

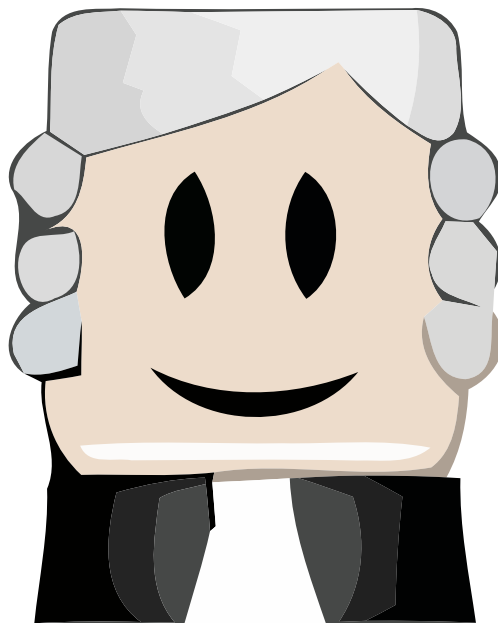
Mòdul de correcció distribuït per a Jutge.org

Alejandro Adán Navarro

dimecres, 18 de març de 2020

Treball Final de Grau

Lliurament 4 de Gestió de Projectes



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Director: Jordi Petit Silvestre (Departament de Ciències de la Computació)

Tutor de GEP: Fernando Berrabés Naval (Departament d'Organització d'Empreses)

Grau en Enginyeria Informàtica

Mencions en Enginyeria de Computadors i en Computació

Facultat d'Informàtica de Barcelona

Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech

Índex

1	Context	4
1.1	Introducció	4
1.2	Problema	4
1.3	Actors implicats	6
2	Justificació	6
2.1	Situació actual	6
2.2	Selecció de programari	7
3	Abast i obstacles	7
3.1	Objectiu	7
3.2	Subobjectius i indicadors	8
3.3	Requeriments	9
3.4	Obstacles	10
3.5	Riscos	10
4	Metodologia i seguiment	11
4.1	Metodologia de treball	11
4.2	Seguiment	11
5	Extensió temporal	11
6	Personal i material	12
7	Fases del projecte	12
8	Descripció de les tasques	12
8.1	Estudi previ (ME)	12
8.2	Disseny (MD)	13
8.3	Implementació (MI)	13
8.4	Proves (MP)	13
8.5	Documentació (D)	14
8.6	Reunions de seguiment (R)	14
9	Dependències entre tasques	14
10	Dedicació en temps a les tasques	15
11	Diagrama de Gantt	15
12	Taula resum de tasques	19
13	Gestió del risc	19
14	Pressupost	20
14.1	Identificació de costos	20
14.2	Costos de personal	20
14.3	Costos de servidors	21
14.4	Costos de desenvolupament	22
14.5	Costos d'energia	22
14.6	Contingència	23
14.7	Imprevistos	23
14.8	Balanç de despeses	23
15	Control de gestió	25

16 Sostenibilitat	25
16.1 Reflexió	25
16.2 Dimensió econòmica	25
16.3 Dimensió social	25
16.4 Dimensió ambiental	26
17 Referències	26

1 Context

1.1 Introducció

Jutge.org (també anomenat “el Jutge”) és una plataforma web per a la docència d’assignatures de programació. Els usuaris registrats com a professorat en aquesta plataforma hi pengem problemes per tal que el seu estudiantat els resolgui mitjançant programes, que el servei avalua compilant-los i executant-los tot aplicant-hi els jocs de prova que el creador del problema hi ha assignat.

El Jutge és una eina útil per a l’ensenyament. Actualment, es fa servir a la majoria d’assignatures de programació impartides pel Departament de Ciències de la Computació (CS) a la FIB (PRO1 (*Pàgina de PRO1 — PRO1, Programació 1* n.d.), PRO2 (*Inici — PRO2, Programació 2* n.d.), EDA (*EDA, Estructures de Dades i Algorismes* n.d.), LP (*LP: Mètode d’avaluació* 2019), etc.) i en altres centres de la UPC (*INF - Informàtica* 2020, February 19), amb un èxit notable. Té tres usos principals:

- S’utilitza a les classes de laboratori perquè els estudiants posin en pràctica els diferents conceptes exposats a les classes de teoria.
- Es fa servir, en un entorn segur, als exàmens de laboratori, en què l’estudiantat ha de demostrar que ha adquirit els conceptes de l’assignatura i els sap aplicar correctament en la resolució d’un problema algorímic.
- Se’n fa ús a diversos concursos de programació, com ara el Concurs de Programació de la UPC o l’Olimpíada Informàtica Catalana (*Olimpíada Informàtica Catalana* n.d.).

1.2 Problema

L’arquitectura de Jutge.org es basa en un servidor web, al qual va vinculat un servidor que gestiona una cua d’enviaments a corregir, i diversos servidors de correcció, segons ens ha indicat el seu responsable principal. Anomenem “mòdul de correcció” al conjunt format pels servidors de correcció, la cua i el codi del servidor web que s’hi comunica.

Malauradament, la persona que s’encarrega principalment de gestionar el servei ens ha informat que el mòdul de correcció actual té diversos problemes que requereixen atenció perquè impacten negativament en el funcionament del servei i dificulten l’administració del mateix i la gestió de les incidències.

En primer lloc, no hi ha mecanismes de gestió o administració del servei. En concret:

- El sistema no detecta quins servidors de correcció estan en funcionament. Tampoc no té un mecanisme per encendre o apagar servidors ni per controlar la distribució de problemes entre els servidors. Així doncs, quan un servidor cau o no respon, cal buscar quin és i eliminar-lo manualment del repartiment.
- No hi ha estadístiques de funcionament o càrrega dels servidors o de problemes en execució en un servidor determinat, que serien molt útils en cas d’incidència.

En segon lloc, el servei no permet la comunicació amb l’usuari. Si, per exemple, hi ha una fallada momentània en el sistema de fitxers durant un examen i cal demanar a l’estudiantat que l’està fent que no envii res durant uns minuts, les úniques opcions són anar passant per les classes i demanar per missatgeria instantània al professorat que vigila l’examen que ho comuniqui. Això és poc elegant i distreu a la gent que està concentrada fent els problemes.

En tercer lloc, les estadístiques mostren que el volum d’enviaments varia de manera molt significativa segons el dia de la setmana i l’hora, però el servei manté tots els servidors sempre en funcionament en comptes d’aturar-ne alguns en les hores de menor demanda.

En concret, la figura 1 indica que, encara que la quantitat d’enviaments ha anat creixent de manera sostinguda, les diferències estacionals (el quadrimestre de tardor té més estudiants que el de primavera) i els alts i baixos durant un mateix període lectiu continuen existint. A més, la

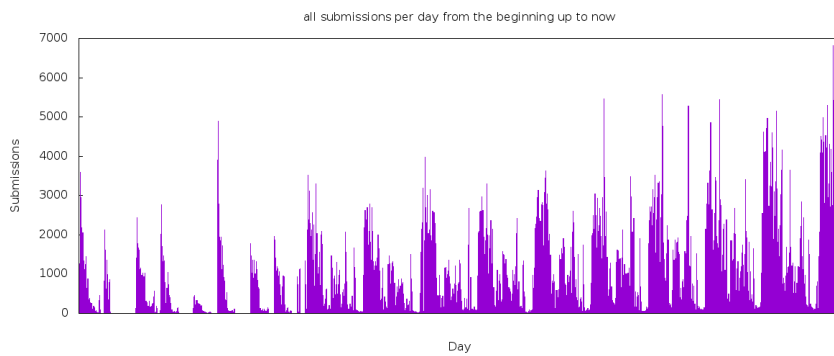


Figura 1: Quantitat d'enviaments a Jutge.org des de l'inici. Font: Jutge.org.

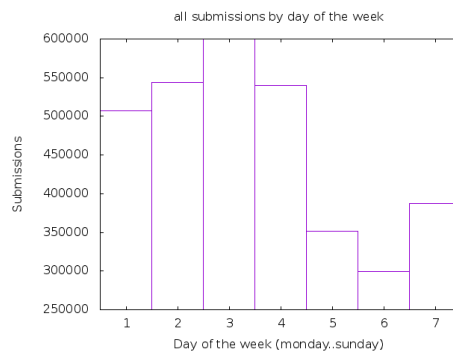


Figura 2: Quantitat d'enviaments a Jutge.org segons el dia de la setmana. Font: Jutge.org.

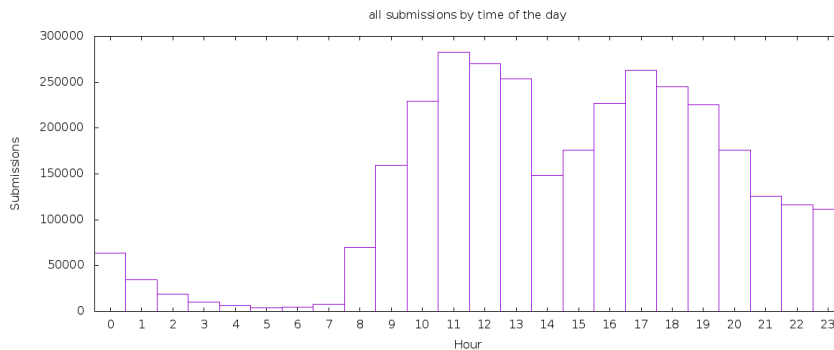


Figura 3: Quantitat d'enviaments a Jutge.org segons l'hora del dia. Font: Jutge.org.

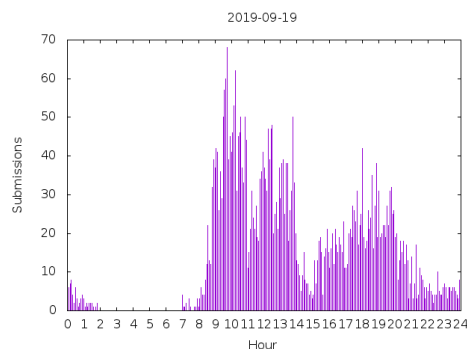


Figura 4: Quantitat d'enviaments a Jutge.org durant el dimecres, 19 de setembre de 2019. Font: Jutge.org.

figura 2 mostra que els caps de setmana la càrrega de treball és aproximadament un terç menor (les classes de laboratori tenen lloc de dilluns a divendres).

Tanmateix, l'època de l'any i el dia de la setmana no són els paràmetres més determinants per a la quantitat d'enviaments realitzats. La figura 3 mostra unes variacions molt intenses, que superen un ordre de magnitud i mig, en la quantitat d'enviaments entre la vall (les hores més tardanes de la matinada) i els pics (el migdia i la mitja tarda), és a dir, l'hora del dia pot fer que la càrrega del servei es multipliqui per trenta o més. Aquest fenomen es pot observar en qualsevol dia lectiu: a la figura 4 hi podem veure els enviaments que es van fer el primer dijous lectiu del quadrimestre de tardor del curs 2019-2020, el dijous, 19 de setembre de 2019.

En quart lloc, el servei utilitza PHP, un llenguatge lent, amb problemes seriosos de disseny (alguns d'ells han provocat problemes de seguretat) i que no és modern (Woods 2012, April 9). Com que aquest és un servei que funciona en temps real, volem minimitzar el temps que triga un usuari en rebre una resposta. Com és evident, tampoc no volem fer servir un llenguatge de programació antiquat i que facilita escriure mal codi i codi insegur.

Aquest treball pretén resoldre les mancances del sistema de correcció de Jutge.org que hem assenyalat més amunt.

1.3 Actors implicats

En aquest projecte hi ha diversos actors implicats:

- *El personal del projecte.* Nosaltres desenvoluparem el projecte i tenim la necessitat de finalitzar a temps aquest projecte de desenvolupament i obtenir-ne un resultat de qualitat.
- *L'estudiantat de la FIB i d'altres centres docents.* Volen una plataforma ràpida i amb una alta disponibilitat que els permeti practicar i posar a prova els coneixements sobre programació que han assolit a classe de teoria.
- *El professorat de les assignatures de programació.* Volen un servei que els permeti crear problemes amb facilitat, que els permeti controlar el progrés dels seus estudiants i que dificulti les trampes per superar els jocs de proves.
- *Els responsables de Jutge.org.* Requereixen que la plataforma que gestionen sigui segura, de consum moderat, fiable, resistent a les fallades, fàcil de mantenir i actualitzable sense interrupció del servei i que ofereixi una interfície de monitorització i administració amb estadístiques.

Fem notar que en aquest projecte hi ha dues categories d'usuaris molt diferents: l'estudiantat i el professorat.

2 Justificació

2.1 Situació actual

Com hem dit abans, el Jutge té tres components principals:

- Un servidor web, que mostra la interfície del Jutge als usuaris i transmet al servidor de cua els enviaments que aquests realitzen.
- Un servidor de cua, que gestiona el repartiment d'enviaments als servidors de correcció i retorna a l'usuari els resultats de l'avaluació dels enviaments duta a terme per aquests servidors.
- Diversos servidors de correcció, que avaluen els enviaments realitzats pels usuaris de Jutge.org segons el temps d'execució i la resposta que donen als jocs de proves del problema.

La nostra tasca se centra en el mòdul de correcció (el conjunt format pels servidors de correcció, el servidor de cua i el codi del servidor web que es comunica amb el servidor de cua).

Quan una persona realitza un enviament, el servidor web el col·loca a la cua. El servidor que gestiona la cua l'envia a algun dels servidors de correcció, que crea un contenidor, en què es compila i executa el codi i se n'analitza el resultat per tal d'emetre un veredict.

En l'actualitat, tots els servidors de correcció estan sempre en funcionament, independentment de la càrrega de treball que hi hagi en cada moment. Això implica que, en les hores en què pràcticament no hi ha enviaments, els servidors estan consumint energia i els seus components experimenten un desgast que no té cap utilitat. Si un servidor falla o cal reiniciar-lo o aturar-lo per algun motiu, cal eliminar-lo manualment de la base de dades per tal que no se li enviïn problemes per a corregir.

Ens han informat de tot plegat des de Jutge.org.

2.2 Selecció de programari

Hi ha diverses opcions disponibles per a la transmissió de tasques i respostes entre servidors. Hem considerat programes de gestió de cues o missatgeria entre servidors, però també hem valorat l'opció de desenvolupar nosaltres mateixos el programari per tal que s'adapti a les nostres necessitats.

Aquestes són les característiques principals del programari que hem analitzat:

- *Celery* (*Celery : Distributed Task Queue* n.d.) és un gestor de cues basat en Python. Es basa en programes client i servidor, escrits en Python, i en un programa extern de comunicació entre els servidors. La guia d'inici de Celery (*First Steps with Celery — Celery 4.4.0 documentation* n.d.) destaca els programes RabbitMQ i Redis per a aquesta funció i indica que n'hi ha d'altres, però la pàgina inicial de Celery (*Celery : Distributed Task Queue* n.d.) recomana RabbitMQ.
- *Gearman* (*Getting Started [Gearman Job Server]* n.d.) és un gestor de cues amb implementacions separades de servidor i client (a excepció del client de línia de comandes, que ve inclòs amb el servidor en C). Mentre que el primer té implementacions per a C, Java, node.js i Perl, el segon té mòduls per a C, Perl, node.js, PHP, Python, Java i més.
- *RabbitMQ* és un programa de missatgeria entre servidors. El seu web (*Messaging that just works — RabbitMQ* n.d.) sosté que té usuaris importants com l'operador de telefonia T-Mobile i l'aplicació per a córrer Runtastic i ofereix exemples de com integrar-lo en aplicacions de diferent complexitat i en diversos llenguatges de programació, com ara una aplicació en Go amb diversos servidors de càlcul que utilitza cues de resposta als missatges (*RabbitMQ tutorial - Remote procedure call (RPC)* — *RabbitMQ* n.d.).
- *Desenvolupar nosaltres mateixos el sistema complet* ens permetria ajustar-lo completament a les nostres necessitats, evitaria afegir dependències addicionals al codi i implicaria una menor mida de codi. Per contra, suposaria una inversió significativa en temps que dificultaria l'assoliment de la resta d'objectius.

Atès que tenim requeriments particulars (de seguretat i accés des de l'exterior, de fitxers, etc.), és inel·ludible programar nosaltres mateixos la creació de les tasques a encuar i les operacions amb les cues: descartem, doncs, la idea de fer servir un gestor de cues ja existent.

Vist que desenvolupar tot el sistema seria massa complicat i que el propi tutorial de RabbitMQ ens mostra codi per a gestionar cues, hem conclòs que el millor és utilitzar RabbitMQ i encarregar-nos de les operacions amb cues.

3 Abast i obstacles

3.1 Objectiu

L'objectiu final d'aquest projecte és dissenyar, implementar i analitzar un mòdul de correcció per a Jutge.org basat en una arquitectura distribuïda. Aquest mòdul ha de ser segur, robust i tolerant a fallades. Es busca que permeti, en temps real, la monitorització de l'estat i l'emissió de comunicacions als usuaris i als administradors. El mòdul es provarà mitjançant la infraestructura

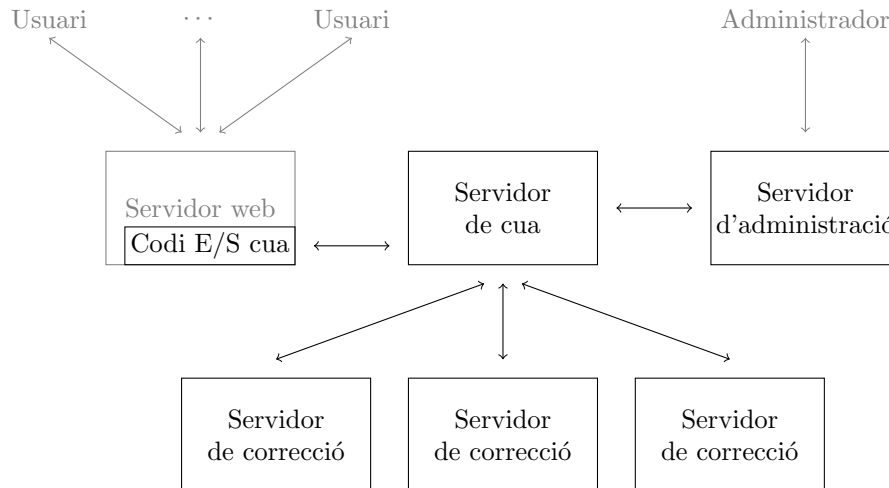


Figura 5: Esquema del mòdul de correcció distribuït per a Jutge.org que volem construir.

existent del Jutge, que es troba en un centre de processament de dades (CPD) de la UPC, però també es valorarà la possibilitat que el sistema permeti utilitzar servidors externs (incloent-hi el núvol) per a fer correccions. Es planeja integrar-lo al servei existent en cas que les proves siguin satisfactòries.

La figura 5 mostra el mòdul que volem construir.

3.2 Subobjectius i indicadors

Els subobjectius i indicadors són els següents:

1. Control i gestió del funcionament dels servidors

- El mòdul coneix quins servidors estan en marxa i quins no.
- El mòdul no fa arribar enviaments als servidors de correcció que no funcionen.
- El mòdul permet afegir servidors al repartiment de tasques.
- El mòdul permet eliminar servidors del repartiment de tasques.
- El mòdul coneix quins servidors estan responenent i quins no.
- El mòdul reassigna els problemes dels servidors que no responen a un altre servidor.
- En cas que no hi hagi servidors de correcció que responguin, el mòdul continua encuant problemes fins que n'hi torni a haver.
- En cas que el servidor web no respongui, el mòdul encua les respostes que li arriben fins que torni a respondre.

2. Incorporació d'ordinadors al repartiment

- El mòdul permet incorporar ordinadors del CPD del Jutge al repartiment de problemes.
- El mòdul permet incorporar ordinadors externs al CPD del Jutge al repartiment de problemes.
- El mòdul xifra i signa les comunicacions amb els ordinadors externs que participen en el repartiment de problemes.
- El mòdul detecta i ignora o rebutja les comunicacions provinents d'equips externs al mòdul que no estan autoritzats a interactuar-hi.

3. Diversos servidors web

- (a) El sistema funciona correctament quan hi ha diversos servidors web.
- 4. **Prioritat de les tasques i reencuament**
 - (a) El sistema permet que les tasques tinguin prioritats diferents.
 - (b) El sistema aplica una prioritat més alta als enviaments que torna a encuar perquè han fallat.
 - (c) El sistema permet reencuar els enviaments dels problemes que tenien errors.
- 5. **Dades de les tasques**
 - (a) Les tasques que s'envien per a executar poden incloure fitxers.
- 6. **Predictibilitat del temps d'execució**
 - (a) El temps d'execució no experimenta variacions significatives, de manera que es pot utilitzar com a paràmetre per avaluar els enviaments.
 - (b) El temps d'execució no varia respecte al que s'obté amb el sistema actual i, per tant, no cal realitzar adaptacions en els problemes.
- 7. **Eficiència**
 - (a) El sistema és eficient en termes generals.
 - (b) El sistema controla la càrrega de treball global.
 - (c) El sistema atura i posa en marxa servidors en funció de la càrrega de treball actual i prevista.
- 8. **Seguretat**
 - (a) El mòdul protegeix els jocs de proves.
 - (b) El mòdul protegeix les dades de caràcter personal de les persones usuàries.
- 9. **Estat i comunicació**
 - (a) Els administradors poden consultar, en qualsevol moment, l'estat del servei.
 - (b) Els administradors són notificats en cas que hi hagi alguna fallada en el funcionament de Jutge.org.
 - (c) Els administradors poden adreçar-se als usuaris en temps real.
 - (d) El sistema informa els usuaris sobre el seu estat.
 - (e) Els usuaris obtenen una previsió del que trigaran en corregir-se els enviaments que fan.

3.3 Requeriments

Els requeriments del mòdul que desenvoluparem, que s'encaminen a resoldre els diversos problemes que té el Jutge actualment, són els següents:

1. És necessari que, en cada moment, *controlï quins servidors estan en funcionament* i quins no i actui en conseqüència, així com que permeti afegir o suprimir servidors amb facilitat. En general, ha de ser *robust*: ha de continuar funcionant si algun component falla.
2. Volem poder incorporar *ordinadors externs* al centre de processament de dades del Jutge al repartiment de correccions (normalment, en moments d'alta demanda) i, per tant, ens interessa que el mòdul protegeixi les comunicacions. Avui dia els servidors de correcció estan situats al centre de processament de dades del Jutge, però en un futur podria haver-n'hi a fora o, fins i tot, al núvol.
3. Ha de permetre que hi hagi *diversos servidors web* (en principi, a dins del centre de processament de dades del Jutge), perquè això ha passat en algunes èpoques i és possible que torni a succeir.

4. Ens és menester que les tasques a executar puguin tenir *prioritats diferents*: més altes per als enviaments que han estat enviats a un servidor de correcció que estava ocupat, més baixes per als enviaments que s’han de tornar a corregir perquè corresponen a problemes que tenien errors.
5. És convenient que es puguin incloure *fixers* en una tasca perquè el servidor no hagi d’obtenir la informació de l’enviament de la base de dades.
6. És imprescindible que el *temps d’execució* d’un enviament no experimenti variacions d’entitat, perquè els enviaments s’avaluen, entre altres coses, en funció del temps d’execució.
7. Ens convé que sigui un *mòdul eficient* que controli la quantitat de servidors en funcionament en funció de la càrrega.
8. És indispensable que el sistema sigui *segur* i protegeixi les dades sensibles que conté.
9. És essencial que els administradors del Jutge tinguin *informació sobre l’estat*; els usuaris també es veurien beneficiats si la tinguessin.

3.4 Obstacles

Hem identificat tres obstacles que dificulten la consecució dels objectius que ens hem fixat per a aquest projecte:

- *Inexperiència*. L’autor del treball no ha gestionat mai maquinari o programari per a activitats que no dirigeixi o que siguin crítiques, motiu pel qual haurà de posar-hi un esforç suplementari respecte a aquelles persones que tenen experiència en aquest assumpte.
- *Desconeixement de l’arquitectura*. L’autor no coneix l’arquitectura de Jutge.org, només hi ha interactuat com a usuari i, a causa de la curta durada del projecte, no disposa de temps suficient per a explorar de manera exhaustiva el servei.
- *Documentació*. La regulació actual dels TFG (Treball Final de Grau) requereix crear molta documentació (entregables de GEP i memòria). Bé que l’elaboració d’aquests documents suposa una dedicació de temps elevada, permeten que el director, el tribunal i la societat tinguin un element que demostra que la feina s’ha realitzat posant en pràctica de manera adequada les competències adquirides al llarg de la titulació.

3.5 Riscos

Considerem que els riscos d’aquest projecte són, bàsicament, els següents:

- *La gestió del temps*. En el quadrimestre en què aquest autor realitza el seu TFG, està cursant un curs d’idiomes i una assignatura molt exigent en temps però necessària per tal d’obtenir una de les mencions. Per aquest motiu, els pics d’activitat inesperats en les altres activitats poden forçar canvis de planificació en el treball.
- *Elements desconeguts en el sistema*. En el moment d’iniciar el projecte i de planificar-ne l’abast, l’autor no ha analitzat el sistema. És possible que es trobi amb elements que dificultin la seva tasca o que l’obliguin a buscar solucions alternatives a les planejades, cosa que pot portar a modificacions en la planificació del projecte.
- *Accidents*. Tot i que no és habitual tenir un accident i el risc de patir-ne un és sovint ignorat, l’autor creu que val la pena tenir en compte aquesta possibilitat perquè seria un contratemps seriós en el desenvolupament del treball, atès que l’anomenat “factor bus” és 1 i el temps per a finalitzar-lo ja és breu de bon començament.
- *No correspondència dels resultats*. Vist que es tracta d’un sistema que no podem aturar per a dur a terme aquest projecte, no podem ocupar tots els servidors per a provar el nostre mòdul. Per aquesta raó, els resultats de les proves podrien no correspondre’s amb els del mòdul posat en producció.

4 Metodologia i seguiment

4.1 Metodologia de treball

Aquest és un projecte complex per diferents motius:

- És un projecte vinculat a dues mencions amb visions de la informàtica molt diferents, Enginyeria de Computadors i Computació, i que treballa vuit competències tècniques d'ambdues mencions.
- Combina temàtiques tan diverses com la gestió de sistemes distribuïts de maquinari, la programació web, la virtualització i les bases de dades.
- El mòdul a desenvolupar ha d'integrar-se en un sistema que està en marxa i que no pot aturar-se durant el desenvolupament d'aquest projecte.
- El programari que crearem ha d'oferir un consum reduït i una resposta ràpida en moments de baixa demanda i ha de continuar funcionant sota càrregues de treball molt intenses, fins i tot si alguns components fallen o deixen de respondre.
- Hi treballa una sola persona (amb el suport del director), que teòricament hi ha de dedicar 450 hores al llarg d'uns tres mesos.

Aquest és el primer TFG d'aquest autor, que no ha treballat mai en aquest tipus de servei web ni en la gestió de maquinari ni en gran part dels altres àmbits de la informàtica implicats en aquest treball ni tampoc coneix pràcticament res de l'arquitectura del Jutge (ni pot explorar-la a fons abans de començar el projecte), de manera que es necessita una metodologia de treball que no requereixi un coneixement previ de tot el que es farà i permeti definir, de manera dinàmica i en funció del progrés que s'ha aconseguit anteriorment, les tasques a realitzar.

Scrum és una metodologia de treball molt adequada per a projectes complexos i té en compte que l'equip de desenvolupament no ho sap tot al començament del projecte (Drumont n.d.) i, en base al que hem exposat, hem considerat que és la més convenient per a aquest projecte.

4.2 Seguiment

Per tal de verificar que el que es va desenvolupant s'adapta als requeriments del projecte i poder corregir sense dilació les desviacions que puguin sorgir, durem a terme el seguiment del projecte mitjançant reunions setmanals, en què, d'una banda, analitzarem el progrés tant del programari com de la memòria, les dificultats que ens hàgim trobat desenvolupant-los i les millores que hi poguem introduir i comprovarem el grau de compliment dels requisits i subrequisits que hem fixat, amb l'ajut dels indicadors.

5 Extensió temporal

Hem previst que aquest projecte suposi 450 hores de dedicació (25 hores/ECTS per 18 ECTS) al llarg de dotze setmanes. Malgrat que va ser necessari acordar amb el director del TFG les dades bàsiques de projecte per tal d'inscriure'l, es va començar a executar el dilluns 17 de febrer de 2020, quan va tenir lloc la sessió informativa de GEP. La nostra previsió és acabar el projecte el diumenge 10 de maig de 2020.

La raó de preveure acabar el treball tan aviat és la incertesa tan intensa que ens generen els obstacles i riscos: hem preferit ser conservadors i tenir un marge de maniobra ampli abans de l'entrega. Atès que el torn de lectures de TFG de juny de 2020 comença el dilluns 29 de juny de 2020 (*Treball de Fi de Grau — Facultat d'Informàtica de Barcelona* n.d.), haurem de tenir la feina acabada i la memòria enllestida no més tard del dilluns 22 de juny de 2020 (*Normativa del treball final de grau del grau en Enginyeria Informàtica de la Facultat d'Informàtica de Barcelona* 2020, January 29, § 15, ¶ 1).

6 Personal i material

Pel que fa al personal, el projecte requereix d'un director de projecte, un analista i un programador, a causa de les tasques que s'hi han de desenvolupar. En concret:

- El *director de projecte* s'encarrega d'establir tant l'abast i les característiques del projecte com les tasques a dur a terme, controlar com es realitzen, coordinar els membres de l'equip de treball i reunir-se amb el client per tal de tenir-lo al corrent de l'evolució del projecte.
- L'*analista* s'ocupa de determinar els efectes de diferents polítiques d'aturada de servidors, dissenyar els diversos elements del projecte, comprovar el bon funcionament del mòdul mitjançant les proves i redactar la memòria del projecte.
- El *programador* té com a funció principal programar el codi del mòdul de correcció del Jutge. Durant l'estudi previ, també crea el codi per a mesurar el consum energètic del Jutge.

El material que necessita el projecte és:

- Tres ordinadors personals (per als treballadors).
- Un espai de treball per als treballadors amb Internet.
- Almenys quatre servidors per a fer-hi les proves en desenvolupament, separats dels servidors en producció.
- Eventualment, accés als servidors en producció.

7 Fases del projecte

Aquest projecte té dues parts principals: el desenvolupament del mòdul de correcció (M) i l'elaboració de la documentació (D). El treball en ambdues parts es durà a terme de forma més o menys paral·lela un cop el projecte hagi estat planificat. A més, hi haurà reunions setmanals de seguiment (R) al llarg del projecte, que formen part de la metodologia Scrum que utilitzarem.

Pel que fa al desenvolupament del mòdul de correcció, podem identificar quatre fases:

- Estudi previ (ME)
- Disseny (MD)
- Implementació (MI)
- Proves (MP)

L'elaboració de la documentació consta d'una sola fase, perquè té lloc durant tota la durada del projecte i únicament consta de dues tasques.

Les reunions de seguiment tampoc no es divideixen en fases, perquè les reunions són força homogènies: en cada reunió s'analitza el que s'ha fet durant la setmana anterior i es planifica el que es farà en la següent (hi haurà tres reunions amb un caire més global, com s'explica més endavant).

8 Descripció de les tasques

8.1 Estudi previ (ME)

- **ME1: Abast i requeriments.** Per tal de fer la inscripció del TFG, és necessari especificar-ne el títol, la descripció i les competències tècniques a desenvolupar. Ara bé, com que aquest és un projecte complex, és imprescindible bastir uns fonaments més sòlids per al treball i establir de manera clara què volem construir i quines característiques específiques ha de tenir perquè s'adapti a les nostres necessitats.
- **ME2: Planificació temporal.** Un cop hàgim decidit què farem, caldrà que decidim com distribuïrem el projecte en tasques i quina dedicació en temps destinarem a cadascuna.

- **ME3: Pressupost i anàlisi de sostenibilitat.** Amb la planificació temporal feta, decidirem quins perfils de persones s'encarregarien de dur a terme el projecte si es tractés d'un projecte realitzat per personal d'una empresa o administració pública i quin cost tindria. També analitzarem els efectes en sostenibilitat del projecte.
- **ME4: Mesura de consum elèctric.** Actualment, els servidors del Jutge estan encesos permanentment, independentment de la càrrega de treball que tinguin. Vist que un dels objectius del nostre projecte és que el mòdul sigui eficient i controli la quantitat de servidors en funcionament en funció de la càrrega, volem conèixer quin és el consum actual dels servidors i com varia en funció de la quantitat d'enviaments a processar.
- **ME5: Simulació dels efectes d'aturar servidors en moments de baixa demanda.** Quan tinguem les dades del consum dels servidors, podrem simular els efectes d'aturar-ne alguns i valorar la conveniència de desenvolupar estratègies elaborades d'aturada i posada en marxa de servidors.

8.2 Disseny (MD)

- **MD1: Disseny dels algorismes.** Hem d'establir com funcionaran els diferents elements del mòdul i com interactuaran entre ells.
- **MD2: Disseny de la base de dades.** Determinarem quines dades desarem a la base de dades i de quina manera les emmagatzemarem.
- **MD3: Disseny de la interfície d'usuari.** Establirem quina aparença i funcionament tindran els elements de monitorització i control del mòdul, amb l'objectiu de facilitar l'actuació dels administradors.

8.3 Implementació (MI)

- **MI1: Implementació del codi d'interacció entre el servidor web i el servidor de cua.** Desenvoluparem el codi que transmet els enviaments al servidor de cua i en rep les correccions.
- **MI2: Implementació del codi de repartiment del servidor de cua.** Programarem la gestió de la cua, incloent-hi la gestió de les faltes de resposta dels servidors web i de correcció.
- **MI3: Implementació del codi de correcció als servidors de correcció.** Hem de desenvolupar el codi dels servidors que s'encarrega de rebre i avaluar els enviaments i de retornar les correccions corresponents.
- **MI4: Implementació del codi d'adaptació a la demanda.** Hem de fer que el servidor de cua encengui i apagui servidors en funció de la demanda. Aquesta és una tasca separada perquè no és necessària per a l'objectiu principal del treball: podem tenir un mòdul de correcció distribuït que funcioni correctament sense aquesta funcionalitat.

8.4 Proves (MP)

- **MP1: Proves parcials a l'entorn de desenvolupament.** Mentre desenvolupem el programari, anem fent proves per verificar que el codi funciona correctament i poder corregir possibles errors.
- **MP2: Proves finals a l'entorn de desenvolupament.** Un cop considerem que el codi implementa prou bé les funcionalitats requerides, el provarem tot junt a l'entorn de desenvolupament abans de passar-lo a producció.
- **MP3: Proves a l'entorn de producció.** Per tal d'experimentar amb situacions reals, si les proves a l'entorn de desenvolupament són exitoses, provarem el mòdul a producció, en paral·lel amb el codi existent.

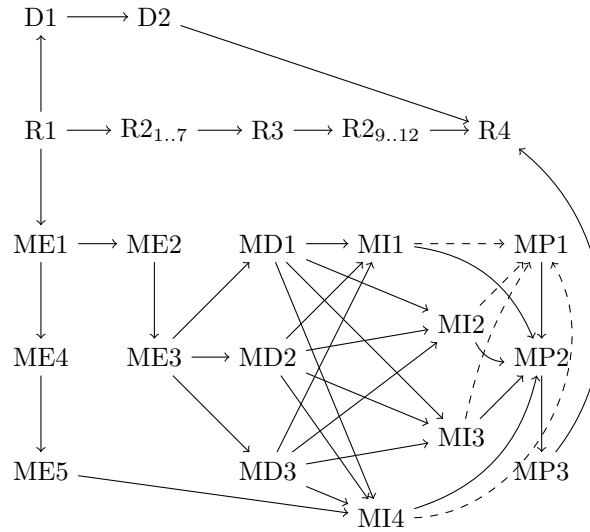


Figura 6: Dependències entre les tasques d'aquest projecte.

8.5 Documentació (D)

- **D1: Documents de gestió del projecte.** Crearem documents per explicar-hi el que hàgim conclòs sobre gestió de projectes en relació al nostre treball i els unirem, incorporant-hi les observacions que s'hi hagin realitzat, per tal de tenir una bona base per a la memòria.
- **D2: Memòria.** Tot i que aquesta tasca té una dedicació en temps molt elevada, creiem que no té sentit dividir-la més: a part de la informació de gestió de projectes, és probable que el text es vegi modificat o reorganitzat segons vagi progressant el desenvolupament del projecte.

8.6 Reunions de seguiment (R)

- **R1: Reunió inicial.** En aquesta reunió, acordarem amb el director del projecte els objectius i requeriments del projecte i validarem que els obstacles i riscos del projecte no siguin, en realitat, impediments.
- **R2: Reunions de seguiment ordinari.** Setmanalment ens reunirem amb el director per tal de revisar el progrés del projecte durant la setmana anterior, planificar el que es realitzarà la setmana següent i establir les mesures necessàries per tal de resoldre les desviacions que es detectin.
- **R3: Reunió de fita intermèdia.** La regulació dels TFG a la nostra facultat requereix que el director i l'estudiant es reunixin per avaluar l'assoliment dels objectius del projecte quan es pensi que s'haurà realitzat, aproximadament, la meitat del treball.
- **R4: Reunió final.** Un parell de setmanes abans de la data d'entrega de la memòria, ens reunirem amb el director amb tres objectius: validar que els objectius i requeriments s'han complert, resoldre les possibles errades, omissions o inconsistències de la memòria i preparar la presentació oral del projecte davant el tribunal.

9 Dependències entre tasques

Les dependències entre les tasques d'aquest projecte apareixen a la figura 6, en què les dependències final-a-inici es mostren amb línies contínues i les dependències inici-a-inici es mostren amb línies discontinües.

10 Dedicació en temps a les tasques

Hem realitzat la previsió del temps a dedicar a les tasques pensant en setmanes laborals de 37,5 hores (450 hores entre 12 setmanes) i basant-nos en les següents premisses i estimacions:

- Les tres primeres setmanes hem de plantejar-nos el treball com a projecte i posar per escrit les conclusions que en treiem com a tasques principals; aquestes ocupen una part significativa del temps d'aquestes setmanes i corresponen al director de projecte.
- La mesura del consum elèctric consisteix en programar algun dispositiu perquè doni les dades o obtenir-les d'algun programa i emmagatzemar-les per a poder-les estudiar. El codi correspon al programador, que el pot enllestir en un dia i escaig de feina; la mesura en si dura una setmana.
- La simulació de l'aturada de servidors correspon a l'analista, que pot dur-la a terme i obtenir-ne conclusions en poc més d'una jornada.
- L'analista i el programador poden realitzar, respectivament, el disseny i la implementació de cada part del codi, en unes deu hores i en unes vint hores, atesa la complexitat que té aquest.
- Pel que fa a les proves, hem considerat que les proves de components per separat duraran, en conjunt, noranta hores. Les proves conjuntes, tant en l'entorn de desenvolupament com en producció, poden preparar-se en quatre jornades de treball, aproximadament. La diferència entre elles rau en el fet que a l'entorn de producció la demanda varia dins de la setmana (i les proves ho han de tenir en compte), mentre que a l'entorn de desenvolupament podem provar en tot moment amb el nivell de demanda que desitgem. També se n'encarrega l'analista.
- Hem valorat que, atès que la memòria és el testimoni més important de la feina que es portarà a terme i requereix, per tant, una cura especial, l'analista hi dedicarà unes deu hores setmanals al llarg del projecte.
- Pel que fa a les reunions, considerem que una reunió inicial, una reunió setmanal, una reunió intermèdia i una reunió final, totes elles de dues hores, són suficients per al seguiment de la bona marxa del projecte. Correspon al director del projecte la relació amb el client i, per tant, ha de ser qui participi a les reunions amb ell.

11 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt del projecte apareix a les figures 7, 8 i 9.

Les relacions de dependència final-a-inici es mostren en aquest diagrama mitjançant línies contínues, mentre que les inici-a-inici s'hi mostren amb línies discontinües.

Les tasques estan colorejades al Gantt segons el seu risc: els colors més foscos corresponen a tasques amb més risc. Els fons blancs indiquen parts d'una tasca realitzades sense intervenció de cap persona.

En aquest diagrama no hi apareixen ni l'objectiu principal ni els subobjectius ni els indicadors, per dos motius principals.

En primer lloc, l'objectiu principal i els subobjectius són molt amplis. Alguns d'ells són de caràcter general i s'han de tenir en compte durant tot el desenvolupament (la seguretat n'és un exemple). Pel que fa a la resta de subobjectius, preveiem anar treballant en la seva consecució al llarg de les quatre tasques de desenvolupament i esperem que s'acompleixin al final d'aquesta etapa.

En segon lloc, els indicadors són tan nombrosos que ens és molt difícil determinar en quin ordre els satisfarem i quant de temps trigarem a fer-ho. Això també és aplicable, en menor mesura, als subobjectius.

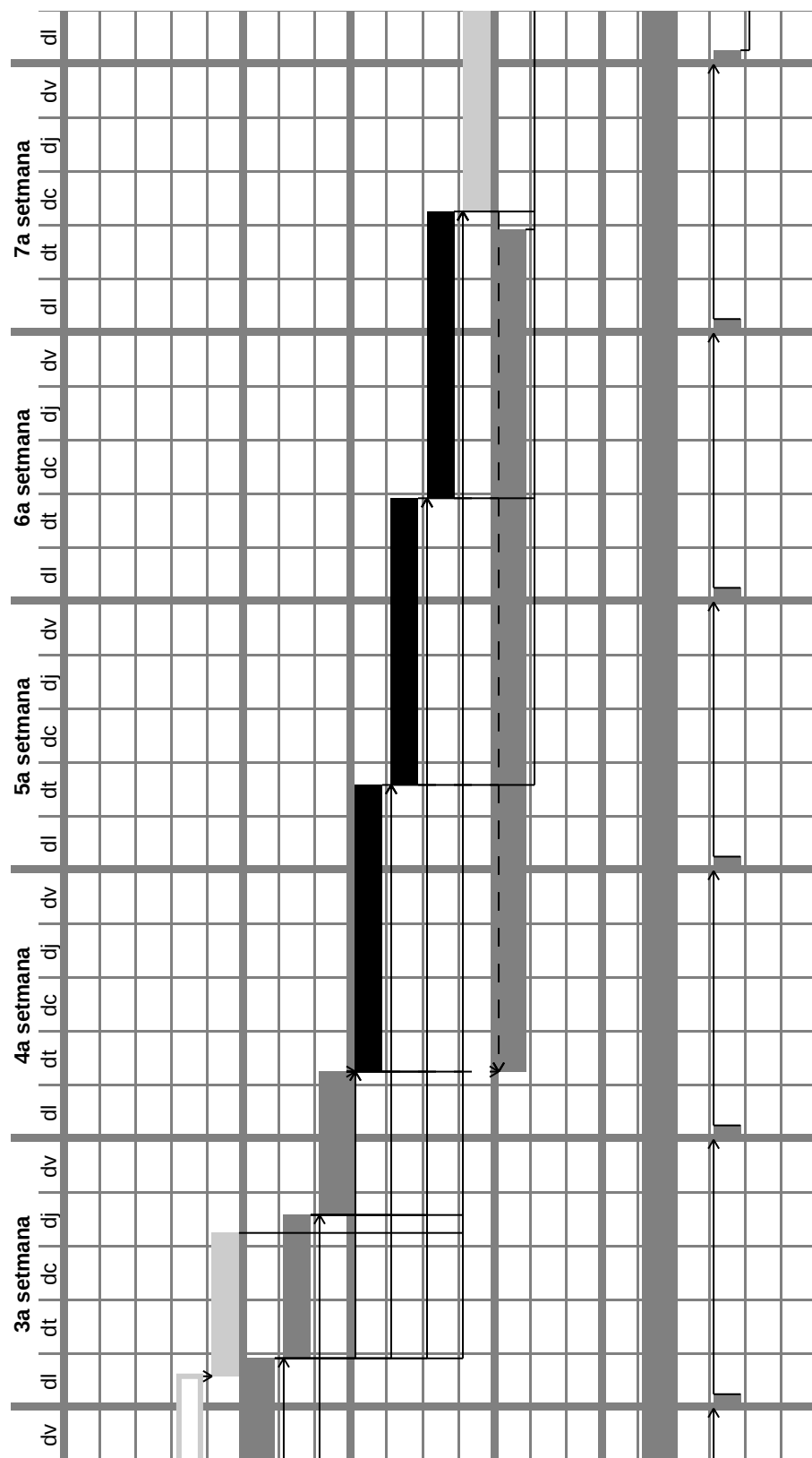


Figura 8: Diagrama de Gantt del projecte (part 2 de 3).

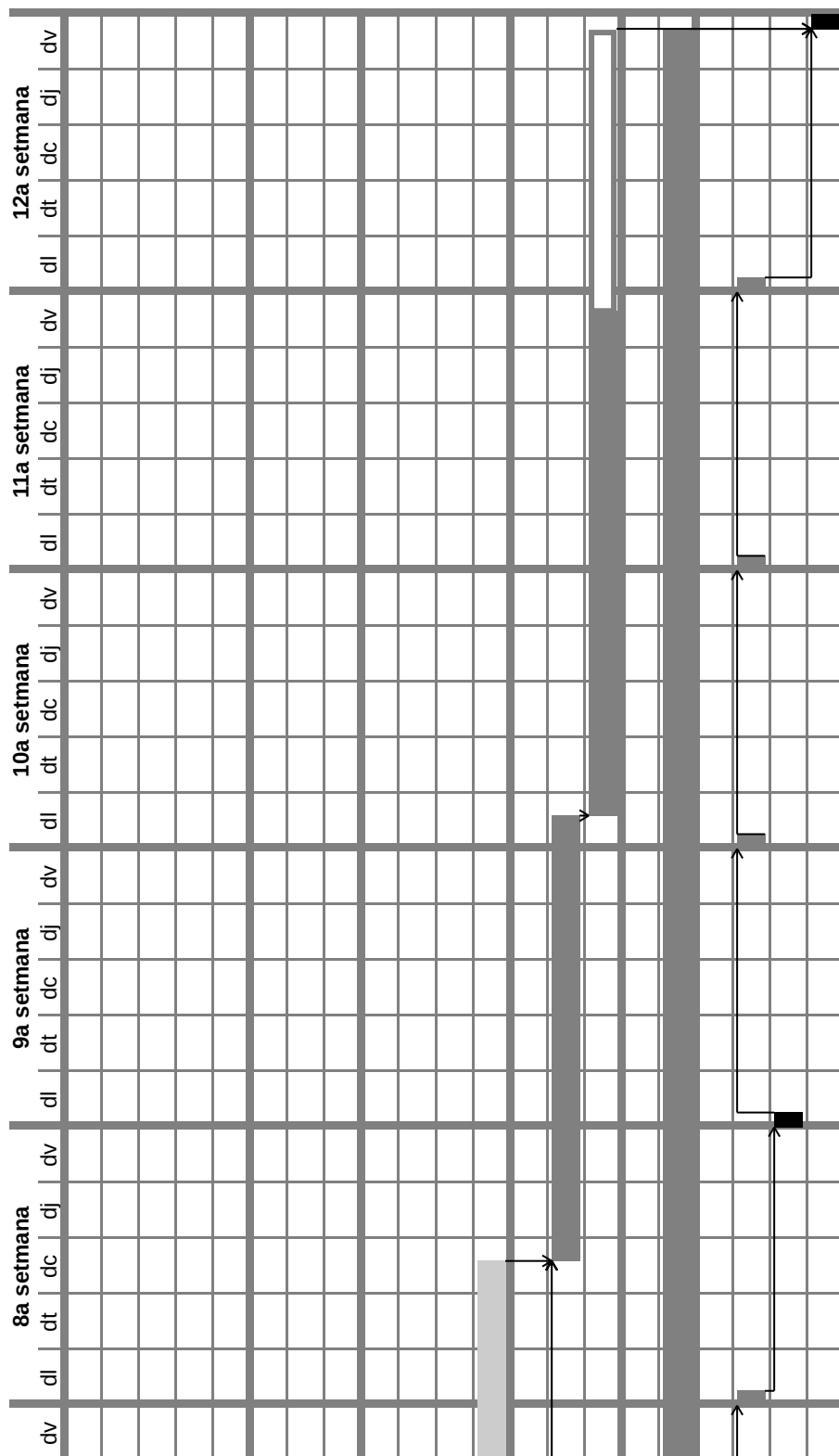


Figura 9: Diagrama de Gantt del projecte (part 3 de 3).

Id.	Tasca	Hores	Perfil
ME1	Contextualització i abast	10	Director de projecte
ME2	Planificació temporal	10	Director de projecte
ME3	Pressupost i anàlisi de sostenibilitat	10	Director de projecte
ME4	Mesura de consum elèctric	10	Programador
		168	(Servidor)
ME5	Simulació dels efectes d'aturar servidors...	10	Analista
MD1	Disseny dels algorismes	10	Analista
MD2	Disseny de la base de dades	10	Analista
MD3	Disseny de la interfície d'usuari	10	Analista
MI1	Implementació del codi d'interacció...	20	Programador
MI2	Implementació del codi de repartiment...	20	Programador
MI3	Implementació del codi de correcció...	20	Programador
MI4	Implementació del codi d'adaptació a la demanda	20	Programador
MP1	Proves parcials a l'entorn de desenvolupament	90	Analista
MP2	Proves finals a l'entorn de desenvolupament	30	Analista
MP3	Proves a l'entorn de producció	34	Analista
		168	(Servidor)
D1	Documents de gestió del projecte	30	Analista
D2	Elaboració de la memòria	80	Analista
R1	Reunió inicial	2	Director de projecte
R2	Reunions de seguiment ordinari	20	Director de projecte
R3	Reunió de fita intermèdia	2	Director de projecte
R4	Reunió final	2	Director de projecte

Taula 1: Taula resum de tasques.

12 Taula resum de tasques

Mostrem la taula resum de les tasques a realitzar a la taula 1. Com es veurà a la secció 14.2, els noms dels perfils professionals provenen del conveni sectorial aplicable fins al 2018 (*Resolución de 18 de marzo de 2009, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el XVI Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2009, March 18).

13 Gestió del risc

Com hem explicat a la secció 3.5, preveiem quatre tipus de riscos en el nostre projecte: els pics de feina de les altres activitats desenvolupades per l'autor, l'existència d'elements desconeguts en el sistema, els accidents i la no correspondència entre els resultats de les proves i els que obtingui el mòdul si se'l posa en producció.

Pel que fa als primers tres riscos, que són semblants en el sentit que poden aparèixer al llarg del desenvolupament del projecte, hem previst tres possibles estratègies per tal de mitigar-ne els efectes:

- *Dedicació addicional.* Si una setmana es poden dedicar menys hores al projecte, durant les següents setmanes (com més aviat, millor) podríem incrementar la dedicació al projecte de manera transitòria per tal de reequilibrar la situació.
- *Encesa i apagada fixes o manuals.* Si de manera sostinguda la disponibilitat de temps és lleugerament inferior a la prevista, podríem prescindir de l'encesa i apagada de servidors de correcció en funció de la demanda i programar l'encesa i apagada segons el dia de la setmana i l'hora, fet que reduiria 15 hores de la tasca MI4. En cas d'incidències més significatives, podríem abandonar aquesta part del treball i deixar-la per a més endavant. En aquest últim cas, la tasca MI4 desapareixeria, suposant un estalvi de 20 hores.

- *Tauler de control reduït o suprimit.* Si la disponibilitat de temps és menor a l'esperada, podríem crear el tauler de control de què volem que disposin els administradors sense disseny d'interfície. Tot i que l'experiència visual se'n veuria ressentida, els administradors podrien utilitzar igualment aquest tauler per a realitzar les seves tasques i el projecte recuperaria 10 hores (5 de la tasca MD3 i 5 de la MI1). Si la disponibilitat de temps fos encara inferior, podríem arribar a prescindir del tauler; llavors, els administradors continuarien realitzant les seves funcions de manera “manual” i la reducció pujaria a 17 hores (7 i 10).

Com es pot veure, totes tres estratègies mantenen el nucli de la funcionalitat i són graduables i compatibles entre elles. Aquest fet contribueix a fer que el projecte es pugui adaptar a obstacles de diferent entitat i tipologia. A més, són reversibles: si més endavant es recupera temps d'una altra manera, es poden fer les tasques afectades per l'estratègia escollida sense perdre temps.

Aquestes tres estratègies no fan variar la data de finalització del projecte.

Pel que fa al quart risc (la possibilitat que els resultats en producció no es corresponguin amb els obtinguts a l'entorn de desenvolupament), després de la reunió final encara hi ha un parell de setmanes en què es podrien acabar de polir els detalls problemàtics de la implementació que fessin fallar les prediccions. Creiem molt difícil que els resultats de posar el mòdul en producció en exclusiva siguin tan diferents dels de fer-ho en paral·lel que realitzar aquests ajustos suposi gaire feina.

14 Pressupost

14.1 Identificació de costos

Considerem que els costos del projecte es poden classificar en les categories següents:

- *Personal:* director de projecte, analista i programador.
- *Servidors:* servidors de proves.
- *Desenvolupament:* espai i ordinadors personals per als treballadors.
- *Energia:* consum elèctric dels ordinadors personals i servidors.

14.2 Costos de personal

Com hem indicat anteriorment, el projecte requereix d'un director de projecte, un analista i un programador. Al sector de la informàtica li és aplicable el “Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública”.

Atès que el XVIIè conveni no anomena les categories professionals (*Resolución de 22 de febrero de 2018, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el XVII Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2018, February 22, art. 15), hem utilitzat els noms de categories del XVIè (*Resolución de 18 de marzo de 2009, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el XVI Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2009, March 18, art. 15) per a identificar els llocs de treball d'analista i programador. Tanmateix, a l'hora de calcular els salaris hem aplicat els criteris generals del XVIIè conveni (*Resolución de 22 de febrero de 2018, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el XVII Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2018, February 22, art. 15) en lloc de la taula d'equivalències (*Resolución de 22 de febrero de 2018, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el XVII Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2018, February 22, DT 2) perquè aquesta disposa que les equivalències són “solo a efectos de trasposición”. També hem tingut en compte que la jornada màxima anual és de 1800 hores (*Resolución de 22 de febrero de 2018, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el XVII Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública* 2018, February 22, art. 20.1).

Perfil	Grup	Nivell	Salari	Cotització	Cost/any	Cost/h	Hores	Cost
Dir. de proj.	A	-	26790,31	8010,30	34800,61	19,33	56	1082,69
Analista	B	1	25986,59	7769,99	33756,58	18,75	304	5701,11
Programador	C	1	24640,37	7367,47	32007,84	17,78	90	1600,39
Total							450	8384,19

Taula 2: Costos salarials previstos del projecte.

Tasca	Concepte	Hores	Cost/h	Cost
ME1	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME2	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME3	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME4	Salari (programador)	10	17,78	177,82
ME5	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD1	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD2	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD3	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MI1	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI2	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI3	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI4	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MP1	Salari (analista)	90	18,75	1687,83
MP2	Salari (analista)	30	18,75	562,61
MP3	Salari (analista)	34	18,75	637,62
D1	Salari (analista)	30	18,75	562,61
D2	Salari (analista)	80	18,75	1500,29
R1	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
R2	Salari (director de projecte)	20	19,33	386,67
R3	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
R4	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
	Total			8384,19

Taula 3: Costos salarials previstos del projecte, separats per activitat.

Com que els salaris estan entre les bases de cotització mínima i màxima del grup 2 (el dels enginyers tècnics) (*Seguridad Social: Bases y tipos de cotización 2019* n.d.), els treballadors cotitzen pel seu salari. Hem aplicat els límits i tipus de cotització de l'any 2019 (els d'enguany encara no s'han publicat), que sumen un 29,90%. Per tal de no complicar excessivament el càlcul, hem suposat que són treballadors a temps complet amb contracte per temps indefinit (entenem que dediquen la resta del seu temps de treball a altres projectes).

Per tot el que hem exposat, hem calculat que els costos salarials de les persones que treballen en el projecte són els de la taula 2, que es mostren a nivell d'activitat a la taula 3.

14.3 Costos de servidors

Anteriorment hem assenyalat que necessitarem almenys quatre servidors per a realitzar-hi les proves en entorn de desenvolupament, a més dels servidors en producció que utilitzem.

Atès que el cicle de vida d'un servidor tendeix cap als tres o quatre anys (Edwards 2010, June 29), hem pres aquesta darrera xifra per a calcular les despeses generades.

Com que no cal que els servidors gestionin gaire càrrega, hem optat per un model econòmic (*Dell PowerEdge R240 Intel Xeon E-2124/8GB/1TB — PcComponentes.com* n.d.) per a la simulació dels costos.

Concloem, doncs, que els costos de servidors seran els de la taula 4.

Element	Preu	Vida útil	Ús	Cost/u	Unitats	U. amortides	Cost
Servidors de desenvol.	679,00	4 anys	168 h	3,25	4	0,019	13,01
Servidors de prod.	679,00	4 anys	168 h	3,25	4	0,019	13,01
Total					8		26,02

Taula 4: Costos de servidors previstos del projecte.

Element	Preu/u	Capacitat/u	Capacitat necessària	U. amortides	Cost
Oficina	500,00	45 (15P, 3T, 1M)	9 (3P, 1T, 3M)	0,200	100,00
Taula	59,00	72 (1P, 3T, 24M)	9 (3P, 1T, 3M)	0,125	7,38
Cadira	59,00	360 (1P, 3T, 120M)	9 (3P, 1T, 3M)	0,025	1,48
Portàtil	249,00	72 (1P, 3T, 24M)	9 (3P, 1T, 3M)	0,125	31,13
Internet	99,00	45 (15P, 3T, 1M)	9 (3P, 1T, 3M)	0,200	19,80
Total					159,78

Taula 5: Costos de desenvolupament previstos del projecte. En aquesta taula, “P”, “T” i “M” representen, respectivament, persones per torn, torns per dia i mesos.

14.4 Costos de desenvolupament

Els espais en què es desenvoluparia el mòdul en una empresa o administració pública han de poder mantenir les tres persones de l'equip durant tot el projecte.

A Internet hem trobat un local de 100 m² per 500 euros/mes, amb una capacitat d'unes 15 persones (*Alquiler de Oficina en calle Doctor Ferran, 11 b* n.d.); una taula per a portàtil de 59 euros (*FJÄLLBO Taula per portàtil - Negre - IKEA* n.d.); una cadira de treball d'aquest mateix preu (*FLINTAN Cadira de treball - Negre - IKEA* n.d.); un portàtil de 249 euros (*Lenovo Ideapad S145-15AST AMD A6-9225/8GB/256 GB SSD/15.6 PcComponentes.com* n.d.) i una tarifa d'Internet de 1000/500 Mbps de 99 euros/mes (*La millor de fibra dedicada, amb la millor garantia de rendiment - Fibracat* n.d.). Les cadires tenen una garantia de 10 anys, mentre que les taules i els portàtils tenen únicament la garantia estàndard de 2 anys (*Garantía — Centro de Soporte — PcComponentes.com* n.d.; *Garanties IKEA - IKEA* n.d.): assumirem que aquesta és la seva vida útil. Considerem que en aquesta oficina podrien treballar-hi persones en tres torns de treball.

Pel que fa al programari, aquest projecte utilitza OpenSUSE, Ubuntu, vim, L^AT_EX, bash i altres eines de programari gratuït, lliure i de codi obert, que no suposen, per tant, cap desemborsament econòmic.

Els costos corresponents a aquestes estimacions són els de la taula 5.

14.5 Costos d'energia

Vista la informació sobre la potència dels portàtils (*Lenovo IdeaPad S145 — Portàtil con tecnología AMD de 39,62 cm (15,6") para el uso cotidiano — Lenovo España* n.d.) i dels servidors (*Dell PowerEdge R240 Intel Xeon E-2124/8GB/1TB — PcComponentes.com* n.d.) i el PVPC del dilluns 9 de març de 2020 a mitjanit (*PVPC — ESIOS electricidad · datos · transparencia* n.d.), podem estimar que els costos d'energia seran semblants als de la taula 6.

Element	Temps	Potència	Consum	Cost/kWh	Cost/h	Cost
Portàtils	450 h	7,78 W	3500 Wh	0,08798	<0,01	0,31
Servidors	1344 h	250 W	336000 Wh	0,08798	0,02	29,56
Total			339500 Wh			29,87

Taula 6: Costos d'energia previstos del projecte.

14.6 Contingència

Hem inclòs una partida de contingència generosa (30%) en el nostre pressupost perquè no hem valorat despeses de menor import però també necessàries per motius d'espai i de temps.

14.7 Imprevistos

A la secció 3.5 hem dit que preveiem quatre tipus de riscos en el nostre projecte: els pics de feina de les altres activitats desenvolupades per l'autor, l'existència d'elements desconeguts en el sistema, els accidents i la no correspondència entre els resultats de les proves i els que obtingui el mòdul si se'l posa en producció.

A la secció 13 hem indicat que hem previst tres possibles estratègies per tal de mitigar els efectes dels tres primers riscos: compensar les hores de dedicació i reduir o suprimir dues funcionalitats del projecte. Atès que la primera no té afectació pressupostària i que les altres dues suposarien una reducció del pressupost, hem considerat que no té sentit incloure-les en el pressupost, perquè seria més baix que sense elles.

Sí que hem inclòs al pressupost una partida per a combatre la possible no correspondència de resultats entre les proves i la posada en producció, a què associem una probabilitat del 10%. Aquesta partida correspon a les dues setmanes que hem dit a la secció 13 que podrem aprofitar per a arreglar el que calgui.

14.8 Balanç de despeses

El balanç de despeses que hem calculat es mostra a la taula 7.

Tasca	Concepte	Unitats Hores	Cost/u Cost/h	Cost
ME1	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME2	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME3	Salari (director de projecte)	10	19,33	193,34
ME4	Salari (programador)	10	17,78	177,82
ME5	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD1	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD2	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MD3	Salari (analista)	10	18,75	187,54
MI1	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI2	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI3	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MI4	Salari (programador)	20	17,78	355,64
MP1	Salari (analista)	90	18,75	1687,83
MP2	Salari (analista)	30	18,75	562,61
MP3	Salari (analista)	34	18,75	637,62
D1	Salari (analista)	30	18,75	562,61
D2	Salari (analista)	80	18,75	1500,29
R1	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
R2	Salari (director de projecte)	20	19,33	386,67
R3	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
R4	Salari (director de projecte)	2	19,33	38,67
	Total despeses de personal			8384,19
ME4	Servidors de desenvolupament	0,019	679,00	13,01
MP3	Servidors de producció	0,019	679,00	13,01
	Total despeses de servidors			26,02
	Oficina	0,200	500,00	100,00
	Taula	0,125	59,00	7,38
	Cadira	0,025	59,00	1,48
	Portàtil	0,125	249,00	31,13
	Internet	0,200	99,00	19,80
	Total despeses de desenvolupament			159,78
	Energia de portàtils	450	<0,01	0,31
	Energia de servidors	1344	0,02	29,56
	Total despeses d'energia			29,87
	Total despeses			8599,86
	Contingències	0,3	8599,86	2579,96
	Total despeses + cont.			11179,83
	Imprevist 4	0,017	11179,83	186,33
	Total despeses + cont. + imprevis.			11366,16

Taula 7: Balanç de despeses previst.

15 Control de gestió

En relació al *control de gestió*, ens ha semblat que el més convenient és aprofitar les reunions setmanals per realitzar-lo, per dos motius principals. El primer d'ells és que no hem vist cap utilitat a articular un mecanisme paral·lel per a dur a terme aquesta funció, però sí l'inconvenient d'afegir interaccions amb el client tot i que ja hi mantenim una reunió setmanal. El segon (i, al nostre parer, el més important) és que d'aquesta manera podem *corregir de forma proactiva i eficaç* les desviacions que detectem en el projecte mentre hi ha temps per a fer-ho.

La manera en què durem a terme aquesta funció no serà elaborada, perquè no ens és necessari: estimarem el nivell de compleció de cada tasca i les hores que s'hi han invertit, els posarem en relació amb les hores que hem previst per a la tasca i reajustarem la planificació en cas de detectar alguna desviació. En cas que detectem desviacions favorables en el transcurs del projecte, les aprofitarem per avançar feina; atesos els riscos el projecte, ens sembla arriscat (per no dir temerari) ampliar l'abast del projecte en les setmanes "bones" i, per aquest motiu, deixarem les possibles ampliacions per al final (o per a un futur projecte).

16 Sostenibilitat

16.1 Reflexió

Fa anys que soc conscient que la informàtica pot tenir implicacions negatives i positives en la vida de les persones, en el medi ambient i en el món en general. Per això, procuro tenir en compte l'ètica i no malbaratar recursos tant en la meua vida particular com en els desenvolupaments que realitzo, però trobo que la societat no dona a la sostenibilitat social i ambiental dels projectes la importància que mereix. Per contra, trobo que les empreses donen massa pes al benefici econòmic, però reconec que no domino l'anàlisi econòmica.

16.2 Dimensió econòmica

En relació a la *dimensió econòmica* del projecte, podem treure les conclusions que esmentem a continuació:

- S'han comptabilitzat els *diferents costos* del desenvolupament: servidors, ordinadors per a treballar-hi, mobiliari d'oficina, programari, energia i mà d'obra.
- Malgrat que no hem calculat les *despeses de manteniment* del mòdul, considerem que no seran elevades perquè el projecte es realitzarà amb un llenguatge de programació modern (Go) i seguint les bones pràctiques i, per tant, no requerirà de gaire manteniment.
- Si el projecte hagués de ser *competitiu*, el seu cost no seria un obstacle per a la seva viabilitat perquè creiem que suposarà un estalvi energètic molt significatiu respecte al sistema actual i que facilitarà en gran mesura l'administració i la monitorització del servei.
- Els costos del projecte ja són molt reduïts. L'única manera (raonable) de *reduir els costos* que veiem és eliminar parts del mòdul, però o bé són essencials o bé aporten un estalvi de costos més gran en el futur. Per tot plegat, considerem que intentar retallar costos seria contraproduent.
- El *temps* que pensem dedicar a cada tasca es basa en el que pot aportar al projecte. Tampoc no podem utilitzar més eines externes de les que ja utilitzem perquè el codi que desenvoluparem és molt específic.
- Aquest projecte és una contribució a Jutge.org, un projecte de la UPC.

16.3 Dimensió social

L'anàlisi que fem de la *dimensió social* del projecte és la següent:

- El projecte es desenvoluparà a la UPC. Actualment, al nostre entorn geogràfic més proper hi ha una *situació sociopolítica* més o menys estable. Tot i que hi ha desigualtats i tensió política, el nostre projecte no contribueix a augmentar-les. Ans al contrari, ajudarà a millorar una eina que poden utilitzar persones que no es puguin finançar uns estudis universitaris amb l'objectiu d'aprendre a programar o millorar les seves competències.
- Al sector de la informàtica, com en altres sectors considerats “qualificats”, hi ha molta *precarietat*, principalment a les empreses de consultoria, anomenades “càrniques” (Hidalgo 2018, June 29). Jutge.org és una eina utilitzada per estudiants i cap empresa no participarà en el desenvolupament del mòdul, de manera que no creiem que aquest projecte alteri la situació del sector.
- Tècnicament, aquest projecte no és imprescindible (el Jutge continuaria funcionant si no es fes), però sí que *facilitarà molt* la tasca dels administradors del sistema i millorarà el rendiment del servei, fet que beneficia els usuaris, que gaudiran d'un servei més ràpid i estable.
- No preveiem que ningú es vegi *perjudicat* per aquest projecte, a part de possibles competidors del servei.

16.4 Dimensió ambiental

En relació a la *dimensió ambiental* del projecte, concloem el següent:

- Els *recursos* que necessita el projecte són els que s'han indicat més amunt. No extraïem recursos naturals, ni emetem substàncies a l'exterior.
- L'*activitat* que realitzem és el desenvolupament d'un programari, que no és particularment intensiva i té un impacte reduït en el medi ambient.
- Atès que un dels objectius del nostre treball és que els servidors s'encenguin i s'apaguin en funció de l'activitat per tal d'estalviar energia, preveiem que el *balanç d'impacte* en la vida útil del mòdul serà negatiu perquè la petjada ecològica del Jutge serà inferior.
- Podem *reaprofitar* l'eina d'enviament de missatges entre servidors que utilitzarem, així com gran part de la lògica del sistema de correcció existent, però el codi del mòdul és molt específic i l'hauréu de fer nosaltres.
- Si més endavant es decideix *reemplaçar el mòdul*, aquest fet no suposarà, per si mateix, gaire impacte ambiental (només el corresponent a desenvolupar un altre mòdul i integrar-lo en el sistema). És més, aquest canvi no serà complicat perquè el nostre mòdul no ocultarà les dades ni funcionarà de manera opaca o confusa, ans al contrari.

17 Referències

- Alquiler de Oficina en calle Doctor Ferran, 11 b. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.idealista.com/inmuelle/2188967/>
- Celery : Distributed Task Queue. (n.d.). Retrieved February 18, 2020, from <http://www.celeryproject.org/>
- Dell PowerEdge R240 Intel Xeon E-2124/8GB/1TB — PcComponentes.com. (n.d.). Retrieved March 5, 2020, from <https://www.pccomponentes.com/dell-poweredge-r240-intel-xeon-e-2124-8gb-1tb>
- Drumont, C. (n.d.). Scrum - what it is, how it works, and why it's awesome. Retrieved February 22, 2020, from <https://www.atlassian.com/agile/scrum>
- EDA, Estructures de Dades i Algorismes. (n.d.). Retrieved February 22, 2020, from <https://www.cs.upc.edu/eda/>
- Edwards, J. (2010, June 29). New technologies mean shorter server life cycles. *Computerworld*. Retrieved March 5, 2020, from <https://www.computerworld.com/article/2519154/new-technologies-mean-shorter-server-life-cycles.html>

First Steps with Celery — Celery 4.4.0 documentation. (n.d.). Retrieved February 18, 2020, from <http://docs.celeryproject.org/en/latest/getting-started/first-steps-with-celery.html>

FJÄLLBO Taula per portàtil - Negre - IKEA. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.ikea.com/es/ca/p/fjallbo-aula-per-portatil-negre-30339735/>

FLINTAN Cadira de treball - Negre - IKEA. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.ikea.com/es/ca/p/flintan-cadira-treball-vissle-negre-20336841/>

Garantía — Centro de Soporte — PcComponentes.com. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.pccomponentes.com/soporte/garantia>

Garanties IKEA - IKEA. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.ikea.com/es/ca/customer-service/returns-claims/guarantee/>

Getting Started [Gearman Job Server]. (n.d.). Retrieved February 23, 2020, from <http://gearman.org/getting-started/>

Hidalgo, C. (2018, June 29). Precarios de cuello blanco. *El País*. Retrieved March 6, 2020, from https://elpais.com/economia/2018/06/28/actualidad/1530184992_366865.html

INF - Informàtica. (2020, February 19). Retrieved February 22, 2020, from <https://fine-intranet.upc.edu/tmp/consgd/cursactual/200011-e-1.pdf>

Inici — PRO2, Programació 2. (n.d.). Retrieved February 22, 2020, from <https://www.cs.upc.edu/pro2/index.php>

La millor de fibra dedicada, amb la millor garantia de rendiment - Fibracat. (n.d.). Retrieved March 9, 2020, from <https://www.fibracat.cat/empreses/fibra>

Lenovo IdeaPad S145 — Portàtil con tecnología AMD de 39,62 cm (15,6") para el uso cotidiano — Lenovo España. (n.d.). Retrieved March 8, 2020, from <https://www.lenovo.com/es/es/laptops/ideapad/s-series/Lenovo-IdeaPad-S145-15AST/p/88IPS101207>

Lenovo Ideapad S145-15AST AMD A6-9225/8GB/256 GB SSD/15.6 PcComponentes.com. (n.d.). Retrieved March 6, 2020, from <https://www.pccomponentes.com/lenovo-ideapad-s145-15ast-amd-a6-9225-8gb-256-gb-ssd-156>

LP: Mètode d'avaluació. (2019). Retrieved February 22, 2020, from <https://xn--lions-yua.jutge.org/presentacions/lp/01-presentacio.html#5>

Messaging that just works — RabbitMQ. (n.d.). Retrieved February 23, 2020, from <https://www.rabbitmq.com/>

Normativa del treball final de grau del grau en Enginyeria Informàtica de la Facultat d'Informàtica de Barcelona. (2020, January 29). Retrieved March 2, 2020, from <https://www.fib.upc.edu/sites/fib/files/documents/estudis/normativa-tfg-mencio-addicional-gei-br.pdf>

Olimpiada Informàtica Catalana. (n.d.). Retrieved February 22, 2020, from <https://olimpiada-informatica.cat/>

Pàgina de PRO1 — PRO1, Programació 1. (n.d.). Retrieved February 22, 2020, from <https://www.cs.upc.edu/pro1/>

PVPC — ESIOS electricidad · datos · transparencia. (n.d.). Retrieved March 8, 2020, from <https://www.esios.ree.es/es/pvpc?date=09-03-2020>

RabbitMQ tutorial - Remote procedure call (RPC) — RabbitMQ. (n.d.). Retrieved February 23, 2020, from <https://www.rabbitmq.com/tutorials/tutorial-six-go.html>

Resolución de 18 de marzo de 2009, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el XVI Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública. (2009, March 18). Retrieved March 1, 2020, from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-5688>

Resolución de 22 de febrero de 2018, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el XVII Convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública. (2018, February 22). Retrieved March 3, 2020, from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-3156>

Seguridad Social: Bases y tipos de cotización 2019. (n.d.). Retrieved March 3, 2020, from <http://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/Trabajadores/CotizacionRecaudacionTrabajadores/36537>

Treball de Fi de Grau — Facultat d'Informàtica de Barcelona. (n.d.). Retrieved March 2, 2020, from <https://www.fib.upc.edu/ca/estudis/graus/grau-en-enginyeria-informatica/treball-de-fi-de-grau>

Woods, E. (2012, April 9). PHP: a fractal of bad design / fuzzy notepad. Retrieved February 25, 2020, from <https://eev.ee/blog/2012/04/09/php-a-fractal-of-bad-design/>