectorials són molt importants per les aplicacions que utilitzen mapes per mostrar informació. Aquest canvi a tota la plataforma era inevitable, en algun moment s'havia de fer aquest canvi, no tan sols perquè són capes més maques, sinó que també perquè ofereixen moltes més possibilitats per ampliar els horitzons de l'empresa.

8 Conclusions

8.1 Assoliment d'objectius

Repassem que s'ha realitzat durant el projecte i veiem si els requisits que hi ha de complir el sistema hi són presents, de ser-ho podem dir que el projecte ha arribat a bon port.

Primerament, s'ha implementat el suport de capes vectorials a la plataforma. Això ha permès la visualització de capes vectorials a la plataforma ARGOS. Per la natura de les capes vectorials, el visor mostra els elements vectorials amb icones que s'adapten al nivell de zoom en temps real i els estils que canvien en funció de les dades.

En segon lloc, s'ha implementat la possibilitat d'interactuar amb les capes vectorials fent clic i fent "hover" amb el ratolí com hem vist al capítol de desenvolupament.

Amb els canvis produïts en la segona iteració del desenvolupament, amb la introducció de les multicapes i les modificacions a les peticions de la BD, les multicapes vectorials s'han implementat amb la possibilitat de canviar l'opacitat de cada capa.

A més, aquests canvis han fet que el nombre de peticions a la BD es reduís a tan sols dues peticions inicials més les que es fan periòdicament per actualitzar les capes amb dades més recents. Amb aquestes noves crides i el canvi en la gestió de les dades, aquestes són accessibles de manera local un cop han sigut rebudes, evitant així fer crides d'instant que ja es coneixen i prevenint els parpellejos que es produïen en reproduir les animacions.

El sistema compleix amb els requisits que s'han descrit a l'apartat 3.1. Per tant, podem afirmar que la integració de les capes vectorials als productes de la família ARGOS s'ha aconseguit satisfactòriament. Si els repassem veurem com les aplicacions per visualitzar dades meteorològiques en mapes de HYDS han millorat notablement les seves capacitats de visualització i interacció.

En primer lloc, i de cara al costat dels desenvolupadors, la capacitat de visualitzar capes de tipus raster dona a aquests una eina amb la qual poder visualitzar tota mena de dades amb més control sobre com es veuen al mapa. A això se li ha de sumar la millora que hi ha suposat del rendiment de l'aplicació pel que fa al nombre de peticions als servidors.

Pel costat dels clients, aquestes capes aporten una sensació d'innovació i millora respecte a les capes antigues. També dona peu a un nou ventall de possibles formes d'interacció i interpretació de les dades.

Aquest projecte ha augmentat el valor comercial de la plataforma ARGOS i els seus productes donant-li la possibilitat d'oferir diferents tipus de visors que puguin adaptar-se a les necessitats dels clients de l'empresa. A més, ha construït una base des de la qual es pot continuar innovant per poder oferir productes distintius que situïn a l'empresa en el punt d'interès de nous clients.

8.2 Propers passos

La implementació de les capes vectorials s'ha fet pensant a escalar-la en un futur pròxim. Amb la base construïda, el projecte ja té propostes per continuar desenvolupant noves capes i productes on sigui interessant aprofitar les característiques de les capes vectorials. Alguns dels productes que s'estan proposant són un visor de llamps i fenòmens relacionats amb tempestes i un altre visor que mostri l'estat en temps real de les carreteres en termes d'afeccions per causes meteorològiques com poden ser pluges intenses, grans nevades, desbordaments i inundacions a les vores dels rius.

De la mateixa manera que hi ha propostes de productes nous, es té previst en curt termini implementar les capes vectorials a la resta d'aplicacions de la plataforma ARGOS on encara no hi són presents.

Referències

- [1] *¿Qué son los datos ráster?* URL: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>. (01.03.2022).
- [2] *ARGOS*. URL: <https://www.hyds.es/argos>. (01.03.2022).
- [3] *Association Climatologique de la Moyenne Garonne (ACMG)*. URL: <https://www.acmg.asso.fr/>. (01.05.2022).
- [4] *Centre de Coordinació Operativa de Catalunya (CECAT)*. URL: http://interior.gencat.cat/es/arees_dactuacio/proteccio_civil/cecat/. (19.06.2022).
- [5] *ClimAlert*. URL: <https://climalert.net/es/>. (06.03.2022).
- [6] *Diagrama de Gantt*. URL: https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Diagrama_de_Gantt&oldid=27749057. (19.06.2022).
- [7] *GeoServer*. URL: <http://geoserver.org/>. (06.03.2022).
- [8] *Hydrometeorological Innovative Solutions (HYDS)*. URL: <https://www.hyds.es>. (01.03.2022).
- [9] *Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA)*. URL: <https://www.imida.es/>. (19.06.2022).
- [10] Robert C. Martin. *Design Principles and Design Patterns*. 2000.
- [11] *Met Éireann - The Irish Meteorological Service*. URL: <https://www.met.ie>. (19.06.2022).
- [12] *OpenLayers*. URL: <https://openlayers.org/>. (06.03.2022).
- [13] *Sueldos de la empresa — Glassdoor*. URL: <https://www.glassdoor.es/Sueldos/index.htm>. (10.03.2022).