



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Informàtica de Barcelona



Desenvolupament d'un mòdul gràfic per a plantes productives per a un ERP

Enginyeria del Software

Lliurable 4 - Document final

Andreu Orensanz Bargalló

Director: Conrad Fontanals Odena

Ponent: Ferran Sabaté Garriga

Octubre de 2023

Taula de continguts

1. Context	5
1.1. Introducció	5
1.2. Identificació del problema	7
1.3. Conceptes previs	9
1.4. Stakeholders	10
1.5. Estat de l'art	11
2. Justificació	19
3. Abast	21
3.1. Objectius	21
3.2. Requisits	21
3.2.1. Requisits funcionals	21
3.2.2. Requisits no funcionals	22
3.3. Riscos	23
3.3.1. Inexperiència en diverses tecnologies	23
3.3.2. Calendari tancat	24
3.3.3. Bugs	24
3.3.4. Avaries tecnològiques	24
4. Metodologia i rigor	25
4.1. Metodologia de treball	25
4.1. Metodologia de desenvolupament i validació	26
5. Descripció i estimació temporal de les tasques	27
5.1. Tasques	27
5.1.1. Tasques de gestió del projecte	27
5.1.2. Tasques de desenvolupament	28
5.1.3. Tasques de redacció de la memòria	30
5.2. Recursos	32
5.2.1. Recursos humans	32
5.2.2. Recursos tecnològics	32
6. Gantt del projecte	34
7. Gestió del risc: Plans alternatius i obstacles	35
7.1. Inexperiència en diverses tecnologies	35
7.2. Calendari tancat	36
7.3. Bugs	36
7.4. Avaries tecnològiques	36
8. Pressupost	37
8.1. Identificació dels costos	37
8.1.1. Costos de personal per activitat (CPA)	37

8.1.2. Costos genèrics (CG)	39
8.1.2.1. Hardware	39
8.1.2.2. Software	39
8.1.2.3. Altres despeses	40
8.2. Estimació dels costos	41
8.2.1. Pressupost final	41
8.3. Control de gestió	42
9. Informe de sostenibilitat	44
9.1. Autoavaluació	44
9.2. Dimensió econòmica	44
9.3. Dimensió ambiental	45
9.4. Dimensió social	46
10. Referències	47

Índex de figures

[Figura 1]	6
[Figura 2]	7
[Figura 3]	8
[Figura 4]	9
[Figura 5]	25
[Figura 6]	27
[Figura 7]	34

Índex de taules

[Taula 1]	11
[Taula 2]	24
[Taula 3]	32
[Taula 4]	35
[Taula 5]	37
[Taula 6]	38
[Taula 7]	39
[Taula 8]	40
[Taula 9]	40
[Taula 10]	41
[Taula 11]	41
[Taula 12]	42
[Taula 13]	42

1. Context

1.1. Introducció

El meu treball de fi de grau a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), dins l'especialitat d'Enginyeria del Software del Grau en Enginyeria Informàtica, es titula “Desenvolupament d'un mòdul gràfic per a plantes productives per a un ERP”.

Aquest projecte s'emmarca dins de la modalitat B [1], la qual implica la col·laboració amb una empresa del sector. En aquest cas, estic treballant en virtut d'un Conveni de Cooperació Educativa amb l'empresa EDISA, que té oficines a Barcelona, així com en altres ubicacions d'Espanya i Amèrica Llatina.

EDISA es dedica al desenvolupament d'aplicacions de gestió empresarial destinades a les mitjanes i grans empreses, que operen en més de 30 sectors empresarials diferents. El seu producte estrella és conegut com a LIBRA, un *Enterprise Resource Planning* (ERP), o Sistema de Planificació de Recursos Empresarials. Aquest sistema integra les dades i els processos d'una empresa en una única plataforma unificada. LIBRA, com d'altres ERPs generalment, compta amb una base de dades centralitzada per emmagatzemar la informació de diversos mòduls empresarials, com ara inventari, distribució, producció, enviaments, pagaments, entre d'altres. Com que EDISA treballa amb empreses de molts sectors diversos, els mòduls de LIBRA són altament adaptables per a satisfer les necessitats específiques dels clients, en funció del sector en què operen. LIBRA compta amb 30 mòduls totalment integrats, que abarquen tota la funcionalitat requerida per qualsevol empresa, ja sigui ERP, CRM, SGA, DMS, BPM, etc. Aquests mòduls són els següents: gestió financera, integració bancària, gestió de compres, gestió logística, e-commerce, CRM, producció, gestió de qualitat, gestió de manteniment, gestió de projectes, nòmina, control de presència, RRHH, portal empleat, comunitats, entorn, gestió de processos (BPM), gestió documental, gestió d'alertes, serveis web, mobilitat, generador d'informes, gestió d'informes, widgets i business intelligence.

De tots aquests mòduls, en aquest projecte es treballa principalment en dos: el mòdul de producció i el de mobilitat. El mòdul de producció suporta la gestió de tot el flux productiu d'una empresa: definició de l'estructura productiva, programació de la producció, planificació de les necessitats del material, llançament i control d'ordres de fabricació, entre d'altres. Com a autor del projecte, només tocaré l'apartat del mòdul gràfic del càlcul de càrrega de màquines, on es veuen representades les ordres de fabricació i els recursos d'una planta productiva. L'objectiu del projecte, com bé es detalla més endavant, és representar aquest gràfic des del mòdul de Mobilitat de LIBRA, canviant algunes funcionalitats i afegint-ne de noves. Mobilitat és un mòdul que permet realitzar tasques a través d'una interfície senzilla i intuïtiva, des d'un navegador web. D'aquesta manera Mobilitat pot accedir a totes les funcions relatives a la gestió

documental, alertes, gestió de processos BPM, entre d'altres funcionalitats de LIBRA des d'un dispositiu mòbil. Aquest mòdul permet a l'usuari la possibilitat de treballar en mode "on line", el qual requereix connexió a la base de dades, o en mode "off line".

El mòdul de Mobilitat és des d'on es desenvoluparà el projecte principalment. L'arquitectura del mòdul amb els llenguatges associats és representa en la següent Figura 1:

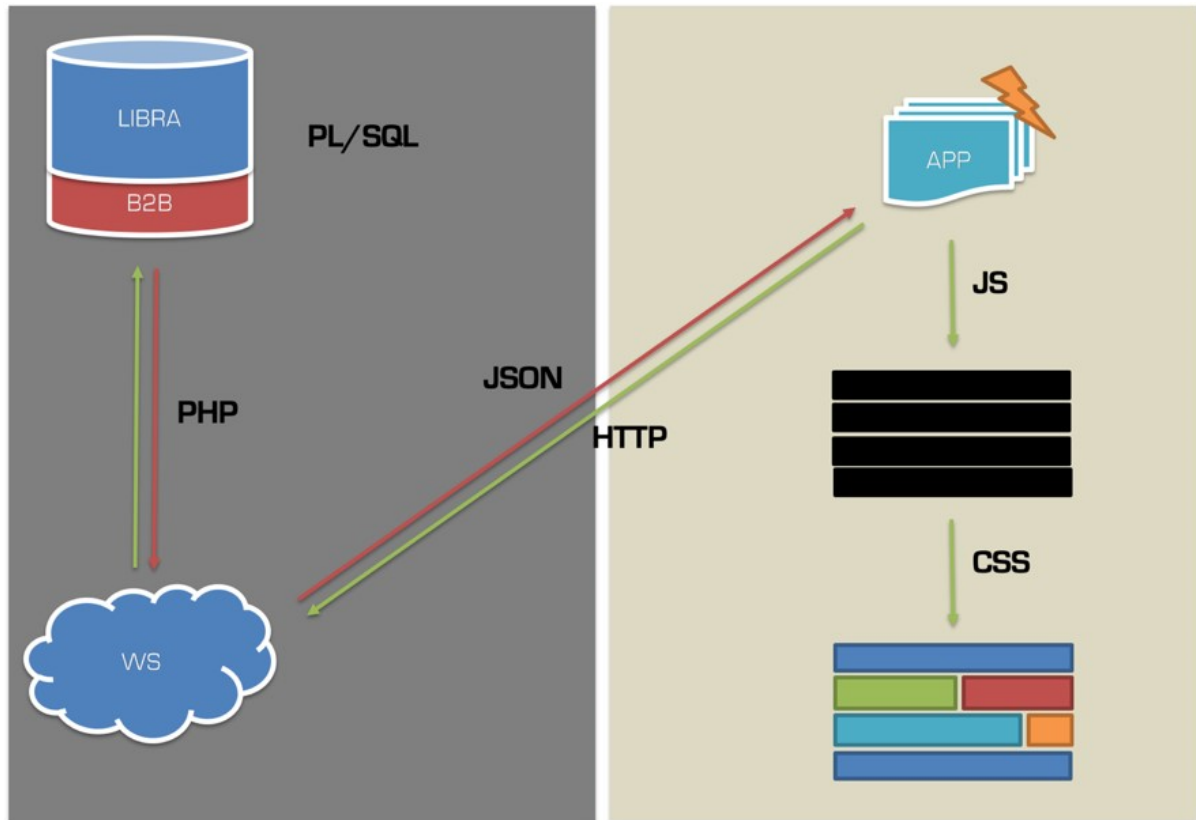


Figura 1. Passos que segueix una petició estàndard de la Mobilitat. Font: Pàgina de suport MOVILIDAD

Tal i com es veu a la figura anterior, l'aplicació comença sol·licitant una petició HTTP al servidor per a carregar un programa, validar un camp, entre d'altres funcions. El servidor es comunica per PHP a la base de dades, sempre connectat a l'usuari B2B, que ha estat definit per EDISA i només està limitat a la base de dades (només té accés a les taules i procediments del nucli de Mobilitat). Aquest usuari fa de pont a les peticions de l'usuari LIBRA, que és el que executa els processos, carrega taules temporals, etc., i el B2B retorna de nou el resultat de la petició al servidor a través de PHP. El servidor li envia la informació a l'aplicació a partir d'una resposta en JSON i aquesta processa la resposta en JavaScript i genera la sortida visual corresponent. El navegador, finalment, aplica les regles d'estil predefinides al CSS per a maquetar la part visual.

1.2. Identificació del problema

L'empresa EDISA, especialitzada en solucions de gestió empresarial, s'enfronta al desafiament de fer adaptable visualment la gestió de les plantes productives dels seus clients mitjançant el seu producte ERP, LIBRA. D'aquí ve la iniciativa de plantejar-se desenvolupar un mòdul gràfic per a plantes productives per a LIBRA.

Una de les raons que justifiquen aquesta proposta, són els problemes de visualització en diversos dispositius a l'hora de mostrar els mòduls gràfics des de l'ERP de LIBRA. El mòdul gràfic ja és existent però es va desenvolupar fa un parell de dècades en el llenguatge Visual Basic i és molt poc optimitzable. L'objectiu és crear les mateixes funcionalitats que realitza el mòdul original i generar-ne de noves durant el desenvolupament, passar-ho al *framework* Mobilitat d'EDISA [2], que es tracta d'una aplicació web on es permet realitzar tasques a través d'una interfície senzilla i intuïtiva. Aquesta interfície es realitza ja amb llenguatges de programació moderns que permeten l'adaptabilitat visual a tot tipus de dispositius.

A més, l'augment de les expectatives dels usuaris i la demanda de solucions d'altres ERPs existents més avançats, fa essencial que LIBRA s'adapti i ofereixi una millora en aquest aspecte.

La solució actual, tot i que és funcional pel que fa a la visualització de recursos i ordres de fabricació, té problemes a l'hora de visualitzar certes etiquetes de cadascuna d'aquestes, com el percentatge de progrés, les dates inici i fi sobre les barres, la relació entre ordres de fabricació, les descripcions dels articles, recursos i clients, les fases de les ordres de fabricació, etc. El mòdul gràfic existent a LIBRA té el següent aspecte:

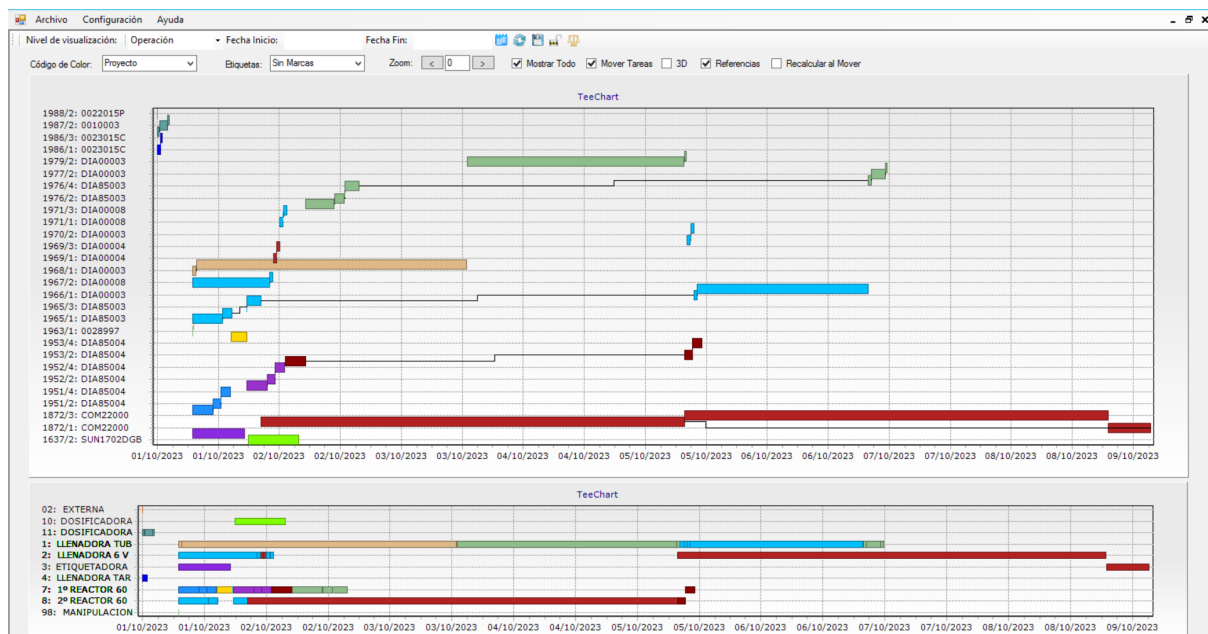


Figura 2. Exemple d'un gràfic d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

A la Figura 2, podem veure un exemple de com es visualitza aquest gràfic des de LIBRA. Com es pot notar, té una semblança a un gràfic de Gantt, ja que al cap i a la fi, es tracta d'un gràfic per a gestionar les tasques d'una planta productiva o, com en diuen a LIBRA, ordres de fabricació d'una planta. El gràfic superior representa a cada fila les tasques al llarg del temps i, el gràfic de sota representa els recursos que, evidentment, no es poden usar per dues ordres de fabricació a la vegada.

El mòdul gràfic també dona l'opció de separar-los en dues vistes separades: un per a tasques i l'altre per a recursos. A continuació, a la Figura 3, es mostra un exemple del gràfic de recursos. Aquest s'amplia a una vista més gran per tal de poder veure tots els detalls de cadascuna de les tasques, tal i com es mostra a la taula sota el gràfic:

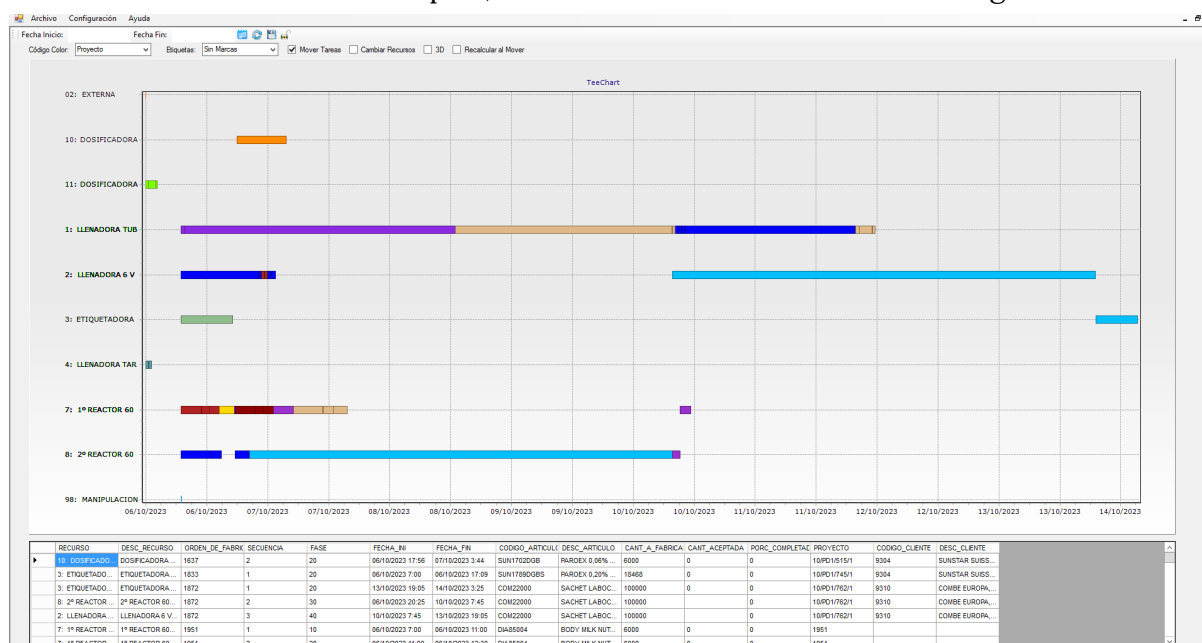


Figura 3. Exemple d'un gràfic dels recursos d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

A la Figura 4, podem veure l'exemple d'un gràfic de les tasques d'una planta productiva. La visualització és igual que la del gràfic de recursos, cada tasca va detallada en un registre de la taula que hi ha sota el gràfic, extret directament de la base de dades de LIBRA:

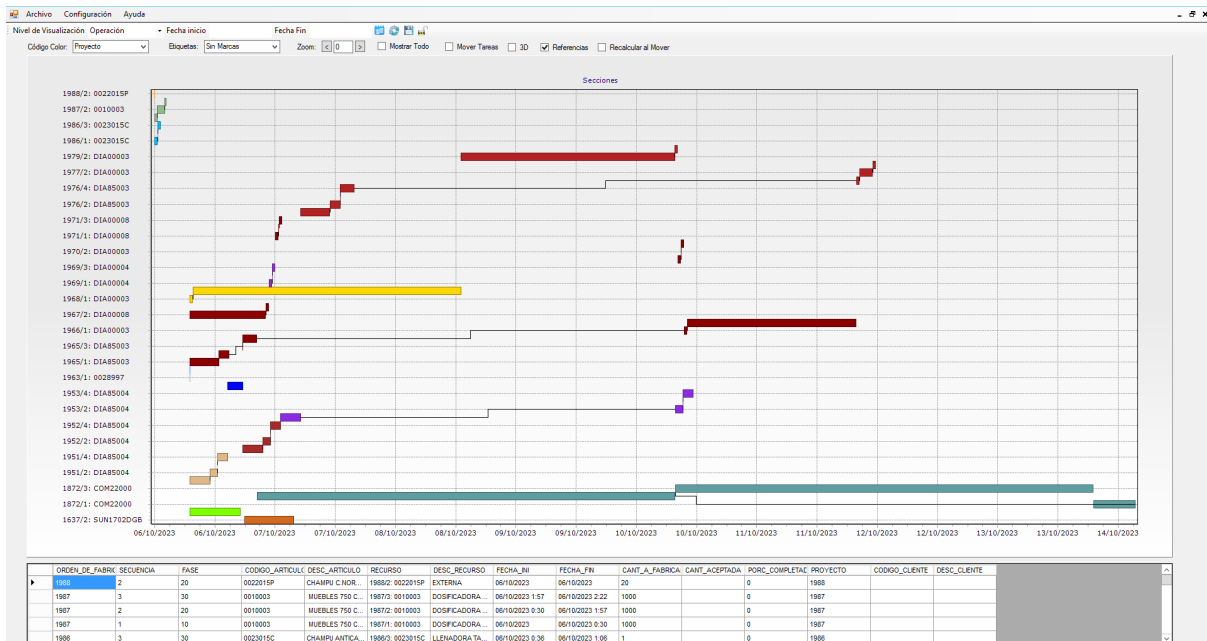


Figura 4. Exemple d'un gràfic de les tasques d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

En conclusió, el desenvolupament del mòdul gràfic per a plantes productives per a l'ERP LIBRA sorgeix com a resposta directa a aquesta manca d'eficiència visual per a tots els dispositius i navegadors web, i per a oferir als usuaris una eina potent que millori significativament la seva capacitat de gestió i presa de decisions. Tot i que ja existeix una eina prou funcional a LIBRA, la decisió d'EDISA és fer-la de nou des del mòdul web de LIBRA anomenat Mobilitat. Aquest el que permet és que es pugui visualitzar des de diversos dispositius, i les etiquetes i diferents aspectes que no es veuen bé al gràfic original puguin ser distingibles des del nou mòdul gràfic per a navegadors web. Com a programador, també aniré cercant noves solucions i alternatives durant el desenvolupament per tal de generar noves funcionalitats per a l'usuari si aquestes s'acorden de ser convenientes. No es tracta de construir un mòdul gràfic exactament igual al ja existent però sí adaptar la solució que ja proposa i millorar-la, per tal de fer-la més eficient per a l'usuari.

1.3. Conceptes previs

En aquesta secció, es defineixen els conceptes clau relacionats amb el tema del treball, que ajudaran als lectors a contextualitzar i entendre plenament el projecte:

- **ERP**

Un *Enterprise Resource Planning* [3] o sistemes de planificació de recursos empresarials són sistemes software que serveixen per a fer-se càrrec de diferents operacions internes en una empresa, des de l'inventari, la distribució i la producció fins als enviaments, pagaments i recursos humans. Es tracta d'un sistema que permet la unificació, organització i automatització de diferents

mòduls de l'empresa, així com la traçabilitat de tots els processos i, per tant, doni pas a la planificació i optimització dels recursos.

- **Mòduls**

Els mòduls són les àrees funcionals d'un sistema ERP que s'encarreguen de gestionar les operacions i les dades relacionades amb cada sector específic d'una empresa. Depenent del sector empresarial, les companyies treballen amb diferents mòduls que s'adaptin al sector, per tal que contribueixin a la gestió global de l'empresa. Exemples de mòduls típics d'un ERP poden ser el mòdul de finances, el de recursos humans, producció, gestió d'inventari i de qualitat, entre molt d'altres.

- **CRM**

Customer Relationship Management [4] es tracta d'un software per a l'administració o gestió de la relació amb els clients, la venda i el màrqueting, i que s'integren als *Enterprise Resource Planning* (ERP). Els CRM tenen diverses funcionalitats per a la gestió de vendes i clients de l'empresa, com automatització i promoció de vendes, tecnologies per a l'emmagatzematge de dades, funcionalitats per al seguiment de campanyes de màrqueting, capacitats predictives i de projecció de vendes, de mesura i anàlisi de les relacions amb els clients, etc.

- **BPM**

Business Process Management [5] o Gestió per Processos de Negoci és una disciplina de gestió composta de metodologies i tecnologies per tal d'optimitzar els processos d'una organització. Un procés de negoci representa una sèrie d'activitats o tasques que poden incloure persones, aplicatius, events de negoci i organitzacions.

- **SGM**

Un Sistema de Gestió de Magatzem [6] és un conjunt de polítiques i processos destinats a organitzar el cicle de treball d'un magatzem o centre de distribució i garantir que aquesta instal·lació pugui funcionar de manera eficient i complir els seus objectius. Aquests generalment s'integren als ERPs.

1.4. Stakeholders

A continuació, a la Taula 1 s'enumeren les persones i organitzacions que tenen un interès directe o indirecte en el projecte, ja sigui pel seu impacte, els seus objectius o les seves expectatives. S'identifica qui són aquests *stakeholders*, quins són els seus rols i quin és el seu interès:

Actors implicats	Descripció
Director del TFG	Com que el projecte pertany a la modalitat B i, per tant, es realitza juntament amb una empresa, el director del projecte és en Conrad Fontanals, director comercial d'EDISA. Ell és l'encarregat de proporcionar tot el material, formació i mitjans per al desenvolupament del projecte. Guia a l'autor del treball en la presa de decisions i li supervisa les fases durant el desenvolupament del projecte.
Ponent del TFG	En Ferran Sabaté, professor del Departament d'Organització d'Empreses a la FIB, és el ponent del treball. La seva funció és guiar, resoldre dubtes, supervisar i assegurar la correctesa del projecte a efectes acadèmics.
Autor del TFG	L'autor del desenvolupament del treball és una part interessada clau. Com que treballarà en desenvolupament del mòdul gràfic, ha d'assegurar-se que el projecte es desenvolupi segons les especificacions i terminis marcats.
Clients d'EDISA	Els clients i, per tant, usuaris de LIBRA que utilitzin el mòdul gràfic seran <i>stakeholders</i> importants, perquè els seu benestar i eficiència durant l'ús d'aquest mòdul es veurà afectat per la seva implementació. Més enllà de la seva funcionalitat als clients els agrada tenir un software actualitzat i funcional.
EDISA	Com a l'empresa que desenvolupa l'ERP LIBRA i col·labora en el projecte, EDISA té un interès directe en assegurar que el mòdul gràfic s'integri adequadament al sistema i compleixi les expectatives.

Taula 1. Taula de *stakeholders* amb la seva descripció. Font: Elaboració pròpia

1.5. Estat de l'art

En aquest apartat s'aprofundeix sobre la contextualització dels sistemes actuals d'*Enterprise Resource Planning* (ERP) i l'aportació d'aquests a les empreses que l'utilitzen. Els ERPs han estat una peça clau en la transformació digital de les empreses, ja que les ha proporcionat un enfocament integrat per a la gestió eficient dels recursos i processos empresarials.

La implementació d'un ERP per a una empresa és un procés complex i meticulós, ja que afecta a moltes facetes d'una companyia. Per això, es requereix d'un pla ben dissenyat per a tenir en compte els aspectes necessaris i tenir clars els objectius. Per tal de començar una implementació d'un ERP, primer l'empresa ha de tenir clars la direcció, l'abast i l'estructura dels seus projectes, ja que podria portar problemes més endavant. Això implica escollir detingudament els requisits, redissenyar processos per tal que un cop implementat el sistema aportï avantatges a l'empresa i configurar l'ERP per tal que

doni suport a aquests processos. A continuació, a la Taula 2 es descriuen les etapes d'implementació d'un ERP:

Documentar necessitat	<p>En aquesta primera fase es tracta de fer recerca d'un sistema a partir de la definició dels requisits dels projectes que tingui l'empresa i en formar un grup per tal de poder fer la selecció de les eines necessàries. Un equip de diferents departaments defineix els problemes que l'ERP hauria de solucionar per a tots els grups de la companyia. Aquest equip normalment està format per persones que es trobin involucrades en la implementació de projectes, ja que tenen un rol important en el desenvolupament de l'organització. Aquests el podrien formar, per exemple: directors de l'empresa, gerents del projecte, l'equip del projecte, un grup d'usuaris, un grup de qualitat i consultor extern. També es poden afegir rols si això es veïés necessari.</p>
Selecció	<p>En aquesta etapa, es tracta de cercar al mercat per a ERPs disponibles que s'adeqüin als projectes que es volen desenvolupar. Per a buscar ERPs el més convenient és consultar a Internet, anar a fires de software i consultar a professionals d'altres empreses, per tal de fer un llistat de proveïdors d'ERP.</p> <p>A continuació caldrà contactar amb aquests proveïdors per tal de recollir la major quantitat d'informació de cadascuna de les eines que ofereixen. És important descartar tots aquells ERPs que no cobreixin les àrees de l'empresa que són necessàries pels projectes que es volen desenvolupar i reduir la llista de candidat a uns 5 aproximadament. D'aquests es realitzarà un estudi més detallat per tal de veure demostracions del producte i converses amb els usuaris i personal del proveïdor.</p> <p>El següent pas és entrevistar els proveïdors seleccionats per tal de recopilar informació sobre el producte, les especificacions tècniques del sistema, descripció dels mòduls que componen l'ERP, la funcionalitat de cadascun d'aquests, catàlegs, articles i altres projectes d'implementacions del sistema en altres empreses. Després, s'organitza aquesta informació verificant que aquestes funcionalitats i descripcions que s'han documentat s'adeqüen als requisits dels projectes de l'empresa. Es tindran en compte una sèrie de criteris dels candidats escollits:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspectes funcionals: criteris relacionats en el funcionament del sistema i els processos que contempla. - Aspectes tècnics: aquells relacionats en les necessitats d'equipament tècnic i hardware per tal de poder fer

	<p>servir el producte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Característiques del proveïdor: cal tenir en compte l'experiència del proveïdor en termes d'evolució, creixement i manteniment dels seus productes, ubicació geogràfic i experiència amb altres clients. - Característiques del servei: s'avalua els punts específics del servei que brinda el proveïdor en termes d'implementació i suport. - Aspectes econòmics: relacionats amb el cost de les llicències del sistema i el servei de manteniment, suport i implementació. - Aspectes estratègics de l'empresa: lligats als plans de negoci i al pla estratègic de la companyia. <p>Amb aquests criteris i els candidats prèviament seleccionats, es procedeix a avaluar els diferents sistemes ERP per determinar quin és el més idoni. Aquesta avaluació es basarà en els paràmetres i criteris detallats anteriorment, amb l'objectiu de seleccionar la solució que millor s'ajusti al sistema.</p>
Instal·lació i desenvolupament	<p>Un cop escollit el proveïdor que ofereix el sistema més adequat, passem a la fase d'instal·lació del sistema. Això implica configurar i personalitzar el software per a donar suport a les necessitats dels requeriments anotats dels projectes de l'empresa.</p> <p>Si el sistema requereix instal·lació de nou hardware per a requerir el funcionament de l'ERP, l'empresa proveïdora proporciona el suport i la instal·lació d'aquest.</p> <p>Seguidament, l'equip de consultors ha de desenvolupar una formació entre els empleats necessaris per tal de poder ajudar als clients a ajustar-se amb el nou sistema. També cal migrar les dades del sistema anterior a l'ERP que s'està implementant. Per això cal començar un pla per a la migració de dades, que pot ser complex, ja que sovint implica extreure, transformar i carregar dades de múltiples sistemes, que poden emprar diferents formats o mantenir dades duplicades o errònies. Cal anar en compte en no migrar simplement totes les dades històriques del sistema anterior, ja que moltes poden resultar irrelevantes o obsoletes. Cal fer de la transició a un nou sistema ERP com una oportunitat per a netejar dades innecessàries i racionalitzar les que facin falta per a implementar el nou sistema.</p> <p>Seguidament, cal desenvolupar el sistema per tal d'adaptar-lo a</p>

	<p>les necessitats específiques del sistema de l'empresa. Això implica personalitzar els mòduls i processos segons les operacions i fluxos de treball. Aquests poden ser mòduls de comptabilitat, gestió de magatzem, producció, recursos humans, entre altres. Per fer això cal acordar amb el proveïdor com canviar el codi per tal que l'ERP contingui els nous mòduls i funcions que es necessiten per complir els fluxos de treball que vol l'empresa.</p>
Testing	<p>Un cop obtingut i instal·lat l'ERP seleccionat, concurrentment s'ha d'anar testejant abans de desplegar-lo públicament a tots els empleats. Cal veure que l'equip de projectes provi els mòduls i prestacions que ofereix l'ERP, i desenvolupar errors o ajustaments basat en els resultats.</p> <p>Els empleats haurien de poder realitzar les seves funcions diàries amb el nou sistema sense cap problema a l'hora d'emprar totes les capacitats que s'ofereixen. A més, també és bon moment per a fer test de les dades migrades de sistemes anteriors i anar introduint la formació als usuaris.</p>
Deployment	<p>En aquesta etapa el sistema entra en funcionament. Cal estar preparat per a tractar possibles problemes, ja que hi pot haver components que no funcionin correctament o empleats de l'empresa que no saben com funcionen certs aspectes, malgrat la formació. Per això l'equip de projecte ha d'estar accessible per a ajudar als usuaris a comprendre el sistema i intentar solucionar qualsevol problema.</p> <p>Algunes dades es poden migrar abans del desplegament, com s'ha comentat anteriorment, mentre que d'altres, com les transaccions actuals, cal migrar-les just abans de posar en marxa el sistema.</p> <p>Pot ser que algunes organitzacions posin en marxa alguns mòduls de l'ERP en comptes de desplegar-los tots simultàniament. Es van posant en marxa a mida que estiguin ben desenvolupats i testejats. D'altres companyie, per tal de minimitzar el risc, continuen usant els sistemes més antics en paral·lel amb la nova implementació de l'ERP durant un temps, tot i que això pot afegir al cost total del projecte i reduir la productivitat dels usuaris.</p>
Suport	<p>En aquesta fase es tracta d'assegurar que el sistema funciona i que la companyia aconsegueix els beneficis desitjats. L'equip de projecte segueix responsable del sistema ERP però en aquest cas</p>

	<p>la seva funció és respondre el <i>feedback</i> dels usuaris i fer els ajustaments del sistema necessaris. En aquesta etapa, pot ser que se segueixi requerint desenvolupament i configuració adicional de noves prestacions per al sistema.</p> <p>S'aniran instal·lant periòdicament noves actualitzacions de software (o potser de hardware, depenent de les necessitats de l'empresa). al llarg del temps. Si l'ERP és basat al núvol, el proveïdor farà les actualitzacions automàticament.</p>
--	--

Taula 2. Etapes per a la implementació d'un ERP. Font: [7], [8] i [9]

Un cop vistos els passos per a la implementació d'un sistema ERP a una empresa, veurem quins són els beneficis que aporta un sistema com aquest a una companyia. Els sistemes ERP unifiquen tots els departaments en un sistema únic i, per tant, els beneficis són clars. És per això que durant les passades dècades moltes empreses continuen buscant maneres d'aconseguir avantatges estratègics i competitius amb aquestes tecnologies [10].

Els avantatges més notables de la implementació d'ERPs a les companyies són els següents [11]:

- Seguretat de les dades:** El fet que totes les dades estiguin unificades en un únic sistema, en comptes d'estar repartides en diverses eines amb diferents nivells de seguretat, fa que augmenti el seu nivell de protecció. Si el sistema ERP té totes les dades al núvol, aquestes dades queden repartides en múltiples servidors remots, d'aquesta manera queden protegides contra un únic punt de fallada, fent la seguretat de les dades més robusta. Això és especialment important si la companyia ha de tractar en dades sensibles de clients.
- Dades centralitzades:** La informació de tots els departaments d'una companyia queda guardada en un únic lloc. D'aquesta manera s'evita que les dades estiguin en diferents fulls de càlcul o d'altres aplicacions i que el personal l'hagi de cercar allà on sigui. A més, amb les dades descentralitzades, es pot resultar a dades duplicades o formats inconsistents, fet que pot donar més problemes.
 En un ERP queda unificat i estandarditzat totes les dades en un únic sistema amb el mateix format. Així és més fàcil fer anàlisis i aconseguir informació per a prendre decisions més ràpidament.
- Augment de la productivitat:** Un sistema ERP pot donar un gran avantatge en productivitat. Un d'ells és que automatitza moltes tasques bàsiques i repetitives, fent que empleats puguin treballar en altres projectes que donin més valor a l'empresa. Tasques com cercar informació i recollir dades de diferents processos es poden fer més ràpidament tenint un sistema ERP unificat a l'empresa.

- **Visibilitat:** Tothom a l'empresa té visibilitat dels diversos aspectes del negoci, fent d'aquest fet un benefici fundamental de tenir un ERP. Ajuda als directius i gestors realitzar millors decisions perquè tenen accés a més context rellevant que els pot assistir.

La visibilitat sobre l'estat dels processos i les dades gestionades per altres equips acaba beneficiant tots els equips i col·laboradors individuals, permetent-los fer la seva feina de manera més eficient. A més, elimina el temps i l'esforç invertits en intentar simplement trobar aquesta informació.

- **Escalabilitat:** Una altra gran millora que dona un sistema ERP en una empresa resideix en la capacitat d'oferir funcionalitats que es necessiten i, alhora, hi ha la possibilitat d'afegir més capacitats en un futur. És a dir el sistema pot créixer i evolucionar desenvolupant noves funcionalitats o mòduls.

Si l'empresa té plans de creixement ràpids, la major escalabilitat la proporcionarà un sistema ERP al núvol. Aquests, a l'estar executats en servidors remots, és més senzill afegir recursos addicionals que siguin necessaris per a mantenir la solució funcionant de manera eficient.

- **Mobilitat:** La última tendència dels ERPs d'avui en dia és fer que les funcionalitats del sistema siguin visibles en dispositius mòbils. Molts clients els interessa completar les tasques en un sistema ERP des d'un entorn adaptable per a mòbils i tauletes. Els usuaris accedeixen als sistemes al núvol a través del web i poden visualitzar gràfics, taules, *reports*, entre d'altra informació des d'un navegador mòbil. Fins i tot alguns proveïdors ofereixen aplicacions mòbils per proporcionar al client una experiència més adaptada visualment per a tot tipus de dispositius.

- **Estalvi:** Un dels factors més convincts a l'hora d'adquirir un sistema ERP és que redueix els costos generals de l'empresa, sovint en gran mesura. Com s'ha comentat anteriorment, l'automatització pot arribar a reduir moltes tasques que prèviament es feien manualment, fent que disminueixin molts costos administratius i d'operacions. El sistema també permet a les empreses l'habilitat de monitoritzar moltes funcionalitats, fent més fàcil identificar la font d'altres despeses i, d'aquesta manera, reduir costos.

- **Fluxos de treball organitzats:** Abans de l'obtenció d'un sistema ERP, moltes empreses feien la feina d'una certa manera perquè és com sempre s'havia realitzat, fet que és molt comú amb moltes companyies, i no pas perquè siguin la millor opció. Un ERP pot ajudar en aquest sentit, eliminant passos i introduint altres millores per fer que els processos es facin més ràpids i fàcils.

De la mateixa manera que un ERP estandaritza dades, com hem comentat anteriorment, també estandaritza els fluxos de treball. Un ERP erradica discrepàncies i s'assegura que tothom segueix les mateixes pràctiques òptimes,

evitant que diversos empleats o departaments gestionin els mateixos processos de manera diferent.

- **Generació d'informes a temps real:** La capacitat de generar informes és un dels avantatges més importants de l'ús d'un sistema ERP. Permet personalitzar informes a través de totes les seves funcions i mòduls, com poden ser finances, inventari, comandes, vendes, màrqueting, recursos humans, entre d'altres. Tot allò que es vulgui mesurar en una empresa, pot ser calculat per una solució ERP a partir de fer el seguiment del rendiment dels diferents components del negoci. Si l'informe reflecteix les dades més recents, la informació estarà actualitzada i es podran prendre decisions a temps real a mesura que es produeix cada venda.
- **Millor servei al client:** Un ERP ajuda a les empreses a millorar el seu servei perquè mostra tota la informació del client, des d'informació de contacte fins a historial de vendes i casos de suport, tot en un únic lloc. Això facilita solucions més ràpides i una experiència personalitzada quan els clients necessiten assistència.
- **Flexibilitat:** Les plataformes ERP estan dissenyades per funcionar per a empreses de tota mena, la raó per la qual els principals proveïdors han incorporat una gran flexibilitat als seus sistemes. Aquesta flexibilitat permet als usuaris adaptar el sistema per satisfer les seves necessitats específiques, com ara processos únics o indicadors poc comuns.
Aquesta flexibilitat és especialment important a mesura que l'empresa evoluciona amb el temps. Els fluxos de treball més eficients podrien canviar amb el temps, i aquesta flexibilitat significa que el sistema encara pot funcionar per a la companyia, sense necessitat de reemplaçar-lo.
- **Previsió:** Una empresa només pot estar preparada pel que s'aproxima si sap el què ha d'esperar. És aquí on entra la previsió. A partir d'una àmplia col·lecció de dades històriques, entre d'altres *inputs* per predir la demanda futura, els ingressos, les despeses i d'altres xifres, les previsions són més precises fent ús d'un sistema ERP. Això és així perquè es basen en informació més precisa i completa, ja que totes aquestes dades es troben en un lloc únic.

Com a conclusió, dels punts vistos anteriorment, podem dir que la implementació d'un sistema ERP comporta avantatges significatius que transcendeixen la gestió de dades i processos. A través de la centralització de departaments, es crea una base per a beneficis estratègics i competitius. A més de l'automatització, que redueix costos, la flexibilitat inherent dels sistemes ERP permet adaptacions a mesura que l'empresa evoluciona. Amb fluxos de treball organitzats i interconnexió eficaç entre departaments, els ERPs es converteixen en una inversió clau per a la millora global de l'eficiència empresarial.

Tot i que la implementació d'un sistema ERP pot ajudar molt a un negoci, hi ha riscos i problemes que poden sorgir a l'implementar aquest sistema. Els més comuns són els següents [12] [13]:

- **Decidir què cal integrar:** A l'adquirir un sistema ERP cal decidir quins processos actuals haurien de ser part del sistema ERP i quins no. Una solució seria parlar amb els diferents equips de la companyia per a veure quines són les seves necessitats i fer un pla per a implementar-les al sistema.
- **ERP poc flexible:** Si el sistema no pot actualitzar-se a les necessitats del client fàcilment, el negoci pot enfrontar-se a reptes d'implementació del sistema. Per això cal triar abans un sistema que s'adapti correctament al de la companyia.
- **Adaptabilitat al canvi:** Els treballadors potser no els agrada canviar la seva manera de treballar a l'hora de canviar per complet un sistema. Per això cal formar bé al personal abans de realitzar plenament la implementació de l'ERP.
- **Cost:** Tenir un sistema ERP funcionant té un cost molt elevat i, per tant, cal tenir en compte aquests costos des de bon inici.
- **No utilitzar totes les funcions:** Si el proveïdor no mostra plenament totes les funcions que pot arribar a fer un ERP per al negoci del client, hi poden haver moltes funcionalitats que queden en desús. Per això cal que tothom tingui una bona formació d'aquest sistema adquirit i assegurar-se que es fa servir en tot el seu potencial.

Vistos aquests factors podem concloure que tot i que els sistemes ERP ofereixen avantatges substancials, la seva implementació no està exempta de reptes. La selecció adequada del que s'ha d'integrar, la flexibilitat del sistema, l'adaptabilitat del personal, els costos implicats i la plena utilització de les funcions són aspectes crítics. És essencial planificar, involucrar els equips, i proporcionar formació per superar aquests desafiaments i assegurar una implementació del sistema ERP reeixida.

2. Justificació

Aquest projecte ha estat proposat per EDISA a través de la plataforma de la Borsa de Treball de la UPC amb l'objectiu de presentar-lo com a una oportunitat de Treball de Fi de Grau per als estudiants de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB).

L'essència d'aquest projecte es centra en millorar el mòdul de producció de l'ERP LIBRA d'EDISA mitjançant el desenvolupament d'un mòdul gràfic dedicat a la gestió de les plantes de producció que sigui adaptable visualment per a tot tipus de dispositius i navegadors web. Aquest mòdul gràfic té com a funció representar gràficament i dinàmicament la càrrega de treball de la planta, la qual ha estat prèviament sotmesa a un algorisme de seqüenciament. L'aplicació d'aquesta funcionalitat enriqueix l'ecosistema de l'ERP, proporcionant als usuaris una eina extremadament potent i visual per a la planificació i l'assignació de recursos de forma més eficient i precisa, així com per a la millora global de la gestió de les operacions.

Però la motivació principal de plantejar-se aquest projecte ve pels problemes d'optimització que suposa contenir la funcionalitat de mostrar gràfics de tasques dins del programa LIBRA. Si bé LIBRA ja ofereix un mòdul gràfic que mostra els recursos i les tasques de plantes productives, aquest gràfic va ser desenvolupat inicialment en Visual Basic .NET fa uns 20 anys. Moltes de les funcionalitats existents al mòdul gràfic actual seran desenvolupades i adaptades dins del marc del mòdul de Mobilitat de LIBRA. Tot i així, hi ha certs aspectes que requereixen millora o no es veuen bé en pantalla, com les etiquetes de les ordres de fabricació o les vistes de recursos i tasques. D'aquests es replanteja una vista totalment nova, diferent a la ja existent, per tal de que l'usuari pugui veure eficientment aquesta informació. A part, es plantejaran noves funcionalitats no existents al mòdul gràfic anterior, com és mostrar gràficament el percentatge de progrés de les tasques, així com mostrar l'article i el recurs que es produeix en cadascuna de les ordres de fabricació, de manera més visual i que no tapi en pantalla altres aspectes importants de les tasques o els recursos.

L'objectiu de fer-ho adaptable visualment a diversos dispositius, és poder permetre que l'usuari seleccioni l'opció de dibuixar el gràfic amb els valors escollits prèviament (número de planta productiva, codi de simulació, etc.), i es mostri el mòdul de manera dinàmica per a tots els dispositius, a través d'un navegador web. Aquesta taula es podrà modificar manualment (arrossegar temporalment les ordres de fabricació, canviar el recurs d'una tasca, entre d'altres), i actualitza les dades dinàmicament amb la base de dades.

Pel que fa a la meua motivació com a estudiant i autor del treball, vaig escollir aquesta oferta ja que em va interessar el projecte de crear un mòdul gràfic amb certes tecnologies que ja tenia experiència. A la mateixa vegada em va motivar saber que a EDISA em fan una formació en PL/SQL i el *framework* LIBRA de Mobilitat, que són

tecnologies que empraré durant el desenvolupament del mòdul gràfic i m'interessa aprendre.

Finalment, quant a la comparació d'aquest mòdul amb eines ja existents al mercat, es fa difícil trobar similituds d'altres ERPs que ho incloguin. Això és degut a l'especificitat d'aquest tipus de mòduls gràfics com el que s'ofereix a LIBRA (mostrant tasques i recursos sobre una línia temporal d'una planta productiva) i, per tant no n'hi ha d'existents com per a integrar-los a l'ERP. És per això que EDISA va optar per desenvolupar-lo, en comptes d'integrar una eina que no fos ben bé amb les funcionalitats que volien.

3. Abast

En aquesta secció es defineix l'abast del treball, on s'impliquen els objectius, la definició dels objectius funcionals i no funcionals i els possibles riscos associats al desenvolupament del projecte.

3.1. Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball de fi de grau és el desenvolupament d'un mòdul gràfic i dinàmic que sigui capaç de representar de manera visual la càrrega de treball de les plantes productives i que l'usuari pugui editar les característiques dels recursos i ordres de fabricació d'aquesta. Aquest mòdul ha d'anar integrat de manera eficient amb l'ERP de LIBRA [14] i la seva base de dades.

Aquesta representació dinàmica de la càrrega de treball de la planta productiva és realitzada tenint en compte que prèviament s'ha computat un algoritme de seqüenciació que determina aquesta càrrega en cada moment.

El mòdul gràfic ha d'anar d'acord amb la interfície *forms* de LIBRA de manera que totes les dades siguin les corresponents. També, durant el desenvolupament del mòdul caldrà treballar amb la interfície de Mobilitat, de tal manera que el gràfic ha de ser adaptable visualment amb diversos dispositius. Per tant, cal substituir i millorar el mòdul gràfic ja existent al mòdul de producció de LIBRA d'EDISA per tal que faci les mateixes funcionalitats principals (gestió de recursos i ordres de fabricació) i millorar-les i afegir-ne de noves si és adient.

D'altra banda, els meus objectius com a autor d'aquest treball inclouen el desenvolupament de competències pràctiques relacionades en l'enginyeria del software. Això implica l'aprenentatge de noves tecnologies, així com la millora de les meves habilitats en llenguatges de programació que ja conec. A més a més, aspirant a adquirir experiència professional en un entorn empresarial real, aquest treball m'introdueix plenament en el món laboral.

3.2. Requisits

Aquesta secció presenta una visió general dels requisits funcionals i no funcionals del projecte que defineixen què farà el programa i amb quines garanties de qualitat. Aquests s'aniran modificant i detallant durant els primers lliuraments fins a tenir una definició clara i precisa a l'hora de començar el desenvolupament del projecte:

3.2.1. Requisits funcionals

- **RF1 - Compatibilitat**

Com que l'ERP és compatible amb diferents dispositius mòbil i navegadors, cal que el mòdul estigui optimitzat també per tal de garantir l'accessibilitat.

- **RF2 - Gestió de recursos**

El mòdul ha de permetre a l'usuari a gestionar eficaçment els recursos, ja sigui assignació de tasques específiques o identificació de recursos, de manera visual i senzilla.

- **RF3 - Representació dinàmica de la càrrega de treball**

El mòdul ha de mostrar dinàmicament la càrrega de treball de la planta productiva i en temps real, tenint en compte l'algoritme de seqüenciació calculat prèviament amb totes les seves dades.

- **RF4 - Personalització**

Cal permetre a l'usuari personalitzar la visualització del mòdul de producció i de la seva càrrega de treball segons les seves preferències, ja sigui per paràmetres visuals com per les vistes del taulell.

- **RF5 - Exportació de dades**

Cal permetre als usuaris exportar les dades i informes sobre la càrrega de treball en formats adequats.

- **RF6 - Gestió d'incidències**

El sistema ha de permetre la gestió d'incidències relacionades amb el mòdul de producció. S'hi inclou la seva documentació, seguiment i resolució.

3.2.2. Requisits no funcionals

- **RNF1 - Look and feel**

Al tractar-se del desenvolupament d'un mòdul gràfic per a plantes productives de l'ERP, és essencial fer la interfície gràfica còmoda i senzilla per a l'usuari. El mòdul ha de representar de manera simple els valors calculats a partir de dades de la BD.

Per tal de complir aquest requisit cal acordar amb els consultors i el ponent l'estil gràfic del mòdul per tal que encaixi amb LIBRA.

- **RNF2 - Manteniment i suport**

El sistema del mòdul ha de ser dissenyat amb la facilitat de manteniment i el suport en ment per minimitzar els temps d'aturada i resoldre ràpidament els problemes.

- **RNF3 - Escalabilitat del sistema**

El sistema ha de ser escalable per tal de suportar totes les peticions dels usuaris a l'hora de demanar dades.

- **RNF4 - Fiabilitat**

El sistema ha de ser robust i estar disponible de manera consistent i sense interrupcions.

- **RNF5 - Documentació**

Cal facilitar una completa documentació i ben actualitzada per als usuaris i desenvolupadors del sistema. També és important facilitar una secció d'ajuda o tutorial a l'usuari, d'aquesta manera sabrà el funcionament del mòdul ben detalladament.

- **RNF6 - Compliance normatiu i privacitat**

El sistema ha de garantir la privadesa de la informació que emmagatzema dels clients. Així doncs, és imprescindible tenir en compte totes les lleis relacionades amb la privadesa de les dades tant d'un usuari com d'una empresa.

Com que l'objectiu d'aquest projecte parteix d'un programa funcional que té unes funcionalitats molt semblants, alguns dels requisits anotats anteriorment ja complien amb la versió anterior. Aquests són els següents: RF2, RF4, RNF3, RNF4 i RNF6.

3.3. Riscos

A continuació, s'enumeren possibles riscos a l'hora de desenvolupar aquest projecte. Es valoren els possibles obstacles que en poden sorgir durant la seva execució i es plantegen plans alternatius per a afrontar cada escenari. Aquestes estratègies poden incloure la dedicació d'hores addicionals per a resoldre els problemes o l'ajustament de la planificació del projecte per prevenir-ne la seva aparició.

Per a cada risc se'n valora la probabilitat de que passi i l'impacte que tindria al desenvolupament del projecte.

3.3.1. Inexperiència en diverses tecnologies

Tot i tenir experiència en HTML, JavaScript i SQL, que són els llenguatges requerits per aquest projecte, hi ha molts aspectes que no domino. Per començar, per la gestió de bases de dades, com que es fan en un entorn Oracle, es fa servir PL/SQL [15] com a llenguatge principal. Tot i ser molt semblant a SQL hi ha molta sintaxi que és diferent i que caldrà aprendre durant la formació. Ja es preveu dedicar-hi tres tasques de la planificació a la formació d'aquests llenguatges exclusivament.

3.3.2. Calendari tancat

Un dels riscos més grans és la possible incorrecta estimació del temps necessari. Com que el treball es realitza amb un calendari tancat, és essencial garantir que no es sobrepassi la data límit amb tasques pendents de desenvolupament. Per això cal una prudent planificació, tal i com es planteja a l'assignatura de GEP, i abordar qualsevol error de manera immediata i eficient. Com que es segueix una metodologia clàssica (no àgil), es preveu sobreestimar el temps d'algunes tasques per deixar un marge d'error.

3.3.3. Bugs

L'aparició de *bugs* (errors en el codi) pot comportar una gran pèrdua de temps a l'hora de desenvolupar un software. Depèn de quin, la seva solució pot comportar minuts o hores a l'hora de *debugar*. Es tracta de prevenir i reduir aquest temps fent tests del codi contínuament

D'aquests *bugs* no només es tenen en compte els errors que es facin com a programador del projecte si no els *bugs* que puguin sorgir a l'hora d'integrar amb el programa de LIBRA que encara no s'hagin trobat.

3.3.4. Avaries tecnològiques

Durant el desenvolupament, és possible que es produeixin fallades tecnològiques en determinats moments. Això pot afectar tant als equips de treball com als servidors, i és crucial tenir en compte que aquestes fallades poden resultar en una pèrdua significativa de temps.

La Taula 2 següent mostra el nivell de probabilitat i impacte de cadascun dels riscos anomenats anteriorment.

Risc	Probabilitat	Impacte
Inexperiència en diverses tecnologies	Mitjana	Baix
Calendari tancat	Baixa	Alt
Bugs	Mitjana	Mitjà
Avaries tecnològiques	Baixa	Baixa

Taula 2. Identificació dels riscos amb la seva probabilitat i impacte sobre el desenvolupament

4. Metodologia i rigor

4.1. Metodologia de treball

Durant el Grau en Enginyeria Informàtica s'aprenen dues metodologies de treball per al desenvolupament de projectes: la metodologia en cascada [16], on les tasques es realitzen de manera seqüencial de principi a fi, i la metodologia àgil [17], que implica la realització de petites iteracions i permet adaptar la forma de treballar segons les condicions del projecte, aportant així flexibilitat en el seu desenvolupament.

La gran majoria d'empreses tecnològiques avui en dia funcionen amb metodologies àgils, però en aquest cas per la manera com funcionen a EDISA i per les característiques del projecte es fa servir una metodologia clàssica per aquest treball. Amb aquesta metodologia es desenvoluparà una aplicació amb una sèrie de requeriments i no se seguirà un desenvolupament per versions funcionals incremental. Tot i així, per tal d'organitzar les tasques millor, he decidit com a autor del projecte utilitzar algunes de les eines que es fan servir en metodologies àgils. En aquest context, la metodologia més adequada per coordinar i veure el progrés de les tasques és *Kanban*.

Kanban [18] és una metodologia àgil que es basa en el concepte de controlar i gestionar d'una manera visual el flux de treball, les tasques i les activitats. S'utilitza una taula, que generalment consta de quatre columnes que representen el flux de treball, mentre que les targetes situades a sota d'aquestes columnes representen les tasques. A la Figura 5 següent es mostra un esquema de com seria una taula *Kanban*.

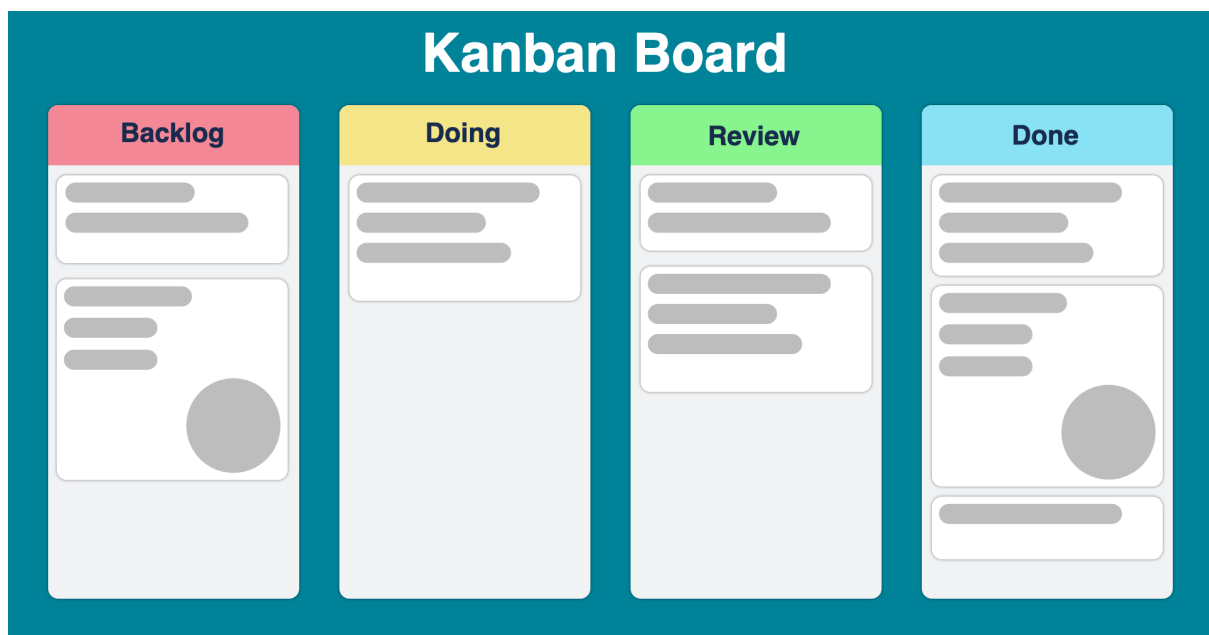


Figura 5. Taula Kanban. Font: WIKIMEDIA COMMONS. "Kanban (development)"

Les columnes, que representen el flux de treball, generalment són les següents:

- **Backlog:** Les tasques que queden per a realitzar del desenvolupament.
- **Doing:** Tasques que s'estan realitzant.
- **Review:** Tasques ja realitzades però que falta revisió.
- **Done:** Tasques acabades i realitzades.

Cal remarcar que el *Kanban* que se seguirà, les tasques a realitzar es posen totes a la columna *Backlog* i s'aniran afegint per fases tal i com està explicat a l'apartat de Tasques.

Tot i ser un treball on s'empra una metodologia individual, periòdicament es tindran reunions amb el director del treball i dos consultors que treballen a l'empresa i estan especialitzats en el mòdul de producció. És important destacar que aquestes reunions no seguiran el format diari típic de les metodologies *Scrum* i ni tampoc es seguirà una estructura de treball similar a aquesta.

4.1. Metodologia de desenvolupament i validació

A continuació s'enumeren les eines de desenvolupament i validació del projecte d'acord amb les metodologies de treball escollides:

- **Microsoft Teams:** És l'eina de comunicació utilitzat amb l'empresa. Aquesta facilita el contacte, ja sigui per xat o per videotrucada, amb els consultors i el director del treball a EDISA quan no es pugui fer presencialment a l'oficina.
- **Taiga:** [19] És una eina d'administració de projectes amb metodologies àgils. Es poden emprar diferents plantilles, tant per *Kanban* com *Scrum*, o totes dues, depenent de quina sigui la metodologia de treball
- **Github:** [20] És un sistema per a gestionar repositoris que utilitza el sistema de control *Git*. Permet la contribució de diversos usuaris en un mateix repositori de manera remota.

Pel que fa a la validació, la comunicació amb el ponent del projecte és continuada, ja sigui per correu electrònic o mitjançant reunions de videoconferència a través de Google Meet. Això permet validar les tasques realitzades i assegurar que la redacció de la memòria del treball és adequada.

5. Descripció i estimació temporal de les tasques

Aquest treball forma part de la modalitat B i, per tant, es desenvolupa conjuntament amb l'empresa EDISA. El nombre d'hores està definit en el conveni formatiu, amb una durada total de 450 hores. S'ha acordat dedicar-hi 5 hores diàries en el desenvolupament del projecte, incloent-hi les dues setmanes inicials de formació a EDISA. S'han iniciat les activitats a EDISA el 18 de setembre, i la intenció és completar-les durant la setmana del 22 de gener, coincidint amb la presentació i defensa del treball, tal i com es mostra a la Figura 6 següent:

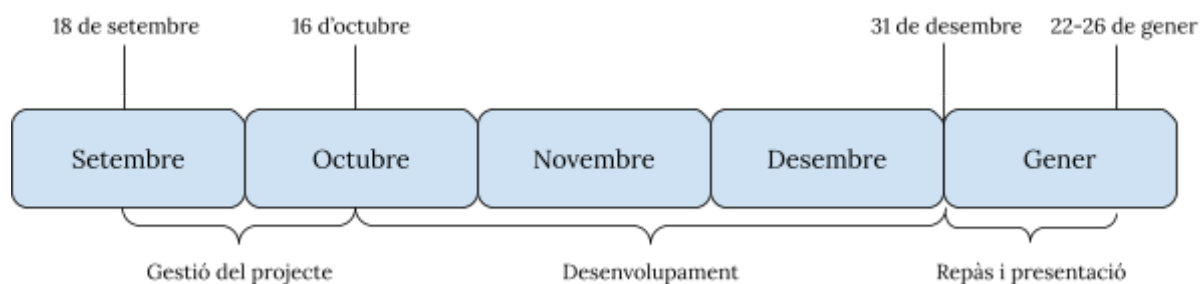


Figura 6. Planificació general del treball. Font: Elaboració pròpia

La formació que proporciona EDISA té una durada de 3 setmanes (d'entre el 18 de setembre fins al 16 d'octubre) i durant aquestes també es realitza la introducció de la gestió del projecte amb l'assignatura de GEP (un cop acabada l'assignatura, la gestió de projecte com a tal continua al llarg de tot el projecte). Cada setmana es fa formació d'un tema diferent: la primera del llenguatge PL/SQL, la segona del *framework* de Mobilitat de LIBRA i la tercera és del mòdul de producció i tots els seus termes. Un cop acabada, o simultàniament a l'última setmana de formació, es comença el desenvolupament del mòdul gràfic que es planteja al treball.

5.1. Tasques

A continuació s'identifiquen i es descriuen les tasques que es duen a terme en aquest projecte. Les separem en les fases de gestió del projecte, desenvolupament, redacció de la memòria i seguiment:

5.1.1. Tasques de gestió del projecte

Aquí s'enumeren totes les relacionades amb l'assignatura de GEP, en la qual es fa una planificació del projecte

- **GP1. Contextualització i abast (30 h)**

Es redacta un document on es defineix el context del projecte, identificant el problema, les parts interessades i alguns conceptes previs; es descriu l'abast, anotant els objectius i els requisits del projecte, i es planteja la metodologia que es segueix.

- Dependències: Cap.

- **GP2. Planificació temporal (20h)**

S'elabora un document on s'enumeren les tasques del projecte, la durada que tindran i els recursos necessaris per a completar-les. Es realitza un diagrama de Gantt del projecte i plans per a gestionar els riscos.

- Dependències: GP1

- **GP3. Gestió econòmica i sostenibilitat (20 h)**

Es redacta un document on es descriu el pressupost de costos i de gestió, i s'elabora un informe de sostenibilitat.

- Dependències: GP2

- **GP4. Manteniment de documents i eines de gestió del projecte (15 h)**

S'elabora un document com a entrega final de l'assignatura de GEP que inclou els documents realitzats anteriorment revisats, corregits els errors i redactat els aspectes que mancaven. També s'inclou la gestió de la taula Kanban la qual s'ha introduït a l'apartat de la metodologia.

- Dependències: GP3

- **GP5. Reunions de seguiment (10 h)**

Aquesta tasca agrupa totes aquelles reunions que s'han realitzat amb el ponent i director del projecte per tal de mantenir un seguiment del desenvolupament del projecte.

- Dependències: Cap

5.1.2. Tasques de desenvolupament

En aquest apartat s'enumeren totes aquelles tasques relacionades en la formació, preparació, desenvolupament i revisió del projecte:

- **DM1. Formació PL/SQL (25 h)**

La primera setmana implica una formació intensiva en el llenguatge PL/SQL, facilitada per una programadora de bases de dades de EDISA. Aquesta formació consta d'exercicis pràctics que apliquen dades reals de taules de clients del sistema LIBRA, a més de la visualització de vídeos on s'ensenyen les bones pràctiques en la programació en PL/SQL.

- Dependències: Cap

- **DM2. Formació mòdul Mobilitat LIBRA (20 h)**

La segona setmana es realitza una formació del funcionament del *framework* Mobilitat de LIBRA. Es realitza una formació dirigida per un programador de LIBRA i es realitzen diversos exercicis creant programes dins dels mòduls de Mobilitat. Aquests exercicis inclouen el desenvolupament en JavaScript, PHP i PL/SQL.

- Dependències: DM1

- **DM3. Formació mòdul de producció (25 h)**

Juntament amb un consultor d'EDISA, es farà una formació del mòdul de producció, on s'aprendran tots els termes que són necessaris per al desenvolupament del mòdul gràfic. Aquesta formació aborda els tipus de recursos i tasques que empren els clients de LIBRA i com representar-los bé gràficament. Tot i no estar vinculada directament amb aspectes tecnològics, aquesta formació és essencial per comprendre de manera integral el que es desenvolupa.

- Dependències: DM2

- **DM4. Preparació de l'entorn (5 h)**

Abans de començar a desenvolupar el mòdul gràfic cal preparar l'entorn de treball que EDISA proporciona. Aquesta preparació inclou adquirir el software de LIBRA, configurar l'eina del PL/SQL developer per garantir l'accés a les bases de dades, obtenir permisos d'accés als mòduls de mobilitat i producció, així com als editors de text utilitzats en els projectes de LIBRA. També és necessari assegurar l'accés a les eines de comunicació internes d'EDISA per a una integració efectiva del sistema.

- Dependències: DM2

- **DM5. Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats (30 h)**

Aquesta tasca implica la programació detallada de la barra de navegació del mòdul gràfic per a LIBRA, assegurant que totes les funcionalitats siguin implementades amb èxit. Això inclou la creació de botons, enllaços i altres elements interactius necessaris per a la navegació eficient dins del sistema.

- Dependències: DM4

- **DM6. Desenvolupament de gràfic de recursos (20 h)**

En aquesta tasca es realitza el desenvolupament del gràfic que representa els recursos d'un mòdul de producció dins del sistema LIBRA. Això inclou en desenvolupament d'un diagrama de de barres horitzontals on es mostren els recursos i els temps en que s'empren cadascun d'ells.

- Dependències: DM5

- **DM7. Desenvolupament de gràfic de tasques (20 h)**

Aquesta tasca consisteix en el desenvolupament del gràfic que representa les tasques d'un mòdul de producció. Això implica un gràfic semblant al de recursos (amb barres horitzontals i representant el temps de cada tasca) però més gran i detallat. En aquest s'ha de poder editar les tasques fent clic a elles, canviar els atributs que siguin necessaris i guardar els canvis a la base de dades corresponent.

- Dependències: DM5

- **DM8. Desenvolupament de les vistes (10 h)**

Cadascun dels gràfics de tasques i de recursos del mòdul de producció, s'han de poder veure en vistes individuals i una conjunta. És a dir es desenvolupa una vista detallada per al gràfic de tasques, una pel de recursos i una conjunta per comparar els temps de les tasques i recursos sobre una mateixa línia temporal. D'aquesta manera permet a l'usuari analitzar la informació des de diferents perspectives.

- Dependències: DM6, DM7

- **DM9. Connexió amb base de dades (20 h)**

Un cop programada la part gràfica on es faran servir dades de jocs de prova, caldrà establir connexió amb la base de dades real de LIBRA, per tal de tractar els gràfics tal i com ho voldrien els usuaris. Això implica establir protocols de comunicació eficients entre el mòdul gràfic i la base de dades d'EDISA.

- Dependències: DM6, DM7

- **DM10. Desenvolupament edició dels gràfics (30 h)**

En aquesta tasca es desenvolupen els gràfics de manera que puguin ser editats per l'usuari. Les línies de progrés de cada tasca o recurs poden ser modificades temporalment movent les barres horitzontals del gràfic. Això requereix permetre-ho gràficament i que la base de dades sigui notificada d'aquest moviment.

- Dependències: DM9

5.1.3. Tasques de redacció de la memòria

- **RM1. Memòria final (90 h)**

Es dedica gran part del treball a la documentació de tot el que s'ha realitzat durant el desenvolupament del treball. Aquesta tasca és contínua durant el llarg del treball.

- Dependències: Cap.

- **RM2. Presentació del projecte (15 h)**

Es realitza una presentació on es mostra i es defensa la feina feta durant el desenvolupament del treball. Aquesta tasca inclou la preparació d'aquesta

presentació, així com proves del funcionament de tot allò desenvolupat, de manera que el tribunal pugui entendre el que s'ha fet. Té un component de presentació interna per l'empresa i una presentació acadèmica per l'universitat

- Dependències: RM1

A continuació, per tal de resumir totes les tasques definides anteriorment es presenten a la Taula 3 següent. Cal aclarir que la columna duració són les hores a realitzar per l'autor del projecte. A la columna recursos, en vermell s'indiquen els recursos tecnològics i en verd els humans:

Codi	Tasca	Duració (h)	Dependència	Recursos ¹
Tasques de gestió del projecte				
GP1	Contextualització i abast	30	-	GS, DI, TG, AP, TT, DP, PP
GP2	Planificació temporal	20	GP1	GS, DI, TG, AP, TT, PP
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	GP2	GS, DI, TG, AP, TT, PP
GP4	Integració document final	15	GP3	GS, DI, TG, AP, TT
GP5	Reunions de seguiment	10	-	GS, AP, TT, DP, PP
Tasques de desenvolupament				
DM1	Formació PL/SQL	25	-	PD, LB, GS, AP, PB
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20	DM1	PD, LB, LM, VS, AP, CE, PF
DM3	Formació mòdul de producció	25	DM2	LB, LM, AP, CE
DM4	Preparació de l'entorn	5	DM3	PD, VS, LM, AP, CE
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30	DM4	PD, LB, LM, VS, AP, PF
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20	DM5	PD, LB, LM, VS, AP, PF
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20	DM5	PD, LB, LM, VS, AP, PF
DM8	Desenvolupament de les vistes	10	DM6, DM7	PD, LB, LM, VS, AP, PF
DM9	Connexió amb base de dades	20	DM6, DM7	PD, LB, LM, VS, AP, PB
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	30	DM9	PD, LB, LM, VS, AP, PF

Tasques de redacció de la memòria				
RM1	Memòria final	90	-	GS, DI, TG, AP, TT, PP, DP
RM2	Preparació defensa del TFG	15	RM1	GS, DI, AP
TOTAL		405		

Taula 3. Taula resum de les tasques. Font: Elaboració pròpia

¹Veure l'apartat 1.2 per les definicions dels recursos

Les hores totals de totes les tasques són 405, tal i com es veu a la taula anterior. Tot i així el conveni amb EDISA està fixat en 450 hores, de manera que es deixa un marge de 45 hores per tal d'assumir les desviacions que hi puguin haver durant el desenvolupament del projecte. Aquest marge es deixa per tal de seguir la metodologia clàssica que s'ha decidit que es seguirà per realitzar aquest treball.

5.2. Recursos

Tot seguit, es mostren els recursos humans i tecnològics necessaris per al desenvolupament del projecte:

5.2.1. Recursos humans

- **[AP] Autor del projecte:** L'estudiant que desenvolupa el projecte a EDISA.
- **[TT] Tutor de GEP:** Comprova la correctesa dels lliuraments de GEP.
- **[DP] Director del projecte:** Realitza amb l'autor del projecte reunions per a planificar el desenvolupament i el seguiment del projecte.
- **[PP] Ponent del projecte:** Realitza amb l'autor del projecte reunions de seguiment sobre el desenvolupament del projecte i la correctesa de la memòria escrita.
- **[CE] Consultors d'EDISA:** Proporcionen coneixement sobre el funcionament d'EDISA i tots els seus mòduls.
- **[PB] Programadors Bases de dades:** Fan formació de PL/SQL i ajuden a l'autor en les dificultats relacionades amb la crida a la base de dades i els algorismes de seqüenciació que s'hi computen.
- **[PF] Programadors del *framework* Mobilitat:** Ajuden a l'autor al desenvolupament del mòdul gràfic al *framework* de Mobilitat.

5.2.2. Recursos tecnològics

- **[VS] Visual Studio Code:** IDE per a desenvolupar en PHP i JavaScript, entre d'altres llenguatges de programació amb els que calgui desenvolupar durant el projecte.
- **[PD] PL/SQL Developer:** IDE per a desenvolupar en el llenguatge PL/SQL i SQL així com gestionar les bases de dades.

- **[LB] LIBRA:** Software ERP d'EDISA sobre on s'haurà de desenvolupar el projecte.
- **[LM] LIBRA Mobilitat:** Mòdul web on, connectat amb LIBRA, caldrà realitzar el mòdul gràfic sobre el mòdul de producció.
- **[GS] Google Suite:** Eines de Google, on s'inclou Gmail, Docs, Sheets, Drive, etc.
- **[DI] Draw.io:** Aplicació per a realitzar figures i diagrames per a la documentació.
- **[TG] Taiga:** Eina per a gestionar les tasques i realitzar el diagrama de Gantt.

6. Gantt del projecte

A continuació, a la Figura 7 es mostra el diagrama de Gantt ² del projecte ³. Cada columna del mes representa una setmana.

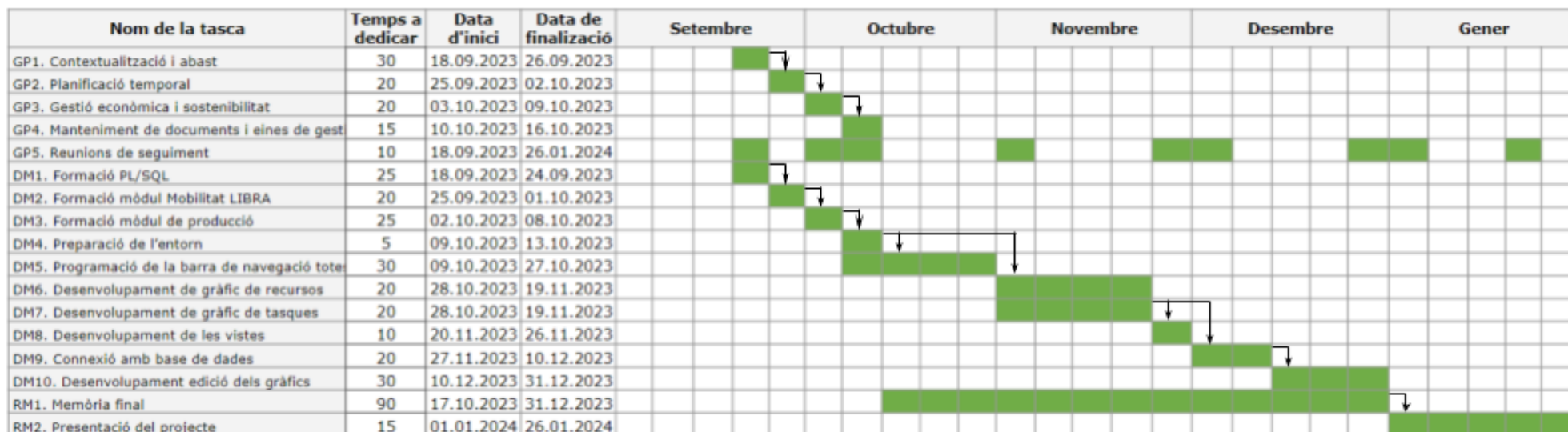


Figura 7. Diagrama de Gantt. Font: Elaboració pròpia

²El diagrama de Gantt és una representació gràfica d'un pla de projecte que mostra les tasques a realitzar sobre una línia temporal. Per més informació, consultar l'enllaç a [21].

³Veure la plantilla que s'ha emprat per elaborar el diagrama de Gantt de la Figura 7, a [22].

7. Gestió del risc: Plans alternatius i obstacles

En aquest apartat es valoren els possibles obstacles que poden sorgir durant el desenvolupament del projecte i quin és pla de gestió d'aquests riscos. Es descriu com prevenir-los i com gestionar-los si aquests es generen.

Risc	Probabilitat	Impacte en hores
Inexperiència en diverses tecnologies	Mitjana	20
Calendari tancat	Baixa	10
Bugs	Mitjana	30
Avaries tecnològiques	Baixa	5

Taula 4. Taula de riscos amb la probabilitat que succeeixin i l'impacte en hores. Font: Elaboració pròpia

Com bé s'ha comentat a l'apartat de la descripció de les tasques, algunes s'han sobreestimat per tal d'ajustar-se a les desviacions que puguin sorgir durant el desenvolupament del projecte. Més endavant, quan es vagi avançant el projecte, es prendrà com a exemple les tasques que s'han anat desviant en el temps i es tornaran a estimar les tasques encara pendents segons l'experiència viscuda durant el desenvolupament. És a dir, s'anirà controlant la planificació inicial i s'anirà refent a mida que s'avanci el treball.

7.1. Inexperiència en diverses tecnologies

Pel que fa al risc de inexperiència en les tecnologies de desenvolupament, ja es preveia des del principi que caldrien diverses tasques de formació en les tecnologies que s'empren a EDISA (veure les tasques DM1, DM2 i DM3, a l'apartat 5.1.2). La probabilitat de que succeeixi, tal i com que es mostra a la Taula 4, és considerada mitjana. Això és degut a la meua experiència prèvia en algunes de les tecnologies, mentre que en altres tinc menys coneixements. En conseqüència, existeix un risc moderat de pèrdua de temps durant el desenvolupament del projecte.

Les tecnologies que tinc menys experiència són els llenguatges PL/SQL i PHP, i totes aquelles eines que formen part de l'ERP LIBRA i els seus mòduls. Per tant, el pla alternatiu per tal de minimitzar el risc, tenint en compte ja les tasques de formació, és augmentar el nombre d'hores amb els mateixos recursos que hi ha disponibles. Això es faria obrint una tasca addicional de formació (no cal que sigui de 20 hores o més però sí

unes certes hores de dedicació per a repassar conceptes) que s'activaria encas de que fos necessari adquirir més experiència en les tecnologies

7.2. Calendari tancat

El risc del calendari tancat, tal i com s'indica a la Taula 4, té una probabilitat baixa de que succeeixi, ja que tenim present des de bon principi quan comença i quan acaba el projecte. Ja durant la planificació s'ha tingut en compte aquest factor dividint les tasques en fases i calculant-ne aproximadament el seu temps de desenvolupament. Com que es realitza una metodologia de treball clàssica (en cascada) el pla més lògic és sobreestimar el temps d'algunes tasques per tal de deixar-se marge.

Com que sempre s'ha de considerar un impacte en hores, s'indica que són 10 hores, ja que poden aparèixer desviacions. Per tant, el pla és afegir-hi temps de treball amb els mateixos recursos disponibles, és a dir, no cal ampliar-los.

7.3. Bugs

El risc de bugs és bastant probable que passi, ja que és molt comú en el desenvolupament de qualsevol software, per tant, el risc és mitjà. Aquest risc es minimitza fent tests contínuament per tal d'assegurar-nos que no hi ha cap error i si apareixen, poder-lo solucionar el més aviat possible.

També, pel que fa a LIBRA en concret, com que es tracta d'un ERP, és a dir, un programa molt complex i en constant desenvolupament, existeix la possibilitat que s'hagin de gestionar *bugs* encara no detectats en els mòduls on calgui integrar l'aplicació que es desenvolupa

El plans alternatius serien afegir dues tasques per tal de trobar-hi solució a aquests errors, ja siguin meus o a l'hora d'integrar, però mantenint els mateixos recursos: una tasca de proves, per dedicar temps a resoldre activament els errors, i una acció correctora que s'executaria amb gent d'EDISA per tal de resoldre problemes d'integració amb l'ERP LIBRA.

7.4. Avaries tecnològiques

Aquest risc, tal i com es descriu la Taula 4, té una probabilitat baixa de que succeeixi. És possible, però, que hi hagi una fallada tecnològica en determinats moments afectant els servidors o els equips de treball. Però es calcula que l'impacte seria baix i, si succeís, el pla alternatiu seria fer ús d'una infraestructura de backup alternativa d'EDISA.

8. Pressupost

8.1. Identificació dels costos

Per identificar el pressupost estimat per al desenvolupament d'aquest projecte, hem revisat les tasques definides en el diagrama de Gantt i hem atribuït els costos associats a cadascuna d'elles. A continuació, detallarem els costos relacionats amb els recursos humans, els materials i altres despeses.

8.1.1. Costos de personal per activitat (CPA)

Bona part del cost d'un projecte prové de les despeses en recursos humans. Sense aquestes, el desenvolupament del projecte no seria possible, per tant cal fer una bona aproximació del cost per hora de cadascun dels diferents rols. Els salaris aproximats s'han calculat a partir de la recerca feta a la pàgina de *Glassdoor* [23]. Aquests sous són en brut i a la columna de la dreta es calcula el salari més els impostos corresponents:

Rol	Cost per hora (€)	Cost per hora + S. S. Patronal (€)
[CP] Cap de projecte	24.52	31.88
[AS] Analista de software	18.27	23.75
[DS] Desenvolupador software	21.63	28.12
[D] Dissenyador	14.42	18.75
[C] Consultor	16.83	21.88

Taula 5. Taula de costos per cada rol. Font: Elaboració pròpia

Com veiem a la Taula 5 anterior per cada rol es fa una estimació del sou per hora i del sou incloent la Seguretat Social (on multipliquem el cost per 1.3). El cost estimat extret de la pàgina de *Glassdoor* (filtrant els sous a la ciutat de Barcelona) és el sou anual, per tant, s'ha hagut de calcular tenint en compte que es treballa en jornada completa el sou per hora amb la següent fórmula:

$$\text{€/hora} = \frac{(\text{sou a l'any}/12 \text{ mesos})/30 \text{ dies}}{8 \text{ hores}}$$

Tot i haver calculat les estimacions dels costos a partir de fer recerca per Internet, aquests no volen dir que coincideixin amb els de l'empresa amb la qual faig el treball, EDISA. El meu rol durant el desenvolupament del treball és principalment de

desenvolupador de software, tot i que a vegades també puc exercir d'analista, dissenyador o cap de projecte.

A continuació, a la Taula 6, s'observa el cost que suposa cada tasca i els rols que han intervingut en cadascuna:

Codi	Tasca	Duració (h)	Hores					Cost (€)
			CP	AS	DS	D	C	
GP1	Contextualització i abast	30	30					956.4
GP2	Planificació temporal	20	20					637.6
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	20					637.6
GP4	Integració document final	15	15					478.2
GP5	Reunions de seguiment	10	10					318.8
DM1	Formació PL/SQL	25			15		10	640.6
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20			15		5	531.2
DM3	Formació mòdul de producció	25			15	5	5	624.95
DM4	Preparació de l'entorn	5			5			140.6
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30		5	20	5		774.9
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20			10	10		468.7
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20		5	10	10		587.45
DM8	Desenvolupament de les vistes	10			8	2		262.46
DM9	Connexió amb base de dades	20		5	15			540.55
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	30			20	10		749.9
RM1	Memòria final	90	70	10	10			2750.3
RM2	Preparació defensa del TFG	15	15					478.2
TOTAL								11,581.41

Taula 6. Costos per tasca. Font: Elaboració pròpia

8.1.2. Costos genèrics (CG)

En aquesta secció es descriuen tots els costos de les eines de desenvolupament utilitzades en el marc d'aquest projecte. Aquesta descripció inclou els costos del programari, eines específiques de desenvolupament, llicències necessàries, i hardware que s'utilitza.

8.1.2.1. Hardware

A la següent Taula 7 s'hi enumeren els recursos hardware (la majoria proporcionat per l'empresa EDISA) que s'utilitzen en el desenvolupament del projecte amb el seu cost d'amortització:

Recursos hardware	Cost (€)	Amortització (€)
(Portàtil) HP ProBook 450 G6	765.00	65.34
(Ratolí) Logitech B100	11.99	1.02
(Monitor) Philips 223V5LHSB2/00	97.99	8.37
(Teclat) Logitech K120	18.64	1.59
TOTAL	893.62	76.32

Taula 7. Taula recursos hardware. Font: Elaboració pròpia

El cost de l'amortització s'extreu del següent càlcul:

$$\text{Amortització recurs} = \frac{\text{Cost recurs hardware (€)} \times \text{mesos laborals projecte}}{\text{Anys vida útil} \times 12 \text{ mesos}}$$

El càlcul prové de tenir en compte que el conveni es considera que té 4.1 mesos, la vida útil d'un dispositiu, com un ordinador portàtil, és de 4 anys [24], multiplicat per 12 per obtenir els mesos de vida útils. AMb aquest càlcul es té en compte que l'empresa té a disposició el hardware durant tota la jornada laboral.

8.1.2.2. Software

Pel que fa al software emprat durant el desenvolupament del projecte, a la següent Taula 8 estan numerats els seus costos:

Recursos software	Cost (€)
Visual Studio Code	0.00
PL/SQL Developer	243.00
Google Suite	0.00

Draw.io	0.00
Taiga	0.00
TOTAL	243.00

Taula 8. Taula recursos software. Font: Elaboració pròpia

El software de desenvolupament essencial per a la gestió de les bases de dades de l'ERP LIBRA és PL/SQL Developer i, per tant, és l'únic software del qual EDISA paga anualment una llicència. El preu d'aquesta eina és de 243 € per usuari. Totes les altres eines, ja sigui per a desenvolupar el projecte com per a redactar de la memòria de treball són gratuïtes.

8.1.2.3. Altres despeses

Pel que fa a altres despeses fora dels recursos de hardware o software per al desenvolupament es troba el consum energètic, Internet i d'infraestructura. Les oficines d'EDISA Barcelona es troben a un centre *coworking* al districte d'Horta-Guinardó.

Tenint en compte que el lloguer mitjà per metre quadrat d'oficines és de 14.04 €, l'any 2023 [25], i la part de l'oficina d'EDISA fa uns 200 m², a continuació, a la Taula 9, es fa una estimació dels costos de l'ús de tota la infraestructura:

Descripció	Cost per mes (€)	Cost estimat total (€)
Lloguer oficina	2,808	14,040
Consum energètic	370	1,850
Connexió a Internet	45	225
TOTAL	3223	16,115

Taula 9. Taula altres despeses. Font: Elaboració pròpia

El preu de l'internet prové de tenir una connexió per a oficines amb l'empresa Movistar de 300Mb.

Donat que el preu del consum energètic a Espanya és últimament d'uns 0.153 €/kWh aproximadament [26], he fet un petit càlcul del cost aproximat tenint en compte els recursos que s'empren un dia laborable a l'oficina:

$$(100 \text{ W} \times \text{Número d'ordinadors}) + (0.2 \text{ kW/il.luminació}) + (1 \text{ kW/climatització}) + (1 \text{ kW/altres dispositius})$$

8.2. Estimació dels costos

En aquest apartat s'analitzen tots els costos enumerats anteriorment i se'n consideren els imprevistos i la contingència, que es considera que és del 15 % en aquest sector. A la següent Taula 10 es calculen els costos estimats per la contingència:

Contingència	Cost (€)	Cost contingència (€)
Costos de Personal per Activitat	11,581.41	1737.21
Hardware	893.62	134.04
Software	243.00	36.45
Altres despeses	16,115.00	2417.25
TOTAL	28,833.03	4324.95

Taula 10. Taula amb costos contingència. Font: Elaboració pròpia

A la Taula 11 següent, es detallen els imprevistos que podrien sorgir durant el desenvolupament del projecte, indicant el rol encarregat de la seva resolució i el cost estimat associat:

Imprevistos	Probabilitat (%)	Temps (h)	Rol	Cost (€)
Inexperiència en diverses tecnologies	0.30	20	Desenvolupador software	562.4
Bugs	0.40	30	Desenvolupador software	843.6
Avaries tecnològiques	0.05	5	Desenvolupador software	140.6
TOTAL				1,546.6

Taula 11. Taula amb costos dels imprevistos. Font: Elaboració pròpia

Tot i que el risc de "Calendari tancat" està anotat, no el considerem com a imprevist, ja que es resol automàticament sobreestimant els temps d'algunes tasques.

8.2.1. Pressupost final

Per concloure la compilació de costos calculada anteriorment, procedim a determinar el pressupost estimat del projecte, tal i com es veu a la Taula 12. S'inclouen tots els costos associats a les diverses tasques, incloent-hi recursos humans, materials, i altres despeses pertinents.

Costos	Preu (€)
--------	----------

Costos de personal per activitat (CPA)	11,581.41
Hardware	893.62
Software	243.00
Altres despeses	16,115.00
Contingències	4324.95
Imprevistos	1,546.6
TOTAL	34,704.58

Taula 12. Taula amb el pressupost estimat del projecte. Font: Elaboració pròpia

8.3. Control de gestió

En aquesta secció, es detallen els diferents mecanismes per tal d'analitzar el progrés del projecte i detectar de manera anticipada qualsevol contratemps o desviació que pugui sorgir durant el seu desenvolupament. Amb aquest control es pot saber més endavant si hi ha cap desviació respecte el pressupost calculat anteriorment a partir de tots els costos considerats.

Desviació	Càlcul
Desviació dels Costos de Personal per Activitat per tasca	$(cost\ estimat\ CPA - cost\ real\ CPA) \times consum\ hores\ real$
Desviació hores consumides per tasca	$(hores\ estimades - hores\ reals) \times cost\ estimat$
Desviació total dels costos de personal	$cost\ estimat\ personal - cost\ real\ personal$
Desviació total dels imprevistos	$cost\ imprevistos\ estimat - cost\ imprevistos\ real$
Desviació total d'hores	$hores\ totals\ estimades - hores\ totals\ reals$
Desviació total dels costos	$costos\ totals\ estimades - costos\ totals\ reals$

Taula 13. Taula amb les desviacions sorgides durant el projecte. Font: Elaboració pròpia

Durant el desenvolupament del projecte es faran els càlculs anteriors periòdicament per tal d'obtenir les desviacions respecte el cost, les hores i el consum reals del projecte. Es calcularan sobretot a la fita de seguiment i al final del desenvolupament. A partir d'això es determina si s'ha d'emprar la contingència calculada anteriorment.

Els imprevistos i la contingència anomenats anteriorment donen marge per cobrir les desviacions que es puguin produir, sense que el client noti un augment del cost.

9. Informe de sostenibilitat

9.1. Autoavaluació

Un cop completada l'enquesta que ens proporciona l'assignatura de GEP sobre els coneixements en relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) i les competències en sostenibilitat en les seves tres dimensions: social, ambiental i econòmica, queda evident que aquesta és una consideració crucial en el desenvolupament de projectes. Tot i que sovint molts àmbits de la sostenibilitat poden semblar irrelevants, sobretot per l'enginyeria informàtica, i encara més pel desenvolupament de software, realment en són importants. És fonamental orientar els projectes, independentment del seu àmbit, de manera que tinguin un impacte positiu en la societat des d'un punt de vista econòmic, ambiental i social.

En algunes assignatures realitzades durant el grau donaven importància, a través de les competències transversals, a alguns dels àmbits de la sostenibilitat, sobretot l'àmbit econòmic i social dels projectes que es desenvolupaven. El que s'ha destacat més en la majoria d'assignatures relacionades amb el desenvolupament de software és la importància d'adherir-se als principis ètics i morals a l'hora de construir aplicacions que tracten directament amb la interacció de l'usuari i les seves dades.

Quant a l'aspecte ambiental, reconec que desconec com considerar-los més enllà de tenir en compte el consum dels dispositius emprats durant el desenvolupament. A part, intuïnt el que l'enquesta insinuava, he entès l'impacte que deixen els residus de hardware obsolet, sobretot en països subdesenvolupats.

Finalment, pel que fa a la dimensió econòmica, he après molt fent el càlcul dels costos del desenvolupament del projecte que he realitzat als apartats anteriors. En assignatures cursades durant la carrera, sempre havia vist tots aquests conceptes de manera molt general però mai ho havia aplicat a un projecte que jo estava desenvolupant. Aquesta experiència m'ha proporcionat una comprensió més profunda dels aspectes econòmics vinculats als projectes de desenvolupament de software.

9.2. Dimensió econòmica

S'ha estimat el cost per a la realització del projecte?

S'ha calculat un pressupost detallat de tots els recursos humans i materials, entre d'altres despeses, per tal d'estimar el cost del desenvolupament projecte. Com s'ha vist, gran part dels costos van destinats als recursos humans, ja que aquest projecte és de desenvolupament de software i el cost del hardware no és molt alt.

Com es resolen els aspectes dels costos del problema que es vol abordar?

Per tal de resoldre aquestes despeses caldria fer un anàlisi de viabilitat econòmica del projecte. D'aquesta manera es poden comparar els costos previstos amb els possibles beneficis. Tot i així, el sistema LIBRA el qual pertany el mòdul que cal desenvolupar és prou viable veient els anys de funcionament que porta l'ERP d'EDISA.

També es podria fer una consideració del cicle de vida del projecte, és a dir, fer un estudi dels costos al llarg del desenvolupament del projecte, com els costos de manteniment i actualització.

En que millorarà econòmicament la solució a les existents?

Pel que fa al factor econòmic, més clients de LIBRA estaran interessats en l'eina d'un mòdul gràfic si és més dinàmic i adaptable visualment a diferents dispositius. A més aquest mòdul ajudarà a millorar la seva competitivitat, al poder analitzar i decidir amb menys temps i eficàcia, fet que comporta un impacte econòmic positiu.

9.3. Dimensió ambiental

S'ha estimat el cost ambiental per a la realització del projecte?

El cost ambiental només s'ha tingut en compte pel que fa al consum energètic dels dispositius hardware i la infraestructura que s'empra durant el desenvolupament del projecte. S'ha calculat el consum elèctric dels ordinadors i altres dispositius, així com una estimació del consum energètic de les oficines.

El càlcul del consum energètic que s'ha emprat per tal de calcular el pressupost és el següent:

$$(100 \text{ W} \times \text{Número d'ordinadors}) + (0.2 \text{ kW/il.luminació}) + (1 \text{ kW/climatització}) + (1 \text{ kW/altres dispositius})$$

D'altra banda EDISA Barcelona segueix unes polítiques genèriques pel que fa al consum energètiques: s'utilitza generalment paper reciclat per a la majoria de documents i es tanquen els llums i tots els equips un cop tancada l'oficina. D'aquesta manera s'evita un excés de consum fora de les hores de treball.

S'ha considerat minimitzar l'impacte, per exemple, reutilitzant recursos?

No s'ha tingut en compte reutilitzar recursos per disminuir l'impacte. L'únic que es pot fer per tal de tenir-ho en compte és assegurar-se que les energies de les quals en fem consum siguin renovables.

Com es resol actualment el problema que es vol abordar (estat de l'art)?

Per tal de consultar les dades del mòdul de producció de manera visual cal fer-ho obrint el gràfic ja existent dins de l'ERP.

En que millorarà ambientalment la solució a les existents?

Ambientalment, no millora de cap manera a la solució ja existent. Al ser un projecte de software és difícil tenir en compte l'aspecte ambiental més enllà dels dispositius hardware emprats durant el desenvolupament.

9.4. Dimensió social

Què aportarà a nivell personal aquest projecte?

El desenvolupament d'aquest projecte m'aportarà molt coneixement de llenguatges de programació i d'eines de desenvolupament que fins ara no he tingut l'oportunitat de explorar. A més, la col·laboració amb una empresa real, com EDISA, representa una entrada immersiva al món laboral en el sector de l'enginyeria del software.

A EDISA tinc l'oportunitat de modelar el meu projecte segons les necessitats i expectatives reals dels clients, i puc treballar conjuntament amb dissenyadors de software, consultors i altres programadors proporcionant-me una experiència enriquidora que va més enllà de la programació.

Com es resol actualment el problema que vols abordar (estat de l'art)?

Actualment, la necessitat de consultar un mòdul gràfic per tal de gestionar els mòduls de producció i les seves ordres de fabricació es fa consultant el gràfic ja existent a LIBRA. Per veure'l clarament no només és necessari disposar d'un ordinador si no d'un monitor gran.

En què millorarà socialment (qualitat de vida) la teva solució respecte les existents?

Com que el mòdul gràfic anirà inclòs al mòdul de mobilitat de LIBRA, és a dir, disponible a tot tipus de navegadors web, serà més fàcil per l'usuari visualitzar i modificar les dades a través de tot tipus de dispositius. A més, com que probablement s'hi afegiran més funcionalitats un cop desenvolupat el mòdul gràfic, serà més fàcil programar-ho des d'un entorn web.

Existeix una necessitat real del projecte?

Des del punt de vista d'EDISA, que són qui han proposat aquest projecte, aquest mòdul gràfic els interessa a diversos clients i han trobat necessari traslladar-lo al mòdul de Mobilitat per a tenir-ho a un format més modern i adaptable visualment a diversos dispositius.

10. Referències

[1] Facultat d'Informàtica de Barcelona. (29 de gener de 2020). "Normativa del treball final de grau del grau en Enginyeria Informàtica de la Facultat d'Informàtica de Barcelona".

[Document PDF] Disponible a:

<http://www.colegio-isma.com.ar/Secundaria/Apuntes/Mercantil/4%20Mer/Administracion/Diagrama%20de%20Gantt.pdf>

[Consulta: 22 de setembre 2023].

[2] EDISA. "Movilidad LIBRA ERP"

[En línia] Disponible a:

<https://www.edisa.com/libra-erp/modulos/movilidad/>

[Consulta: 22 de setembre 2023].

[3] WIKIPEDIA. "Enterprise Resource Planning"

[En línia] Disponible a:

https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning

[Consulta: 22 de setembre 2023].

[4] WIKIPEDIA. "Customer relationship management"

[En línia] Disponible a:

https://en.wikipedia.org/wiki/Customer_relationship_management

[Consulta: 22 de setembre 2023].

[5] WIKIPEDIA. "Business process management"

[En línia] Disponible a:

https://en.wikipedia.org/wiki/Business_process_management

[Consulta: 22 de setembre 2023].

[6] VIQUIPÈDIA. "Sistema de gestió de magatzem"

[En línia] Disponible a:

https://ca.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3_de_magatzem

[Consulta: 23 de setembre 2023].

[7] SCHWARZ, LISA. (10 d'agost de 2022). "6 Key Phases of an ERP Implementation Plan"

[En línia] Disponible a:

<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-implementation-phases.shtml>

[Consulta: 13 d'octubre 2023].

[8] VERA, ÁNGELO BENVENUTO. "Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC". Capic Review, 2006, 4: 3.

[Document PDF] Disponible a:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2573348.pdf>

[Consulta: 13 d'octubre 2023].

[9] CHIESA, FLORENCIA. “Metodología para selección de sistemas ERP”. Reportes técnicos en ingeniería del software, 2004, 6.1: 17-37.

[Document PDF] Disponible a:

<https://tinyurl.com/yrexje9w>

[Consulta: 13 d'octubre 2023].

[10] JOSEPH K. NWANKPA, “ERP system usage and benefit: A model of antecedents and outcomes”, Computers in Human Behavior, Volume 45, 2015, Pages 335-344,

[En línia] Disponible a:

<https://tinyurl.com/43uhd2d5>

[Consulta: 15 d'octubre de 2023].

[11] MCCUE, IAN. (11 de febrer de 2022) “15 Benefits of ERP for Businesses in 2022”

[En línia] Disponible a:

<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-benefits.shtml>

[Consulta: 15 d'octubre de 2023].

[12] IKE C., EHIE; MOGENS, MADSE. “Identifying critical issues in enterprise resource planning (ERP) implementation”, Computers in Industry, Volume 56, Issue 6, 2005 Pages 545-557, ISSN 0166-3615.

[En línia] Disponible a:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361505000709>

[Consulta: 15 d'octubre de 2023].

[13] Team TranZact. “8 ERP Implementation Challenges and Risks”

[En línia] Disponible a:

<https://letstranzact.com/blogs/erp-implementation-challenges>

[Consulta: 15 d'octubre de 2023].

[14] EDISA. “LIBRA ERP (Enterprise Resource Planning)”

[En línia] Disponible a:

<https://www.edisa.com/libra-erp/>

[Consulta: 23 de setembre 2023].

[15] ORACLE ESPAÑA. “PL/SQL hereda la robustez, la seguridad y la portabilidad de la base de datos”

[En línia] Disponible a:

<https://www.oracle.com/es/database/technologies/appdev/plsql.html>

[Consulta: 23 de setembre 2023].

[16] VIQUIPÈDIA. “Model de desenvolupament en cascada”

[En línia] Disponible a:

https://ca.wikipedia.org/wiki/Model_de_desenvolupament_en_cascada

[Consulta: 24 de setembre 2023].

[17] GARRIDO SOTOMAYOR, SANDRA. (9 de desembre de 2021). “Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa”

[En línia] Disponible a:

<https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>

[Consulta: 24 de setembre 2023].

[18] WIKIPEDIA. “Kanban (development)”

[En línia] Disponible a:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kanban_\(development\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kanban_(development))

[Consulta: 24 de setembre 2023].

[19] WIKIPEDIA. “Taiga (project management)”

[En línia] Disponible a:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Taiga_\(project_management\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Taiga_(project_management))

[Consulta: 25 de setembre 2023].

[20] WIKIPEDIA. “GitHub”

[En línia] Disponible a:

<https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub>

[Consulta: 25 de setembre 2023].

[21] Alejandra Hinojosa, María. (Març de 2003). “Diagrama de Gantt”. **[Document PDF]**

Disponible a:

<http://www.colegio-isma.com.ar/Secundaria/Apuntes/Mercantil/4%20Mer/Administracion/Diagrama%20de%20Gantt.pdf>

[Consulta: 30 de setembre 2023].

[22] Smartsheet. “GANTT CHART TEMPLATE”. [en línia] Disponible a:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1JcX4sHAuBRGsbXIgktxj5n72sMyFQutQyqJ7R_xQCCU/edit#gid=0

[Consulta: 30 de setembre 2023].

[23] Glassdoor. “Sueldos”. Disponible a:

<https://www.glassdoor.es/Sueldos/index.htm>

[Consulta: 6 d'octubre de 2023].

[24] Sánchez-Carracedo, F., & López, D. (2021). "A Service-Learning Based Computers Reuse Program". *Sustainability* 2021, 13, 7785. Disponible a:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7785>

[Consulta: 6 d'octubre de 2023].

[25] Agència de Desenvolupament Econòmic - Metròpolis de Barcelona. "Evolució del mercat immobiliari d'oficines i locals" Disponible a:

<https://oficinesilocal.amb.cat/indicadors>

[Consulta: 6 d'octubre de 2023].

[26] Expansión - Datosmacro. "España - Precios de la electricidad de los hogares" Disponible a:

<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-precio-hogares/espana>

[Consulta: 7 d'octubre de 2023].