



This is the **published version** of the bachelor thesis:

Mola Beltran, Elisabeth Ji; Robles Martinez, Sergi, tut. DEIC-Kiosk : sincronización digital para el acceso académico e informativo. 2025. (Enginyeria Informàtica)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/317536>

under the terms of the  license

DEIC-Kiosk: Sincronització digital per a l'accés acadèmic i informatiu

Elisabeth J. Molà

Resum— Aquest treball presenta DEIC-Kiosk, una plataforma digital i intuïtiva dissenyada per abordar la desconexió existent entre els estudiants i els recursos acadèmics al Departament d'Enginyeria de la Informació i de les Comunicacions (DEIC). Desenvolupat mitjançant una metodologia àgil i tecnologies com React, Node.js i PostgreSQL, el sistema ofereix una interfície accessible (complint estàndards WCAG), òptima i robusta amb funcionalitats com mapes interactius 3D i visualització de l'estat dels laboratoris, entre d'altres. El projecte, que integra per primera vegada l'accessibilitat com a eix central al DEIC, estableix les bases per una nova generació d'eines acadèmiques més inclusives i connectades, amb potencial d'expansió a tota la universitat.

Paraules clau— Accessible, DEIC, desenvolupament àgil, estudiants, experiència d'usuari, kiosk interactiu, tecnologia educativa

Abstract— The following paper presents DEIC-Kiosk, a digital and intuitive platform designed to address the existing disconnection between students and academic resources at the Department of Information and Communication Engineering (DEIC). Developed using an agile methodology and technologies such as React, Node.js and PostgreSQL, the system provides an accessible (WCAG-compliant), optimized and robust interface, offering features such as interactive 3D maps and real-time lab status visualization. The project, which introduces accessibility as a central pillar at DEIC for the first time, lays the foundation for a new generation of more inclusive and connected academic tools, with potential for expansion across the entire university.

Index Terms— Accessible, agile development, DEIC, educational technology, interactive kiosk, students, user experience

1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

COMUNICACIÓ. Un concepte fonamental en el marc acadèmic que, paradoxalment, es veu sovint obstaculitzat per la nostra manca de connexions amb les persones i els espais que configuren el nostre dia a dia universitari. Malgrat passar anys immersos en un mateix centre, molts estudiants acaben la seva trajectòria acadèmica sense haver establert vincles significatius amb el professorat o sense haver explorat amb detall cada racó que hauria d'haver estat el seu segon habitatge.

La universitat ens dota de coneixements per canviar el món, però sovint ens deixa sense conèixer el propi món on hem crescut acadèmicament.

Aquesta **desconnexió** entre l'alumnat i el seu entorn educatiu no només és contraproduent per l'itinerari acadèmic de l'estudiant, sinó que també restringeix qualsevol possibilitat d'explotar els recursos i les oportunitats que li brinda la universitat. Això es deu, en gran part, a una falta d'eines que facilitin la comunicació entre ambdós grups. Com a conseqüència, molts estudiants senten que se'ls limita el fet de poder ampliar la seva formació de manera fluida. És de tal manera com dites mancances afluïren en una tendència tangible arreu de distints centres educatius.

Així ho posen de manifest estudis recents de la Fundació CyD (2022) [1], els quals revelen la insatisfacció d'un 65% d'estudiants espanyols respecte a la deficient comunicació amb el professorat, fet que dificulta la seva integració i rendiment acadèmic.

Endemés, aquesta problemàtica no es concreta solament a les universitats de l'estat espanyol. Investigacions estatunidenques, tal com s'exposa a [2], demostren que l'absència de connexió entre ambdós col·lectius i la desconexió de l'entorn acadèmic són uns dels factors clau que afecten la retenció i a l'èxit estudiantil.

Davant d'aquesta situació, es fa evident la necessitat de desenvolupar una plataforma digital que permeti millorar l'accés a la informació educativa i fomentar una major integració i comunicació amb l'entorn amb el qual conviurà l'alumnat durant els anys vinents.

És en aquest context en què el present TFG pretén crear **DEIC-Kiosk**, la plataforma dissenyada especialment per a resoldre els reptes que s'enfronta l'educació superior avui en dia. En aquest cas, es defineix en el marc de l'Escola d'Enginyeria de la Universitat Autònoma de Barcelona, amb una primera versió del *kiosk* dirigida al Departament d'Enginyeria de la Informació i de les Comunicacions (DEIC).

- E-mail de contacte: ElisabethJi.Mola@autonoma.cat
- Menció realitzada: Tecnologies de la Informació
- Treball tutoritzat per: Sergi Robles Martínez (DEIC)
- Curs 2024/25

1.1 Objectius de DEIC-Kiosk

Partint de la problemàtica identificada, es proposa com a objectiu principal desenvolupar DEIC-Kiosk, una plataforma digital i intuïtiva, amb el propòsit de millorar la comunicació i l'accés a la informació acadèmica del Departament d'Enginyeria de la Informació i de les Comunicacions (DEIC), transformant monitors tradicionals en *kiosks* tàctils i permetent la localització de despatxos del professorat, la coneixença del docent amb més detall, la disponibilitat dels seus laboratoris, la visualització de promocions i ofertes laborals, entre altres funcionalitats.

Per garantir la seva implementació efectiva, es defineix una sèrie d'objectius imperatius, ordenats per prioritat.

O1. Disseny de la Interfície i Experiència d'Usuari

Dissenyar una interfície d'usuari intuïtiva, atractiva i accessible, la qual satisfaci les necessitats tant de l'alumnat com del professorat, seguint estàndards de disseny UX/UI i d'**accessibilitat**, com ara WCAG [3].

O2. Desenvolupament del Sistema

Analitzar, dissenyar i implementar el codi necessari per a la plataforma, incloent-hi el frontend, el backend i qualsevol estructura de comunicació essencial per executar les funcionalitats determinades de manera òptima i eficient.

O3. Desplegament del Sistema al DEIC

Integrar la plataforma DEIC-Kiosk al DEIC, concretament la instal·lació física del monitor tàctil, garantint que el sistema sigui accessible i funcional en tot instant.

O4. Documentació i Manteniment

Redactar el procés de desenvolupament i les característiques principals del sistema i elaborar eines d'ajut per a facilitar-ne el manteniment i possibles extensions futures.

Un cop establerts els objectius del projecte, tot seguit, el present document exposa distints aspectes tècnics i metodològics del projecte: la metodologia emprada per organitzar i planificar el seu abast; l'estat de l'art, analitzant i comparant les diverses solucions existents per tal d'escollir les més adequades; el desenvolupament complet de les tasques efectuades; els resultats obtinguts després de la seva implementació; i, finalment, les conclusions principals del projecte, destacant possibles línies de treball futures.

2 METODOLOGIA

En el següent apartat, es presenta la metodologia amb la qual es basa el present projecte: el **model espiral** de Boehm [4], un SDLC¹ incremental orientat a la gestió de riscos i a l'avaluació contínua del projecte, mitjançant l'ús d'elements del model en cascada i el prototipatge ràpid.

El seu procés de desenvolupament s'estructura en quatre fases principals, les quals es van repetint per cada nou cicle de l'espiral: en primer lloc, la identificació d'objectius, on es defineixen els requisits del cicle corresponent; següent, l'avaluació i resolució de riscos, la qual identifica els riscos potencials i es planifiquen les estratègies més adients per a mitigar-los; tot seguit, el desenvolupament i la validació, on es duu a terme la construcció genuïna del prototip, a més de proves per a verificar el seu bon comportament; i, per finalitzar, la planificació del següent cicle, avaluant prèviament els resultats obtinguts.

És indiscutible que el model espiral és altament recomanat gràcies a la seva gran flexibilitat a l'hora de desenvolupar projectes innovadors i primerencs, com és el cas de DEIC-Kiosk. La necessitat de capturar i prioritzar requisits de manera precisa, a més de considerar en tot moment l'opinió de l'usuari final, fan que el model escollit sigui l'ídoni pel projecte. Això s'executa mitjançant iteracions contínues on es desenvolupen i s'entreguen prototips incrementals per a ser validats pels *stakeholders*.

Així doncs, per portar a la pràctica la solució tecnològica proposada, el projecte està format per **cinc cicles** de quatre fases cadascun: el primer cicle, basat en la captura de requisits i la confecció d'un disseny preliminar de la plataforma; el segon se centra en el disseny més detallat de l'arquitectura i en l'adaptació del hardware; el tercer té l'objectiu d'implementar les funcionalitats pel frontend; mentre que el quart és pel desenvolupament backend; i, per acabar, en el cinquè cicle s'integra, manté, valida i documenta el sistema DEIC-Kiosk. Al final de cada cicle, com a resultat, s'entrega un prototip del producte.

2.1 Planificació

Bon punt coneguda la metodologia que s'empra, a continuació, es detalla la planificació programada en **vint setmanes** (aproximadament) i aplicada durant tot el desenvolupament tècnic de la plataforma DEIC-Kiosk.

A la següent Taula 1, se sintetitzen cronològicament les tasques a seguir durant la planificació, les quals estan associades a un objectiu definit del projecte, a més d'un cost temporal i un únic recurs humà, assumint de manera integral totes les tasques previstes.

TAULA 1
PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

Id Objectiu	Id Tasca	Tasca
O1	T1	Analitzar requisits
O1	T2	Dissenyar prototip preliminar
O2	T3	Dissenyar arquitectura del sistema
O2	T4	Crear prototips UI

¹ *Systems Development Lifecycle*, cicle de vida de desenvolupament, en català.

O2	T5	Programar el frontend
O2	T6	Programar el backend
O3	T7	Configurar el hardware
O3	T8	Instal·lar el sistema operatiu
O3	T9	Desplegar el sistema
O3	T10	Integració i proves
O4	T11	Crear eines de manteniment
O4	T12	Elaborar la documentació

Per a més detall sobre la cronologia de les tasques i el seu cost temporal, consulteu el diagrama de Gantt localitzat a l'apèndix A.

Endemés, com bé s'ha esmentat anteriorment, aquesta planificació segueix el model espiral de Boehm, amb cinc cicles iteratius que abasten des de l'anàlisi de requisits fins a la integració i proves del sistema. Les primeres tasques (T1-T2) corresponen al primer cicle per analitzar els requisits; les dues següents (T3-T4) ocupen el segon cicle; pel que fa a les tasques T5 i T6, aquestes s'ubiquen al tercer i quart cicles, respectivament, pel desenvolupament de la plataforma; i, per últim, en el cinquè cicle es troben les tasques T7-T12 per integrar, mantenir, validar i documentar el sistema pel DEIC.

3 ESTAT DE L'ART

Tot seguit, en aquest apartat s'exploren els treballs relacionats i les diverses tecnologies que ajuden a enfortir els fonaments de DEIC-Kiosk. Així doncs, s'exposen de manera ordenada els següents punts: primer, s'analitzen les solucions de *kiosks* educatius similars; seguit de treballs actuals i centrats en el disseny UI/UX per a *kiosks*; després, es descriuen les alternatives tecnològiques pel frontend, backend i base de dades; i, per finalitzar, es detallen els protocols de comunicació i seguretat, entre altres tecnologies addicionals que donen suport al projecte.

3.1 Solucions existents de *kiosks* educatius

Primerament, en aquest subapartat es descriuen altres treballs ja existents i semblants en quant a les funcionalitats bàsiques que ofereixen els *kiosks* educatius actuals. N'és un exemple el treball [5], "Ask Billy", el qual desenvolupa un *kiosk* universitari amb mapes interactius, FAQ i promoció institucional, funcions les quals també ofereix DEIC-Kiosk. No obstant això, el nostre projecte va un pas més enllà:

- El nostre mapa 3D—el qual s'utilitzarà per localitzar els despatxos DEIC—no tan sols és interactiu, sinó que també incorpora unes imatges orientatives que complementen les indicacions assenyalades en el mapa. D'aquesta manera, s'elimina qualsevol incertesa respecte a l'orientació del mapa.
- D'altra banda, una funcionalitat addicional del nostre *kiosk* és l'extensió d'informació detallada sobre promocions i ofertes, a través de codis QR.

En definitiva, DEIC-Kiosk integra les funcionalitats bàsiques dels *kiosks* educatius, però alhora millorant-les per convertir-se en una solució competitiva dins del mercat.

3.2 Treballs relacionats en disseny UI/UX per a *kiosks* educatius

En segon lloc, tal com es presenta en el primer objectiu del nostre projecte (O1), el bon disseny d'interfícies és crucial durant el desenvolupament de DEIC-Kiosk. És per aquesta raó que es revisen treballs on se subratlla la seva importància amb especial atenció a l'accessibilitat i l'experiència d'usuari per a tot col·lectiu. L'estudi [6] analitza l'impacte dels elements visuals (colors, icones i tipografia) en la satisfacció d'usuaris universitaris de Corea del Sud i la Xina. Aquí es destaca l'ús coherent del color i de les icones per a millorar la confiança i la utilitat del sistema. Aquests resultats s'alineen amb el nostre disseny, el qual empra una paleta limitada de verds i blancs, a més d'incorporar icones amb poca ambigüitat.

D'altra banda, [7] identifica la problemàtica d'accessibilitat per a usuaris amb discapacitats visuals en els seus *kiosks* implantats, com ara la manca de contrast, la falta de retroalimentació auditiva i les inconsistències en la UI.

En aquest cas, DEIC-Kiosk incorpora les lliçons d'ambdós treballs: compleix amb els estàndards WCAG 2.1 mitjançant botons d'una mida considerada, opcions de canvi de tipografia ajustable, canvi del tema de l'aplicació (colors clars, foscos o d'alt contrast) i feedback amb so, garantint així l'accessibilitat per a tothom.

3.3 Tecnologia Front-End per a DEIC-KIOSK

A continuació, es revisen les tres principals tecnologies frontend candidates a usar-se durant el desenvolupament del *kiosk* (objectiu O2): React [8], Angular [9] i Vue.js [10]. Totes tres ocupen les primeres posicions en el rànquing de popularitat, segons l'enquesta de Stack Overflow 2024 [11].

Per un costat, React és una llibreria flexible, d'alta personalització i amb una gran comunitat darrere seu; mentre que, per un altre costat, Vue.js i Angular són dos *frameworks*, un senzill i fàcil d'aprendre, i l'altre complet i ideal per projectes més complexos.

Per a la seva elecció, s'han avaluat, primordialment, els aspectes de la Taula 2.

TAULA 2
COMPARATIVA ENTRE LES TECNOLOGIES FRONTEND

Aspecte	ReactJS	Angular	Vue.js
Corba d'aprenentatge	Moderada	Alta	Baixa
Single Page Apps	Excel·lent	Excel·lent	Excel·lent
Comunitat	Molt gran	Gran	Creixent
Flexibilitat	Molt alta	Moderada	Alta

Finalment, la tria recau en **React**. Tot i requerir una inversió inicial en temps d'aprenentatge d'aquesta llibreria, els tres motius determinants són: la seva flexibilitat per crear solucions personalitzades, l'extens suport comunitari i la seva rellevància professional actual i futura.

3.4 Tecnologia Back-End per a DEIC-Kiosk

En aquest subapartat es revisen tres de les tecnologies backend més populars segons l'enquesta [11]: Node.js [12], Django [13] i Java [14], un entorn d'execució de JavaScript, un *framework* de Python i un llenguatge de programació, en ordre.

En la selecció final es consideren diversos aspectes que es poden consultar a la taula comparativa de l'apèndix B. No obstant això, els principals factors clau són el rendiment i l'escalabilitat. Així doncs, al final s'opta per l'opció de **Node.js**, complementant-lo amb un mòdul addicional per a realitzar aplicacions web, **Express.js** [15].

3.5 Base de Dades de DEIC-Kiosk

Seguidament, es presenta l'alternativa guanyadora com a base de dades relacional per a emmagatzemar l'ecosistema de DEIC-Kiosk: **PostgreSQL** [16]. Les funcionalitats avançades, la comunitat activa i la seva popularitat creixent són factors que han determinat l'elecció final del seu ús. Una segona opció és **MySQL** [17], malgrat la seva tendència descendent en el mercat, any rere any, segons indica el rànquing de popularitat de DB-Engines [18].

3.6 Protocols de Comunicació, Seguretat i Altres Tecnologies

Finalment, es tracten els últims aspectes a considerar durant el desenvolupament de DEIC-Kiosk: els protocols de comunicació i de seguretat i les tecnologies addicionals.

D'una banda, per a la comunicació entre client-servidor es vota per **REST API** [19], un protocol HTTP que intercanvia estructures de dades en format **JSON** [20]. Una alternativa seria usar **WebSocket** [21]. No obstant això, es preval la baixa complexitat d'implementació, l'alta escalabilitat i la no requerida connexió persistent, convertint a REST API en el protocol idoni.

D'altra banda, per garantir la seguretat de les comunicacions s'implementa tant **HTTPS** (HTTP + SSL) amb certificats de la institució, com també mesures de protecció contra vulnerabilitats, com **XSS** i **SQL injection**², i protocols d'autenticació per accedir a serveis externs, **OAuth 2.0** [22].

Per acabar, el projecte integra diverses tecnologies complementàries per a enriquir els serveis oferts:

- **Google Sheets i Outlook Calendar** (via **Microsoft Graph API** [23]), per a la gestió de dades acadèmiques a mostrar en el *kiosk*.
- **Spline**³, per a crear mapes 3D interactius.
- **TailwindCSS** [24], pel disseny d'interfícies accessibles i *user-friendly*.

A través d'aquesta anàlisi de treballs relacionats i tecnologies, s'estableixen les bases que delimiten el desenvolupament de DEIC-Kiosk. Tot seguit, en la següent secció es posa en pràctica aquest marc conceptual.

4 DESENVOLUPAMENT

Seguidament, ens endinsem en les profunditats de DEIC-Kiosk, explorant el seu procés de creació pas a pas. A través dels cinc cicles del model espiral i les tasques definides durant la planificació, es detalla la materialització dels objectius principals del projecte.

4.1 Primer Cicle: Anàlisi de requisits i Disseny preliminar

Per iniciar la travessa cap a l'èxit de DEIC-Kiosk, el primer cicle del projecte és un pas fonamental, pel fet que la principal premissa del *kiosk* radica en comprendre les necessitats reals dels usuaris finals. Mitjançant la realització de la tasca T1, s'analitzen les preferències i les disconformitats freqüents dels consumidors i s'estableixen els requisits principals per a dissenyar una plataforma desitjable. A més a més, durant aquest cicle, també es duu a terme la segona tasca T2, on es confecciona un disseny inicial del *kiosk*. D'aquesta manera, en finalitzar el cicle, s'aconsegueix obtenir una primera idea del projecte.

Tot seguit, s'expliquen les fases i tasques que defineixen aquesta iteració.

4.1.1 Recollida de Requisits amb Enquestes

Durant la primera fase del cicle, ens centrem principalment en la tasca T1. Per poder finalitzar-la, és essencial realitzar una activitat prèvia a l'anàlisi de requisits: la **recollida de requisits** a través d'una tècnica d'el·licitació⁴. Així doncs, s'opta per realitzar enquestes dirigides al personal del DEIC, una tècnica adequada per obtenir les dades desitjades d'un grup divers i en poc temps.

Convé destacar que, tot i que el principal públic objectiu del *kiosk* és l'alumnat, aquesta fase vol prioritzar una perspectiva valuosa per identificar les funcionalitats clau i problemàtiques existents dins del departament, amb l'objectiu de millorar la transparència i accessibilitat de la informació que el DEIC vol oferir als estudiants.

L'enquesta es limita a dos grans aspectes:

1. *Les funcionalitats desitjades.* S'avaluen diverses propostes de facilitats, com ara la disponibilitat dels laboratoris o sistemes de *feedback*.
2. *El disseny UI i la integració física del kiosk.* Es tracten les preferències sobre la interfície gràfica (colors, icones, etc.) i l'accessibilitat al sistema.

Aquesta aproximació introductiva permet conèixer les necessitats bàsiques a contemplar, com bé s'indiquen en algunes respostes trobades a l'apèndix C.1. Així doncs, els seus resultats donen pas a la següent fase del cicle.

4.1.2 Avaluació i Confecció de Requisits

Un cop conegudes les expectatives de DEIC-Kiosk, a la segona fase del cicle es completa la tasca T1, mitjançant dues activitats: la formalització dels requisits extrets de l'enquesta i l'elaboració de diagrames de casos d'ús i d'activitats, per així millorar la comprensió del flux del sistema.

Així doncs, per a la primera activitat, els requisits es classifiquen en dos grups: els **funcionals** (RF) i els **no funcionals** (RNF). A més, per garantir una viabilitat tècnica i legal, es consideren algunes restriccions i condicions legals. Seguidament, es troba una síntesi dels requisits més rellevants pel projecte (Taula 3):

² Per a més informació, consultar: [XSS and SQL Injection](#)

³ Per a més informació, consultar: [Spline - 3D Design tool](#)

⁴ Mètode per identificar, obtenir i comprendre els requisits d'un sistema.

TAULA 3
REQUISITS PEL PROJECTE DEIC-KIOSK

Id	Requisit
RF.01	El sistema DEIC-Kiosk ha de proveir a l'usuari la capacitat de veure les funcions principals a la pantalla d'inici.
RF.02	El sistema DEIC-Kiosk ha de ser capaç de canviar l'idioma (català, anglès i espanyol) en qualsevol moment.
RF.03	El sistema DEIC-Kiosk ha de proveir a l'usuari la capacitat d'habilitar o deshabilitar les ajudes d'accessibilitat (tipografia, tema de l'aplicació i <i>feedback</i> amb so).
RF.04	El sistema DEIC-Kiosk ha de mostrar promocions i activitats, ofertes laborals, disponibilitat dels laboratoris amb un calendari, un mapa 3D interactiu dels despatxos del DEIC i la informació del seu personal.
RF.05	El sistema DEIC-Kiosk ha de proveir a l'usuari la capacitat de cercar despatxos, personal i activitats del DEIC mitjançant una barra de cerca i amb l'ajuda de filtres.
RF.06	El sistema DEIC-Kiosk ha de proveir a l'administrador la capacitat de modificar i tractar amb les dades mostrades en el <i>kiosk</i> a través d'una aplicació de manteniment.
RF.07	Cada 60", els components de la UI han de desplaçar-se lleugerament (+/- 2 px) per prevenir <i>burn-in</i> del monitor.
RNF.01	El sistema DEIC-Kiosk ha d'evitar combinacions de colors problemàtics per a usuaris amb daltonisme.
RNF.02	El monitor ha de tenir orientació horitzontal i ser tàctil, amb un temps d'inactivitat màxim de 5 minuts abans de tornar a la pantalla inicial.

Aquests requisits comprenen, no tan sols els trets aplicatius del *kiosk*, sinó que també fan especial èmfasi en els factors d'accessibilitat universal i de sostenibilitat; tots ells emmarcats en dues principals restriccions legals: la normativa EN 301 549⁵, un estàndard europeu de requisits funcionals d'accessibilitat de productes i serveis TIC (estableixen els requisits RF.02-03); el reglament de *Protecció de Dades* (GDPR) [25]; i alguns ODS de l'Agenda 2030 [26]. Consulteu l'apèndix C.2 per conèixer els ODS tractats.

Altrament, amb referència a la segona activitat, es construeixen dos models UML: un diagrama de casos d'ús, per conèixer les interaccions permeses amb el sistema; i un diagrama d'activitats per a detallar l'execució de processos que poden resultar difícils a priori, com ara la cerca de despatxos/personal a través de les opcions de filtratge.

Tan bon punt estan definits els requisits i els models UML, es pot passar a les fases consecutives per a crear i validar prototips amb els nostres *stakeholders* i planificar el següent cicle.

4.1.3 Disseny i Validació de Prototips Preliminars

A continuació, a la tercera i quarta fases del primer cicle, ens posem mans a l'obra amb la tasca T2, començant a donar forma tangible al *kiosk*. Mitjançant *sketches* a mà alçada i *wireframes* digitals, es passen les idees concebudes fins ara a representacions visuals de la interfície. A més, també es marca el primer contacte amb els usuaris finals, els

estudiants, coneixent el seu *feedback* sobre la UI, abans de qualsevol implementació. Així doncs, aquestes fases es constitueixen per dues activitats: la creació de prototips preliminars i la seva validació amb usuaris reals.

Per a la primera activitat, la creació de prototips inicials, d'entrada, s'esbossen les idees principals de DEIC-Kiosk en un *sketch*, per tal de tenir-les ordenades i clares; i, després, es traslladen al format *wireframe* per a definir i detallar diferents elements de la UI, per exemple el *layout* de les pantalles, la disposició dels botons i altres zones d'interacció. Per a la seva confecció, es fa ús de WireframePro⁶. La Figura 1 és un clar exemple d'una de les pantalles del *kiosk*.



Figura 1. Wireframe de la pantalla del cercador del personal.

Tot seguit, per a la segona activitat, es validen els prototips dissenyats en una sessió de proves programada amb tres alumnes de l'Escola d'Enginyeria. Aquí, s'aplica una metodologia de validació centrada en l'**observació directa**, és a dir, veure i analitzar com els *testers* interactuen amb els prototips. D'aquesta manera, es permet comprovar si els prototips són prou adequats i sense ambigüitats.

Un cop finalitzades les proves, es recullen els resultats de l'activitat, com també els possibles suggeriments de millores sobre la UI proporcionats pels *testers* per analitzar els resultats obtinguts i definir les millores necessàries del disseny per a les següents iteracions. Són un clar exemple la redistribució d'elements i aclariment d'alguns botons i icones o la correcció de la pobra interacció amb el mapa del DEIC que pot portar a confusions.

En definitiva, durant el primer cicle de desenvolupament de DEIC-Kiosk, finalitzat dins dels terminis indicats, es permet delimitar les necessitats i expectatives del projecte, les quals es consideraran pels pròxims cicles.

4.2 Segon Cicle: Disseny detallat i Adaptació del Hardware

Continuant amb la planificació, en aquest segon cicle es marca l'inici de l'objectiu O2, on es prioritzen les tasques T3 i T4. Així doncs, els propòsits d'aquest cicle són: (1) eliminar les disconformitats dels usuaris en els previs prototips, durant la tasca T4; i (2) definir l'arquitectura del sistema, durant la tasca T3, concretant la interconnexió entre els diferents components hardware i software.

⁵ Per a més detalls, consultar: [Normativa UNE-EN 301549:2022](#) | ADDAW

⁶ Per a més informació, consultar: [MockFlow WireframePro](#)

4.2.1 Creació del Prototip Final

Respecte al disseny de la interfície (tasca T4), s'elabora un **prototip interactiu** amb Figma⁷ que incorpora les millores identificades fins al moment, especialment en la pantalla d'inici, element crític en proves d'usabilitat prèvies. Aquesta eina permet definir amb precisió aspectes visuals (paleta de colors, elements UI...), així com simular el comportament de la interfície sense necessitat de programar.

A tall d'exemple, la Figura 2 mostra la pantalla d'inici amb una distribució clara: botons amb accés a funcionalitats principals, targetes d'accés ràpid a funcions secundàries, un carrusel amb promocions acadèmiques i un menú desplegable per canviar l'idioma i opcions d'accessibilitat.



Figura 2. Prototip d'alta fidelitat de la pantalla d'inici del kiosk.

4.2.2 Confecció de l'Arquitectura del Sistema

Paral·lelament, es defineix l'**arquitectura tècnica del sistema** (tasca T3), la qual es pot explicar amb la Figura 3.

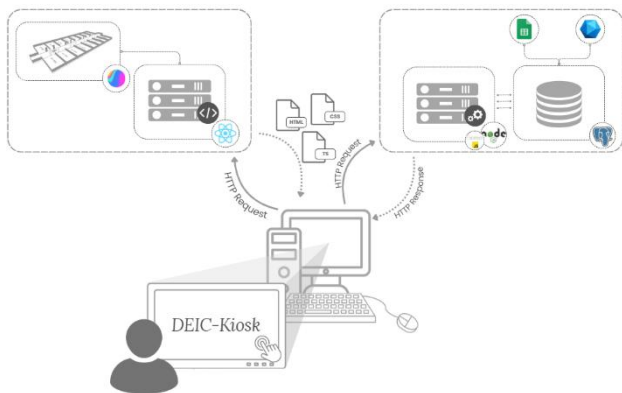


Figura 3. Arquitectura tècnica del sistema DEIC-Kiosk.

L'estructura segueix un esquema client-servidor, on el frontend obté els continguts de l'aplicació web i es comunica amb el backend via API REST i HTTPS per accedir a dades de la base de dades. En relació a les fonts d'informació que alimenten al kiosk, tenim: models 3D dels despatsos des de Spline al frontend, i dades del pla docent (Google Sheets) i disponibilitat de laboratoris (Microsoft Graph API) al backend. La interfície d'usuari es mostra a través d'un monitor tàctil connectat al sistema central del kiosk.

Per acabar, es consolida tot amb una avaluació amb els *stakeholders*, on s'inclou el *feedback* d'estudiants sobre el prototip d'alta fidelitat (vegeu l'apèndix C.3) i la validació del personal DEIC sobre la viabilitat tècnica i sostenible. El cicle, completat dins dels terminis, conclou l'etapa de disseny i inicia la implementació pràctica del sistema.

4.3 Tercer Cicle: Implementació del Frontend

En aquest cicle, executat en paral·lel al quart, s'aborda l'objectiu O2 amb la implementació gràfica del kiosk (tasca T5). Durant 12 setmanes, es desenvolupen simultàniament les quatre fases, realitzant les següents activitats: aprenentatge de React i llibreries auxiliars, disseny de mapes 3D i programació de la UI seguint el prototip d'alta fidelitat.

4.3.1 Aprenentatge i Selecció de Llibreries Front-End

Per a completar la tasca T5, es requereix adoptar la tecnologia React com a llibreria base, però també amb ajuda d'altres eines complementàries per cobrir funcions no incloses nativament.

Per un costat, es fa ús de **React Router** [27] per a la navegació en el *client-side*, permetent transicions fluides entre vistes sense recàrregues de pàgina, millorant així el rendiment del sistema i l'experiència d'usuari. A més, separa clarament les responsabilitats entre frontend-backend, on aquest últim només s'encarrega de proveir dades.

Per un altre costat, per evitar problemes d'*hydration mismatch*⁸, els quals provoquen el muntatge del component abans que les dades estiguin disponibles, s'implementen estratègies de renderització híbrida (SSR per al marc inicial i CSR per a dades dinàmiques) amb animacions de càrrega.

Finalment, la internacionalització del sistema s'implementa amb **react-i18next** [28], llibreria la qual facilita una traducció i localització dels continguts robustes i canvis dinàmics d'idiomes sense haver de recarregar la UI.

4.3.2 Disseny dels Mapes 3D Interactius

En aquesta mateixa tasca, una altra activitat seria el disseny de **mapes 3D** per tal de mostrar la localització dels despatsos del DEIC. Per tal de crear-los, s'utilitza l'eina Spline, la qual permet generar models interactius amb una corba d'aprenentatge mínima, factor indispensable a causa de la falta de coneixements en la creació d'elements gràfics 3D. Així mateix, aquesta eina possibilita una integració directa amb React, sense requerir llibreries addicionals. Per optimitzar l'experiència d'usuari, es desenvolupen diverses versions dels mapes, com ara la de la Figura 4.



Figura 4. Model exemplar del mapa 3D pels despatsos del DEIC.

4.3.3 Programació de la UI amb React

Per finalitzar, la programació de la interfície amb React (tasca T5) es basa en els principis fonamentals de la llibreria: components modulars (tant pàgines com elements visuals reutilitzables); gestió d'estats amb *hooks*; i renderització optimitzada mitjançant Virtual DOM⁹. Així doncs, el

⁷ Per a més informació, consultar: [Figma Design](#)

⁸ Per a més informació, consultar: [Hydration Mismatch | vite-plugin-ssr](#)

⁹ Per a més informació, consultar: [Virtual DOM and Internals – React](#)

frontend desenvolupat inclou les funcionalitats principals de DEIC-Kiosk: un **directori del personal** amb visualització per grups i per perfils, i cerca per filtres; un **mapa interactiu dels despatxos** amb vista general i cerca específica; i un sistema de visualització de disponibilitat dels laboratoris del DEIC a través d'un calendari.

A més dels components principals, s'implementen funcions secundàries, com la mostra de promocions i esdeveniments, ofertes laborals al DEIC i un sistema complet d'accessibilitat que inclou: ajust de la mida de text, selecció del tema (en mode clar, fosc o d'alt contrast) i *feedback* auditiu. A l'apèndix D, es troba un mapa de navegació del *kiosk*, per a una millor comprensió de la interacció entre components.

En definitiva, amb la implementació completada del frontend, aquest cicle es dona per finalitzat dins dels terminis previstos a la planificació, establint així les bases per a la integració amb el backend en el proper cicle.

4.4 Quart Cicle: Implantació del Backend

Tot seguit, en el quart cicle es continua treballant en l'objectiu O2, centrant-se en la tasca T6, *Programar el backend*, executada en paral·lel amb la tasca anterior. En quant a les fases d'aquest cicle, es realitzen simultàniament, de la mateixa forma que en el cicle previ.

A continuació, es detallen quatre activitats de la tasca T6: la configuració de la base de dades, l'accés a dades de Microsoft, la integració amb dades existents de plataformes institucionals externes i la programació de les crides API REST per a la comunicació amb el frontend.

4.4.1 Configuració de la Base de Dades

La implementació del backend (tasca T6) comença amb la configuració d'una base de dades PostgreSQL estructurada en 12 taules principals, més d'altres d'intermèdies per gestionar relacions. Les dades a mostrar en el *kiosk* es classifiquen en dues categories: "fixes" o poc mutables (informació estable com assignatures i despatxos, inserida manualment) i dinàmiques (dades externes com assignacions professor-assignatura i esdeveniments de calendaris). Per a les dades dinàmiques, s'implementen processos d'extracció i filtratge amb Google Sheets, per tal d'identificar només la informació rellevant per al sistema.

4.4.2 Accés a les Dades de Microsoft

Com bé s'esmenta en l'apartat anterior, una part crítica del sistema és la integració amb dades de Microsoft Outlook Calendar, permetent mostrar les reserves dels laboratoris del DEIC gestionades pels docents. A través de l'API Microsoft Graph, ens permet accedir als esdeveniments dels calendaris utilitzant autenticació OAuth 2.0 amb *client credentials*. Per garantir un accés continu sense necessitat d'inicis de sessió repetits al compte institucional vinculat als calendaris, es fa ús de *refresh tokens*, els quals mantenen la sessió activa i renoven automàticament els permisos.

Així doncs, el procés s'inicia amb la creació d'una aplicació a Azure AD¹⁰ per a gestionar els *tokens*. En la

generació de *tokens*, se'ns proporcionen de dos tipus: els *access tokens*, per fer crides a Microsoft Graph API i recuperar la informació dels calendaris; i els *refresh tokens*, per sol·licitar nous *access tokens* cada cop que calgui actualitzar les dades dels calendaris. Aquests últims *tokens* són emmagatzemats de forma segura a la base de dades amb encriptació AES-256-CBC¹¹. Finalment, els *access tokens* s'inclouen en les capçaleres de les crides Web API, assegurant una comunicació autenticada i segura amb els serveis de Microsoft. Per a més detalls, consulteu l'apèndix E.

4.4.3 Accés a Dades de Plataformes Institucionals

A més de les dades de Microsoft, DEIC-Kiosk també integra informació ja existent d'altres plataformes de la UAB, com són les promocions i activitats publicades a la web de l'Escola d'Enginyeria. D'aquesta manera, per evitar duplicat de dades, s'utilitza la tècnica *web scraping*¹². El procés complet es basa en parsejar l'HTML de la web i emmagatzemar automàticament les promocions a la base de dades, garantint una actualització sense intervenció manual.

4.4.4 Crides API REST cap al Frontend

Per consolidar la completesa de la tasca T6, l'última activitat es basa en dissenyar els *endpoints* API REST per connectar el frontend amb el backend. Utilitzant Node.js i Express.js, s'implementen mètodes HTTP (get, post...) que actuen com a pont entre les consultes a PostgreSQL i les sol·licituds del frontend. Aquest disseny permet una comunicació fluida i garanteix que el frontend rebi les dades necessàries per a la seva visualització al *kiosk*.

4.5 Cinquè Cicle: Integració, Proves i Manteniment

Per enllestir el desenvolupament de DEIC-Kiosk, en aquest darrer cicle, es realitzen les tasques restants, de la T7 a la T12. Per un costat, les tasques T7 a T10, vinculades a l'O3, aborden la integració del sistema, el seu desplegament al departament i les proves de funcionament; mentre que les tasques T11 i T12 de l'O4 cobreixen la creació d'eines de manteniment i la documentació del *kiosk*. Ressaltà que les quatre fases del cicle es realitzen alhora.

Tot seguit, es detallen les activitats de cadascuna de les tasques per garantir la sostenibilitat del sistema.

4.5.1 Configuració del Hardware

Primerament, per la tasca T7, la qual tracta la implementació física del *kiosk* al departament, s'actualitzen dos components principals: la **unitat de processament** i el **monitor tàctil**. D'una banda, se substitueix l'antiga màquina amb recursos limitats (4 GB de RAM i capacitat gràfica insuficient), per un equip modern amb 16 GB de RAM i capacitat per renderitzar models 3D via WebGL¹³, garantint un rendiment fluid. D'altra banda, pel que fa a la pantalla, s'escull un monitor tàctil HP E24t G5 de 23.8" per la seva capacitat tàctil, baix consum energètic i compatibilitat amb suports VESA estàndard per a la instal·lació mural. També, el disseny ergonòmic del monitor, ocultant botons físics i evitant interaccions accidentals, recolza la decisió.

¹⁰ Per a més informació, consultar: [Microsoft Entra ID](#)

¹¹ Per a més informació, consultar: [What is AES 256 Encryption?](#)

¹² Per a més informació, consultar: [What is Web Scraping?](#)

¹³ Per a més informació, consultar: [WebGL Public Wiki](#)

A més de l'adquisició d'aquests components, es prenen decisions crucials per al muntatge del hardware, com és la ubicació i orientació del monitor. Es valora una **orientació horitzontal** per facilitar l'accés universal i inclusiu, incloent-hi usuaris amb mobilitat reduïda; i es modifica la ubicació original del suport al centre de la paret, per tal de minimitzar riscos de col·lisions innecessaris.

Finalment, s'integren altaveus al sistema pel *feedback* de so; i s'afegeix un cartell informatiu a sobre del monitor, que promou la utilització interactiva del *kiosk* pels estudiants.

4.5.2 Instal·lació i Desplegament del Sistema

Seguidament, per les tasques T8 i T9 s'aborden la configuració d'un entorn de *kiosk* personalitzat i el desplegament i posada en producció del sistema a un domini oficial.

Per un costat, per la tasca T8 s'utilitza una distribució **Linux basada en Debian 12** [29], per la seva compatibilitat i facilitat de gestió via terminal. Com a gestor de pantalla, s'implementa **LightDM**¹⁴ per la seva lleugeresa i flexibilitat en entorns restringits. A més, per assegurar l'inici directe en mode *kiosk*, es crea una sessió que executa automàticament un *script* per llançar **Firefox** en mode *kiosk*, eliminant elements no desitjats, com la barra de navegació o el cursor, i així garantir una experiència immersiva.

Per un altre costat, per la tasca T9, el sistema es desplega al domini <https://deic-kiosk.uab.cat>, accessible només des de la xarxa del DEIC. S'utilitza **Apache** [30] com a servidor web, funcionant com a *proxy* amb certificat SSL de la UAB. Aquest gestiona el trànsit del frontend i backend, actuant com a *proxy invers*, és a dir, redirigint les peticions als serveis i ports corresponents (5000 per la plataforma principal i 3000 per l'eina de manteniment). Addicionalment, *systemd*¹⁵ s'empra per mantenir els processos del backend actius mentre el sistema estigui operatiu.

Finalment, l'eina de manteniment (detallada en la tasca T11) s'allotja sota la ruta */admin*, amb accés restringit a un rang específic d'adreces del DEIC per millorar la seguretat.

En definitiva, la separació d'entorns i ports permet una gestió segura per als usuaris i per als administradors.

4.5.3 Integració i Proves del Sistema

Seguidament, s'executa la tasca T10, la qual culmina amb la integració global del sistema i la seva validació mitjançant proves d'usabilitat, rendiment i seguretat. Aquestes verifiquen la interacció coherent entre tots els components (frontend, backend, bases de dades, APIs externes, etc.), assegurant el compliment d'objectius, com l'O1, O2 i O3. Les proves avaluen des del temps d'execució fins a la resistència contra vulnerabilitats. Els mètodes i resultats es presenten a la secció, *Resultats*, on s'analitzen les mètriques que confirmen l'adequació del sistema.

4.5.4 Documentació i Eines de Manteniment

Per acabar, s'executen les últimes dues tasques, T11 i T12, relacionades amb l'objectiu O4, marcant així la fase

final dels cicles de desenvolupament.

Pel que fa a la tasca T11, es basa en dues activitats centrals: primer, el desenvolupament d'una **plataforma de manteniment** accessible via */admin* dins del domini oficial, la qual permet gestionar l'edició de dades estàtiques de la base de dades mitjançant autenticació amb credencials administratives; segon, l'optimització del manteniment, a través de **plantilles estàndard** per a la importació massiva de dades (p. e. les assignacions professor-assignatura).

En quant a la darrera tasca T12, s'encarrega de la documentació exhaustiva, incloent-hi **manuals tècnics** sobre l'arquitectura del sistema i procediments de manteniment; així com **guies d'usuari audiovisuals** accessibles dins la UI del *kiosk*, per garantir una comprensió completa de les funcionalitats que DEIC-Kiosk ofereix als usuaris finals.

5 RESULTATS

Un cop tenim el sistema completament integrat i funcional, aquesta secció presenta una avaluació exhaustiva dels resultats obtinguts mitjançant tres tipus de proves que verifiquen l'assoliment dels objectius establerts en aquest projecte: proves d'usabilitat, de rendiment i de seguretat.

5.1 Proves d'Usabilitat

Per començar, amb les proves d'usabilitat es pretén confirmar el bon disseny de la plataforma DEIC-Kiosk, assegurant el compliment de l'objectiu O1.

Així doncs, mitjançant un seguit de **proves pilot** basades en casos d'ús confeccionats anteriorment en UML, cinc participants (incloent-hi un usuari amb dèficit visual) van avaluar la funcionalitat i accessibilitat seguint el protocol *Think-Aloud*¹⁶. Com a resultat, tres usuaris van completar les tasques sense problemes, mentre que dos trobaren dificultats en localitzar les opcions d'accessibilitat, cosa que ha motivat l'addició d'icones més visibles i missatges d'ajuda.

Convé remarcar que l'usuari amb dèficit visual va destacar la facilitat per identificar elements interactius, com botons i icones, gràcies a la seva mida adequada, i va valorar positivament les opcions de canvi de tema (clar/fosc/alt contrast) per a persones amb daltonisme.

En definitiva, aquestes proves pilot confirmen que les millores implementades no només resolen problemes d'accessibilitat, sinó que també enforteixen la inclusivitat del sistema, aspectes clau del projecte i que es recolzen en estudis previs (apartat 3.2).

5.2 Proves de Rendiment

Seguidament, altres proves que es realitzen són les de rendiment. En els següents quatre assajos s'espera validar l'eficiència en escenaris reals d'**ús únic**, donada la naturalesa física del *kiosk* que només permet el seu accés a través del monitor tàtil. Els resultats obtinguts pretenen demostrar el compliment dels objectius O2 i O3, garantint respostes àgils i una experiència fluida.

¹⁴ Per a més informació, consultar: [Lightdm - gestor de sesiones](#)

¹⁵ Per a més informació, consultar: [System and Service Manager](#)

¹⁶ Per a més informació, consultar: [Think Aloud Protocol - an overview](#)

5.2.1 Temps de Resposta per Crides a APIs Externes

La primera prova de rendiment consisteix a revelar el temps que triga el backend de l'aplicació en obtenir els esdeveniments dels calendaris Outlook, referents a les reserves dels tres laboratoris del DEIC. Com bé s'ha comentat anteriorment, aquesta informació s'aconsegueix a través de l'API de Microsoft Graph. Per a la seva validació, es fan 4 sol·licituds diferents a cada calendari dels laboratoris (Taula 4), fent ús de *logs* incorporats al backend que mesuren el temps necessari per descriptar un *refresh token*, fer la petició d'un nou *access token* i recuperar les dades desitjades de Microsoft Graph.

TAULA 4
TEMPS DE RESPOSTA PER CRIDES A APIS EXTERNES

Mostra	Lab Q5/2008	Lab Q5/2009	Lab QC/2125	Total
1	4.538s	2.008s	1.014s	7.560s
2	3.223s	1.846s	1.035s	6.104s
3	2.900s	1.884s	968.661ms	5.753s
4	3.487s	2.181s	1.076s	6.744s

Els resultats mostren com els temps de resposta a l'API externa, oscil·len els **6 s de mitjana**, acostumen a ser superiors als que tindrien les consultes a una base de dades local. Tot i això, es poden considerar acceptables, tenint en consideració que es fa un accés extern i estan en línia amb sistemes similars que integren APIs de tercers [31].

5.2.2 Temps d'Accés a PostgreSQL

La segona prova fan referència a algunes consultes locals cap a la base de dades del *kiosk*, PostgreSQL, per aconseguir informació com les dades dels despatxos, promocions o del personal. Les mesures, que s'exposen a la Taula 5, reflecteixen temps significativament més baixos que les crides fetes a Microsoft Graph, algunes d'elles sense arribar als segons. Això és gràcies a l'ús d'índexs i la proximitat física del servidor, decisions preses durant l'execució de l'objectiu O2. Endemés, s'evidencia una millora de postcàrrega, és a dir, es pot observar l'efectivitat de la cache del sistema, a cop de la baixada de temps en les sol·licituds subseqüents a la primera (p. ex. per les dades del personal, passem de 200 ms a no superar els **4 ms**).

TAULA 5
TEMPS DE RESPOSTA PER L'ACCÉS A POSTGRESQL

Mostra	Despatxos	Promocions	Personal	Total
1	1.611s	663.591ms	228.972ms	2.503s
2	336.815ms	42.007ms	3.631ms	0.382s
3	400.513ms	61.621ms	1.185ms	0.463s
4	1.230s	37.635ms	1.747ms	1.269s

5.2.3 Temps d'Espera de Crides REST Frontend-Backend

Tot seguit, també s'efectuen tests amb l'eina Chrome DevTools per calcular els temps d'espera fins a rebre la primera resposta (TTFB) de les operacions *fetch* del frontend. En altres paraules, es determina quant triga el backend a respondre al frontend. Com bé relaten els valors de la Taula 6, les crides posseeixen **temps inferiors als 300 ms**, els quals són recomanats per a respostes perceptibles [32]. Es confirma, un cop més, que la interacció del *kiosk* és fluida.

TAULA 6
TEMPS D'ESPERA (TTFB) ENTRE FRONTEND-BACKEND

Mostra	Despatxos	Promocions	Personal	Total
1	55ms	127ms	15ms	197ms
2	112ms	137ms	17ms	266ms
3	63ms	203ms	16ms	282ms
4	60ms	97ms	26ms	183ms

5.2.4 Renderització i Càrrega de Models Spline

Per l'última prova, amb Chrome DevTools s'estudien les interaccions amb els models 3D dels despatxos del DEIC, dissenyats amb Spline. A través de les estadístiques de renderització dels *frames*, es pot veure una fluïdesa correcta de **60 FPS** estabilitzats, tot i venir d'una càrrega inicial que pot baixar fins a 55 FPS. A més, també s'analitzen els seus temps de càrrega, els quals arriben fins als **45-55 segons**, ja que es carreguen tots alhora (consulteu l'apèndix F). No obstant, aquesta càrrega "conflictiva" només s'efectua durant l'arrencada del sistema i fora de l'horari d'accés públic, així doncs, no afectaria l'experiència de l'usuari.

5.3 Proves de Seguretat

Per finalitzar, s'executen les últimes proves que acabaran d'avaluar la robustesa del sistema contra vulnerabilitats comunes, utilitzant l'eina OWASP ZAP¹⁷. Mitjançant un **escaneig automatitzat** (662 peticions al domini) i **proves manuals**, s'analitzen frontend i backend per detectar possibles riscos com *SQL injection*, XSS, exposició d'informació confidencial o errors HTTP. Els resultats confirmen l'absència de vulnerabilitats crítiques, gràcies a mesures implementades com les restriccions de caràcters en *inputs*.

No obstant, cal mencionar que es detecten algunes pràctiques millorables, com la filtració de la versió del servidor, que es corregeix posteriorment. Així doncs, es pot afirmar que les solucions implementades s'alineen amb els objectius O2 i O3, garantint la fiabilitat i integritat del sistema en l'entorn de producció amb mesures de seguretat robustes que protegeixen les dades i experiència de l'usuari.

A tall de recapitulació, els resultats de les proves confirmen que DEIC-Kiosk compleix amb els objectius: amb una interfície intuïtiva i accessible, amb temps d'execució òptims i amb una protecció correcta contra vulnerabilitats comunes. Tanmateix, en cas de voler escalar el sistema en altres entorns (p.e. altres facultats) s'haurien de reavaluar alguns aspectes per evitar possibles riscos, com colls de botella en la càrrega dels models o de dades d'APIs externes.

6 CONCLUSIONS

Des d'un inici, el projecte DEIC-Kiosk va néixer per respondre a una necessitat clara al departament DEIC: facilitar l'accés dels estudiants a la informació acadèmica. Des d'una idea inicial poc definida, el procés iteratiu amb el personal del DEIC i l'alumnat va donar com a resultat un sistema centrat en les necessitats reals dels usuaris. Tot això es materialitzà en una interfície intuïtiva i accessible que supera alternatives institucionals existents.

¹⁷ Per a més informació, consultar: [ZAP](#)

La innovació clau del projecte rau en integrar l'**accessibilitat** com a eix central del disseny, no com un afegit posterior. L'èmfasi en la inclusivitat ha permès obrir nous paradigmes per al desenvolupament de sistemes acadèmics, demostrant que el disseny universal millora la qualitat global del sistema sense comprometre la seva eficiència.

Tècnicament, el sistema integra components clau, com el **frontend** complet per a dues interfícies (*kiosk* i manteniment), les quals cobreixen tots els requisits inicials, encara que algunes funcionalitats com el *feedback* estudiantil, la mostra d'informació d'investigació o la traducció total de textos dinàmics queden pendants per futures versions, degut a la manca de temps.

El **backend**, tot i estar completament desenvolupat, presenta oportunitats de millora, com ara en la integració amb altres sistemes del DEIC per automatitzar l'actualització de dades o en l'optimització de processos i pràctiques d'incorporació d'APIs/eines externes que necessita el *kiosk* (p. e. Microsoft Graph, el qual, en el seu moment, va portar certs reptes en la seva implementació, a causa de l'absència de processos definits).

Respecte al **hardware**, l'actual implantació en un sol monitor permet futures expansions cap a sistemes distribuïts amb múltiples punts d'informació connectats a un servidor central, amb possibilitat d'integrar elements addicionals, com una botonera de *feedback* o uns altaveus amb diccionari de veu per millorar l'accessibilitat.

Per concloure amb projecció de futur, les possibilitats d'expansió són àmplies: des de l'escalabilitat a altres departaments de l'Escola d'Enginyeria, fins a la implementació de xarxes de *kiosks* interconnectats entre facultats arreu de la UAB. El projecte no només vol resoldre una necessitat local, sinó també establir un model adaptable per a entorns acadèmics similars, sempre amb l'objectiu de millorar l'experiència de l'usuari final, els estudiants. En definitiva, DEIC-Kiosk representa un pas significatiu cap a una universitat més connectada i accessible, amb un marc clar per a la seva evolució contínua.

AGRAÏMENTS

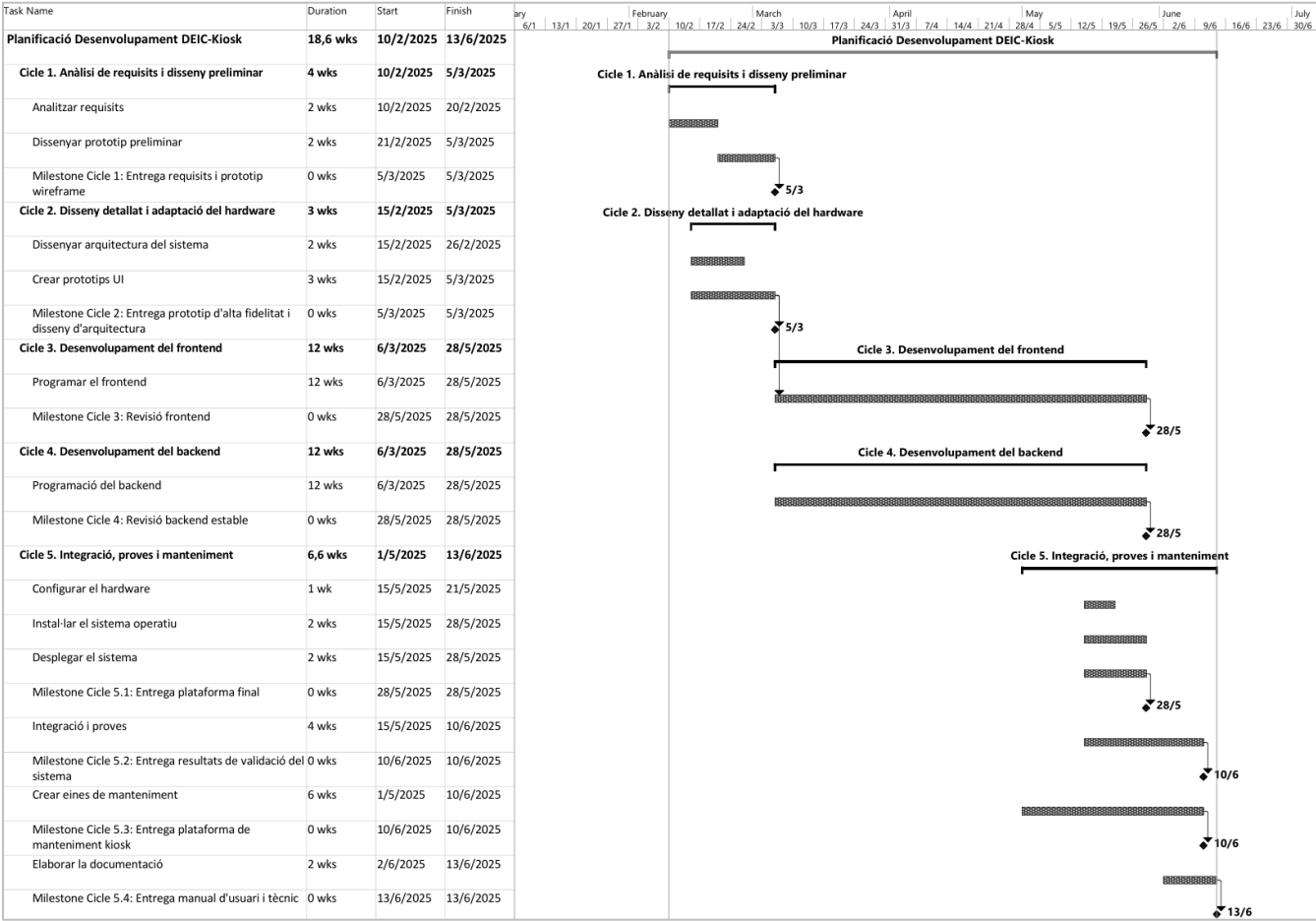
M'agradaria expressar el meu agraïment a Sergi Robles per la seva tutorització durant el TFG i per guiar el projecte fins al final. Reconeix a Adrià Sánchez per la seva ajuda constant en l'aspecte més tècnic. Així mateix, agraeixo el suport incondicional dels meus familiars des d'un principi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Fundació CyD, "Enquesta sobre la qualitat de l'ensenyament universitari a Espanya", 2022. [En línia]. Disponible: <https://www.fundacioncyd.org/>. [Accedit: febrer 2025].
- [2] V. Tinto, "Through the Eyes of Students: What College Students Say Matters to Their Success," *J. Coll. Stud. Retent. Res. Theory Pract.*, vol. 19, no. 3, pp. 254–269, 2017.
- [3] World Wide Web Consortium (W3C), "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview", Web Accessibility Initiative (WAI). Disponible: <https://www.w3.org/>. [Accedit: febrer 2025].
- [4] B. Boehm, "A Spiral Model of Software Development and Enhancement", *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 11, núm. 4, pàg. 14–24, 1986.
- [5] Jesnhile R. Sarmiento, Abigail F. Capio, Julius Ace L. Sison, Cathrine Jeimie A. Nabua i Ryan Richard H. Guadaña, "Ask Billy: An Informative Kiosk in a University", *Proc. 2021 Int. Conf. Open Res. Educ.*, Filipines, des. 2021. doi: [10.1109/iCORE54267.2021.00032](https://doi.org/10.1109/iCORE54267.2021.00032).
- [6] X.J. Cai i Y.K. Oh, "A Study on User Satisfaction of Kiosk UI Design Elements on University Campus", *J. Korea Multimedia Soc.*, vol. 24, núm. 10, pàg. 1369–1779, 2021. Disponible: <https://ko-reascience.kr/article/JAKO202131249899988.page>. [Accedit: març 2025].
- [7] K. Kim, Y. Kim, S. Baek i J. H. Ko, "The Usability Evaluation of Kiosks for Individuals with Low Vision", *J. Korea Multimedia Soc.*, vol. 41, núm. 3, pàg. 331–358, set. 2024. Disponible: <https://koreascience.kr/article/JAKO202430953277604.page>. [Accedit: març 2025].
- [8] R. Wieruch, "The Road to React", *Publicació independent*, 2018.
- [9] S. Seshadri, "Angular: Up and Running", *O'Reilly Media*, 2018.
- [10] A. Kyriakidis i K. Maniatis, "The Majesty of Vue.js", *Leanpub*, 2016.
- [11] Stack Overflow, "2024 Stack Overflow Developer Survey: Technology". Disponible: <https://survey.stackoverflow.co>. [Accedit: març 2025].
- [12] OpenJS Foundation, "Node.js – Run JavaScript Everywhere". Disponible: <https://nodejs.org/en>. [Accedit: març 2025].
- [13] Django Software Foundation, "Django: The web framework for perfectionists with deadlines". Disponible: <https://www.djangoproject.com/>. [Accedit: març 2025].
- [14] T. Downey, "Guide to Web Development with Java", 2a ed., *O'Reilly Media*, 2020.
- [15] OpenJS Foundation, "Express–Node.js web application framework". Disponible: <https://expressjs.com/>. [Accedit: març 2025].
- [16] D. Fontaine, "The Art of PostgreSQL", *Publicació Independent*, 2019.
- [17] Oracle, "MySQL". [En línia]. Disponible: <https://www.mysql.com/>. [Accedit: març 2025].
- [18] DB-Engines, "Historical trend of the popularity ranking of data base management systems". [En línia]. Disponible: https://db-engines.com/en/ranking_trend. [Accedit: març 2025].
- [19] L. Richardson, M. Amundsen i S. Ruby, "RESTful Web APIs: Services for a Changing World", *O'Reilly Media*, 2013.
- [20] ECMA International, "JSON – JavaScript Object Notation". Disponible: <https://www.json.org/json-en.html>. [Accedit: març 2025].
- [21] Ably, "WebSocket vs REST: Key differences and which to use". Disponible: <https://ably.com/topic/websocket-vs-rest>. [Accedit: març 2025].
- [22] Microsoft, "OAuth 2.0: Resource Owner Password Credential (ROPC) Grant". Disponible: <https://learn.microsoft.com/en-us/entra/identity-platform/v2-oauth-ropc>. [Accedit: març 2025].
- [23] Microsoft, "Microsoft Graph API". Disponible: <https://learn.microsoft.com/en-us/graph/use-the-api>. [Accedit: març 2025].
- [24] A. Wathan, "TailwindCSS: From 0 to Production", *TailwindLabs*, 2020.
- [25] Parlament Europeu i Consell de la UE, "Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell", DOUE L 119, 4 de maig de 2016. Disponible: <https://eur-lex.europa.eu/>. [Accedit: març 2025].
- [26] United Nations, "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development A/RES/70/1", 2015.
- [27] S. Ganatra, "React Router Quick Start Guide", *Packt Publishing*, 2018.
- [28] i18next, "react-i18next documentation", *react.i18next.com*. [En línia]. Disponible: <https://react.i18next.com/>. [Accedit: juny 2025].
- [29] Debian Project, "Debian 12 – Notas de publicació", *Debian*, 2023. Disponible: <https://www.debian.org/releases/>. [Accedit: juny 2025].
- [30] R. T. Fielding i G. Kaiser, "The Apache HTTP Server Project", *IEEE Internet Computing*, vol. 1, núm. 4, pàg. 88–90, 1997. DOI: [10.1109/4236.612229](https://doi.org/10.1109/4236.612229).
- [31] Microsoft, "Graph API Performance Guidelines", *Microsoft Developer Blog*. Disponible: <https://devblogs.microsoft.com>. [Accedit: juny 2025].
- [32] J. Nielsen, "Response Times: The 3 Important Limits", *Nielsen Norman Group*, 1993.

APÈNDIX

A. DIAGRAMA DE GANTT



B. TAULA COMPARATIVA SOBRE TECNOLOGIES BACK-END

ASPECTE	NODE.JS AMB EXPRESS.JS	DJANGO	JAVA
Tipus	Entorn d'execució de JavaScript i Framework	Framework Python	Llenguatge de programació
Corba d'aprenentatge	Moderada (JS és fàcil d'aprendre, però Express.js es necessita pràctica)	Moderada (Python és fàcil d'aprendre, però Django té una estructura complexa)	Alta (llenguatge robust)
Rendiment	Alt (aplicacions en temps real)	Alt (però menys eficient que Node.js)	Alt
Escalabilitat	Molt alta	Alta	Molt alta
Comunitat	Molt gran	Gran	Molt gran
Eines integrades	Mínimes	Completes (ORM, autenticació, administració...)	Moderades (necessita frameworks extres)
Ús en projectes de renom	Netflix, LinkedIn	Instagram, Spotify	Amazon, Google

C.1. RESULTATS DE L'ENQUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL DEIC

Per un costat, pel que fa a la primera part de l'enquesta, sobre les *funcionalitats desitjades*, les respostes revelen una forta demanda per funcions relacionades amb la promoció d'oportunitats acadèmiques i la disponibilitat dels laboratoris. Això es pot apreciar a la següent Figura C.1.1, la qual correspon a la pregunta 3 de l'enquesta.

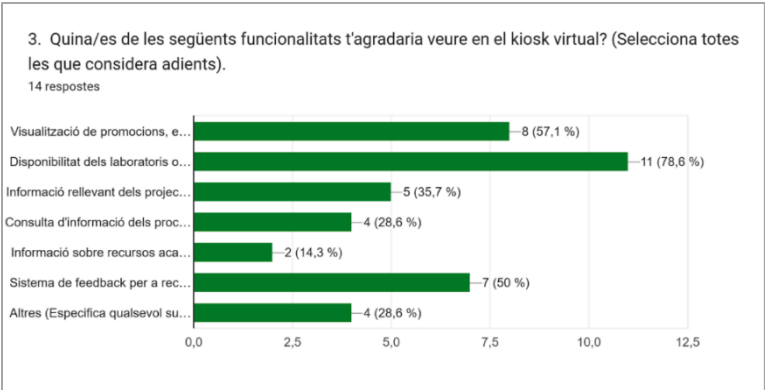


Figura C.1.1. Pregunta 3 referent a les preferències de funcionalitats a incloure en el kiosk.

Per un altre costat, en quant a la segona part de l'enquesta, *disseny UI i integració física del kiosk*, els resultats mostren una imperativa necessitat d'un sistema intuïtiu i **universalment accessible**. A la Figura C.1.2 es presenten algunes de les mesures d'accessibilitat que els han semblat adients per tal d'incloure-les dins del DEIC-Kiosk. Algunes malalties o dèficits que s'han considerat són: epilèpsia, daltonisme, mobilitat reduïda, dèficits visuals, entre d'altres.

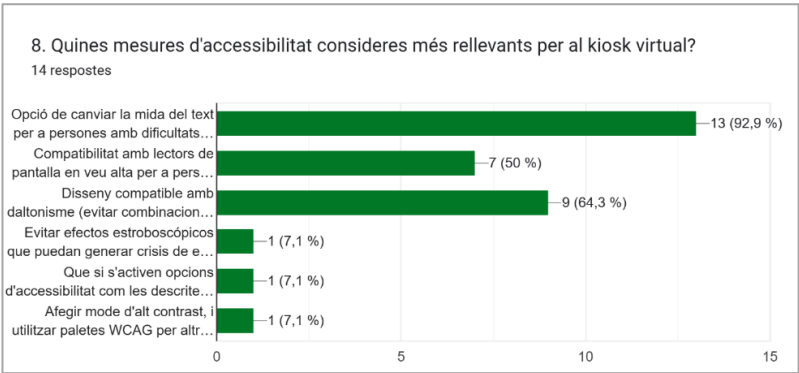


Figura C.1.2. Pregunta 8 sobre les mesures d'accessibilitat considerades pels enquestats.

C.2. OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (ODS) TRACTATS EN DEIC-KIOSK

DEIC-Kiosk té present, en tot moment, l'impacte mediambiental que pot causar el seu desenvolupament. És per això que el sistema s'alinea amb diversos ODS establerts en l'Agenda 2030 [26]. Tot seguit, es poden observar els ODS considerats:

NÚM.	ODS	QUÈ FA DEIC-KIOSK AL RESPECTE?
ODS 4	Educació de qualitat	El kiosk facilita l'accés igualitari a la informació acadèmica, com ara el mapa de despatxos, informació del personal DEIC, els horaris dels laboratoris, etc., promovent així oportunitats d'aprenentatge durant l'estada a la institució. A més, té en compte la inclusivitat mitjançant suport a múltiples idiomes, ajudes d'accessibilitat i disseny universal compatible amb WCAG i EN 301 549.
ODS 8	Treball decent i creixement econòmic	Mostra ofertes laborals i oportunitats acadèmiques des del DEIC, fomentant la formació i l'ocupabilitat.
ODS 10	Reducció de les desigualtats	Les mesures d'accessibilitat, compatibles amb daltonisme, dèficits oculars, mobilitat reduïda, multilingüisme, etc. garanteixen que tots els usuaris puguin utilitzar el sistema sense barreres.
ODS 12	Consum i producció responsables	L'optimització del rendiment a través del Virtual DOM redueix el consum energètic del hardware, mentre que la prevenció de <i>burn-in</i> allarga la vida útil dels monitors, reduint residus electrònics.

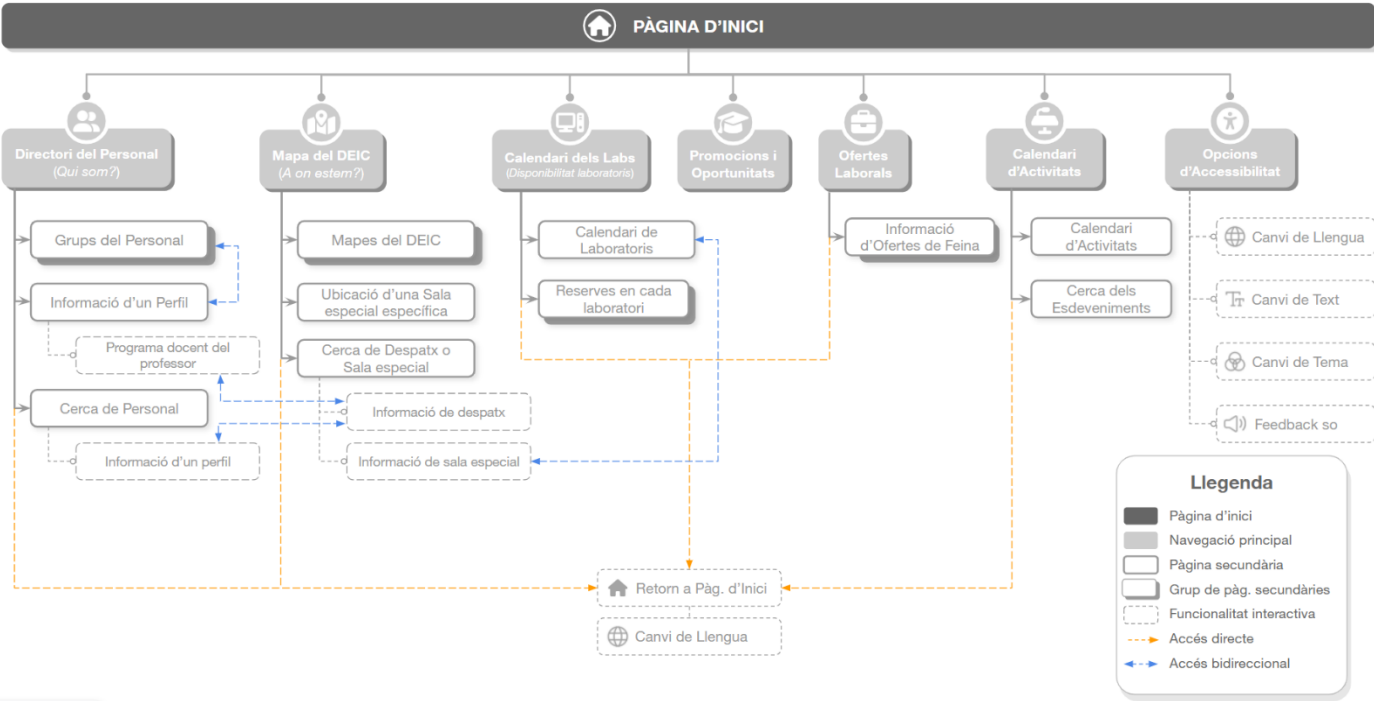
C.3. FEEDBACK DEL PROTOTIP D'ALTA FIDELITAT (CICLE 2)

El *feedback* dels quatre estudiants durant la sessió de validació del prototip d'alta fidelitat van revelar les millores:

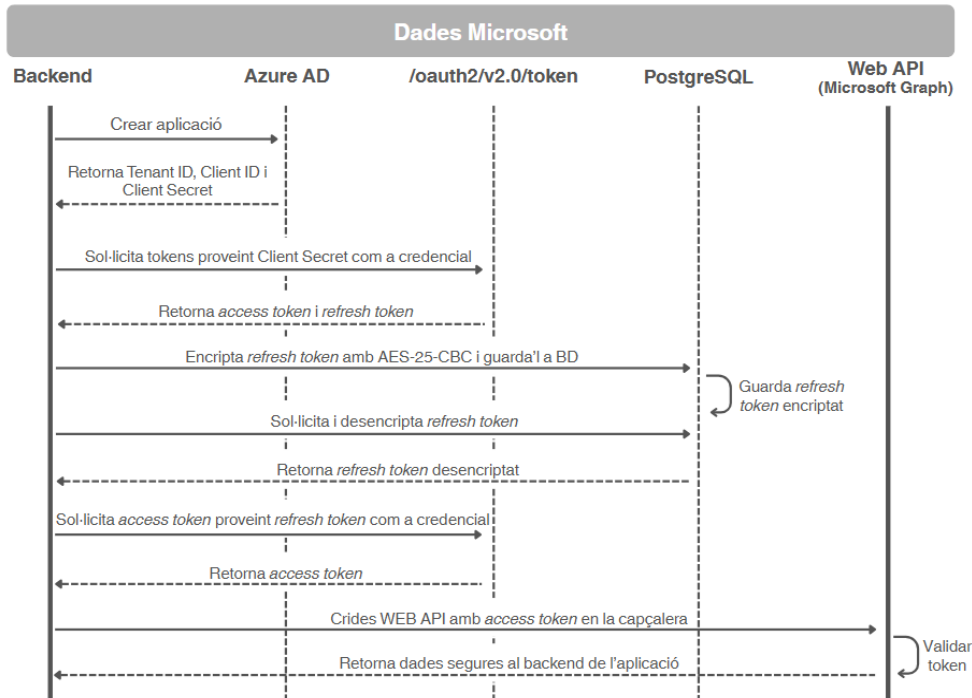
Millora en el filtratge	Es va detectar que la cerca de despatxos per assignatura resultava poc efectiva quan els estudiants desconeixien el nom del professor. Es va suggerir enriquir aquest filtre mostrant una llista dels professors associats a l'assignatura, incloent-hi les seves fotografies per facilitar la identificació visual del docent i poder trobar el seu despatx ràpidament.
Implementació de codis QR	Es va proposar substituir l'accés directe a pàgines web des del <i>kiosk</i> per codis QR adjunts a cada imatge d'una promoció, esdeveniment acadèmic o oferta laboral. Aquesta modificació permet als usuaris escanejar el codi QR amb els seus dispositius mòbils, evitant així la navegació web des del monitor del <i>kiosk</i> a llocs externs i mantenint el sistema centrat en les seves funcionalitats principals.
Optimització del mapa 3D	Els usuaris van indicar que la visualització del mapa complet dificultava la identificació clara dels despatxos i sales especials, degut a què el mapa sencer es mostrava bastant petit. Es va acordar dividir el mapa en tres seccions per millorar la llegibilitat.
Limitació de la interacció amb el mapa	Es va observar que l'excessiva llibertat de moviment (rotació i <i>zoom</i>) al mapa generava sensació de mareig. Es va decidir implementar restriccions en aquestes accions per oferir una experiència més estable i còmode per l'usuari.
Ampliació de la informació del personal	Es va valorar incloure més detalls acadèmics dels professors com el programa docent en el curs actual, el qual es mostren les assignatures que imparteix el professor i la informació rellevant sobre aquestes (tipus de docència, grups, grau...).

D. MAPA DE NAVEGACIÓ DE DEIC-KIOSK

El següent mapa de navegació mostra la interacció i relacions jeràrquiques entre els diferents components i pantalles del *kiosk*. Per facilitar la interpretació dels elements representats i els seus enllaços, es pot fer ús de la llegenda adjunta.



E. FLUX COMPLET PER OBTENIR LES DADES DE MICROSOFT



F. ANÀLISI DEL RENDIMENT PER A LA CÀRREGA DE MODELS SPLINE

La càrrega dels models 3D dels despaxos del DEIC és feta un cop, durant l'arrencada del sistema. Pot arribar a ocupar el *main thread* de l'aplicació fins a 45-55 segons, amb més del 94% d'aquest temps dedicat a l'execució de JavaScript, la qual carrega els models (Figura F.1). Pel que fa a la renderització i pintat, aquests representen menys del 2% del temps total, confirmant que el possible coll de botella és de tipus **CPU-bound**, i no pas de la GPU. Aquest pic computacional pot provocar una falta de resposta temporal dins la interfície gràfica del *kiosk*. En cas de desplegar DEIC-Kiosk en altres entorns, es recomanaria implementar un **model híbrid**, on se centralitzessin les dades menys conflictives en un mateix servidor central; mentre que les dades i models crítics es descentralitzessin, controlant la seva renderització localment.

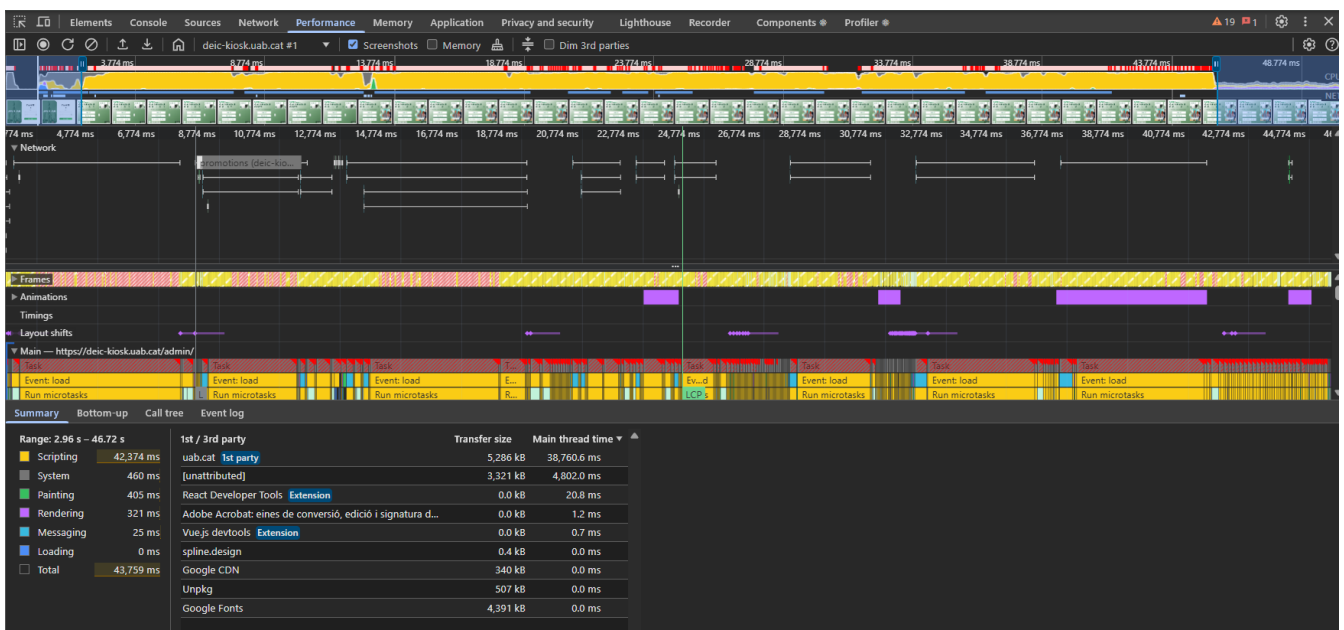


Figura F.1. Anàlisi amb Chrome DevTools del rendiment capturat en la càrrega de models amb Spline com a 3rd party.