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

Boj Herrero, Iria. *Aplicació per controlar l'assistència a activitats esportives amb reconeixement acadèmic*. Treball de Final de Grau (Universitat Autònoma de Barcelona), 2026 (Enginyeria Informàtica)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/334381>

under the terms of the  license.

Aplicació per controlar l'assistència a activitats esportives amb reconeixement acadèmic

Iria Boj Herrero

Resum— Aquest treball presenta el disseny i desenvolupament d'una aplicació web destinada a gestionar l'assistència a activitats esportives amb reconeixement acadèmic. El sistema substitueix l'ús de processos manuals basats en la signatura a paper per una plataforma digital, accessible tant des d'ordinadors com des de dispositius mòbils. La plataforma consta de tres perfils d'usuari diferents, esportista, monitor i administrador, cadascun amb les seves funcionalitats i permisos corresponents. La plataforma és capaç de gestionar els diferents elements d'un centre esportiu, així com les activitats i sessions esportives. Per tal d'assolir l'objectiu principal, la plataforma incorpora un sistema de gestió d'assistència mitjançant codis QR únics per a cada sessió, escanejats en temps real. Tot això desenvolupant un sistema seguint el patró client-servidor, amb un frontend desenvolupat en React i TypeScript, un backend amb Node.js, Express i Prisma, i una base de dades relacional PostgreSQL. Els resultats obtinguts demostren que el sistema ofereix una solució dinàmica i eficaç per reduir errors i millorar l'experiència tant dels estudiants com del personal del centre.

Paraules clau— Arquitectura client-servidor, Backend, Codis QR, Control d'assistència, Desenvolupament web, Digitalització de processos, Express, Frontend, Node.js, React, Software.

Abstract— This project presents the design and development of a web application aimed at managing attendance for sport activities with academic compensation. This system provides an efficient way to replace the manual paper-based attendance processes with a digital platform accessible from both computers or mobile devices. The platform provides three different user profiles, student, instructor and administrator, each one with its own functionalities and permissions. It is capable of managing the different elements of a sports center, like the activities and sessions. In order to achieve the main objective, the platform has an attendance system based on unique QR codes for each session, scanned in real time. The system follows a client-server pattern, with a frontend developed using React and TypeScript, a backend implemented with Node.js, Express and Prisma, and a PostgreSQL relational database. The results obtained demonstrate that the system offers a dynamic and efficient solution to reduce the errors and improve the experience of both students and sports center staff.

Index Terms— Attendance management, Backend, Client-server architecture, Express, Frontend, Node.js, Process digitalization, QR codes, React, Software, Web development.



1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

Nos ha passat mai que heu hagut de fer activitats que requereixen constar l'assistència obligatòria per obtenir un certificat? O haver de confirmar l'assistència mitjançant papers i, en alguns casos, acabar perdent el document? Doncs aquest és el dia a dia d'alguns universitaris, especialment aquells que participen en activitats gestionades pel Servei d'Activitat Física (SAF) [1], on el registre de la participació pel reconeixement de crèdits sovint depèn de processos manuals. L'ús de fulls de paper per controlar l'assistència genera desordre, errors i dificultats a l'hora de verificar que tothom ha estat correctament registrat.

Aquest projecte neix de la necessitat de resoldre aquestes dificultats en un entorn universitari cada vegada més digitalitzat i dinàmic. És per això que la proposta d'aquest projecte consisteix a oferir un sistema digital que permeti un control més eficaç i segur de l'assistència, facilitant així les tasques dels responsables i monitors del Servei d'Activitat Física [1]. Construir aquesta plataforma no només beneficia a la gestió, sinó que ajuda a reduir possibles situacions de frau en el registre i la generació d'estadístiques a partir de les dades recollides, així proporcionant més informació sobre la participació i volum d'activitats.

A més, el sistema plantejat permet disminuir el temps dedicat a tasques administratives repetitives, com revisió i transcripció manual de dades dels estudiants, així alliberant recursos per a altres funcions. Paral·lelament, l'ús d'aquesta plataforma contribueix a la reducció del consum de fulls de paper, així alineant el servei amb criteris de sostenibilitat.

- E-mail de contacte: iriabherrero@gmail.com
- Menció realitzada: Enginyeria del Software
- Treball tutoritzat per: Jorge Bernal del Nozal (Ciències de la Computació)
- Curs 2025/26

En conclusió, gràcies a la traçabilitat de la participació, la minimització d'errors i l'optimització de la gestió administrativa que ofereix la digitalització, amb aquest projecte es busca millorar tant l'experiència dels estudiants i personal del SAF [1], com l'eficiència de tot el procés.

2 OBJECTIUS DEL PROJECTE

2.1 Objectiu principal

L'objectiu del projecte és desenvolupar un sistema que faciliti la gestió de l'assistència a activitats esportives. En concret, un sistema web accessible per a tothom, així optimitzant el procés i minimitzant l'ús de papers per a la concessió de crèdits universitaris a l'alumnat.

2.2 Objectius secundaris

Per assolir la fita del sistema hi ha diverses maneres. Després de valorar-les, tenint en compte l'abast i la durada del projecte, s'han definit els següents subobjectius:

1. **Dissenyar una interfàç fàcil i intuïtiva** per així afavorir la comprensió i ús de la plataforma.
2. **Creació d'un sistema web accessible i atractiu** tant per ordinadors com per telèfons intel·ligents. Perquè així pugui ser utilitzada pels diferents usuaris en l'ambient dissenyat.
3. **Dissenyar una base de dades** robusta i segura que permeti guardar tota classe d'informació seguint els diferents protocols, com per exemple el Reglament General de Protecció de Dades [2].
4. **Integrar un sistema de gestió d'usuaris** que permeti l'accés a les funcionalitats segons el rol establert de cadascun, per garantir una millor privacitat.
5. **Integrar un sistema de generació de codis QR** per a la inscripció i confirmació d'accés a les activitats.

3 ESTAT DE L'ART

La digitalització dels processos de gestió acadèmica ha anat evolucionant, sobretot en els darrers anys a universitats. S'han anat incorporat progressivament sistemes com la matrícula, l'avaluació i el seguiment acadèmic. Sovint, l'assistència a activitats amb reconeixement de crèdits continua depenent de procediments manuals o solucions parcials.

A continuació, s'analitzen diferents aplicacions i eines existents vinculades als diversos àmbits relacionats amb la proposta del projecte, amb l'objectiu de contextualitzar-la dins del panorama actual.

3.1 Sistemes de gestió acadèmica universitària

Aquest tipus de sistemes permeten centralitzar tota la informació acadèmica dels estudiants, incloent-hi els expedients, inscripcions i resultats acadèmics en un mateix sistema. Trobem plataformes com Moodle [3] o Clickedu [4], molt utilitzades a l'aula per aprendre però, principalment orientades a l'àmbit docent. No obstant això, el seu disseny fa que no estiguin pensades per gestionar altres tipus d'activitats fora de l'entorn docent. En conseqüència,

opcions com el control d'assistència a activitats extracurriculars o la gestió de monitors solen estar fora del seu abast.

D'altra banda, tenim altres sistemes comercials, com SIGMA [5], que ajuden a dinamitzar processos acadèmics i administratius, però que no disposen de funcionalitats específiques pel control detallat de l'assistència a activitats extracurriculars d'altres serveis interns. Sovint es tracta de plataformes complexes, amb una estructura rígida i orientada a processos formals.



The screenshot shows the 'El meu expedient > Any actual' section of the SIGMA UAB system. It includes a table for 'Any acadèmic' with columns for 'Any acadèmic' and 'Màxim de puntuació'. Below this is a table for 'Crèdits' and 'Superats'.

Any acadèmic	Màxim de puntuació
2015/2016	2 (Temps complet) Màxim de puntuació 201
2016/2017	2 (Temps complet) Màxim de puntuació 201
2017/2018	2 (Temps complet) Màxim de puntuació 201
2018/2019	2 (Temps complet) Màxim de puntuació 201

Crèdits	Superats
Formació bàsica	0,0
Obligatòria	6,0
Optativa	18,0
Treball fi d'estudis	0,0
Sense determinar	0,0
Total	24,0

Fig 1. Pantalla SIGMA UAB

3.2 Digitalització de serveis esportius

En els contextos esportius, la digitalització acostuma a centrar-se en la gestió d'espais i inscripcions a activitats o esdeveniments, donant lloc a plataformes petites o molt específiques per algun tipus d'esport, com tennis o futbol.

També observem que sovint són aplicacions desvinculades d'ambients universitaris o d'instal·lacions esportives oficials, com és el cas de SportEve [6]: una aplicació per a la creació i gestió d'instal·lacions i esdeveniments esportius com a usuari individual, extern a una organització reguladora. A més, permet la creació d'àlbums individuals per recollir totes les imatges relacionades amb l'esdeveniment. Aquestes solen tenir diverses limitacions en contextos universitaris. Sovint estan pensades per a usuaris i no per a organitzacions. A més no solen contemplar aspectes com el reconeixement de crèdits o la gestió de monitors.

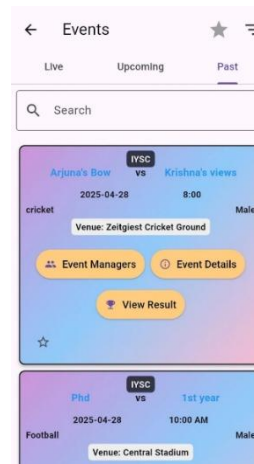


Fig 2. Pantalla SportEve

4 REQUISITS DEL PROJECTE

4.1 Requisites Software

A la **Taula 1**, es descriuen aquelles eines que es consideren clau pel desenvolupament del sistema. Es tracta de tecnologies utilitzades recurrentment en l'àmbit del desenvolupament de software, així reforçant la viabilitat del projecte, gràcies a tota la informació disponible a la xarxa.

Cal ressaltar que la combinació de tecnologies seleccionada no és l'única alternativa possible. Hauria estat viable l'ús d'altres eines com BitBucket [7] pel control de versions o serveis d'emmagatzematge de dades com Firebase [8]. Per a la interfície d'usuari es podria haver utilitzat un altre llenguatge de programació, com és la combinació de PHP [9] i HTML [10] junt amb CSS [11] per l'estil.

React [12]	Desenvolupament del frontend de la web, la interfàç d'usuari.
Node.js amb Express [13]	Desenvolupament del backend i lògica del sistema.
PostgreSQL [14]	Base de dades relacional i emmagatzematge organitzat en taules.
Visual Studio Code (VSC) [15]	Aplicació software amb les eines necessàries per poder programar el codi.
GitHub [16]	Sistema de gestió de versions.
Excalidraw [17]	Eina per l'elaboració d'esbossos de baix nivell.
Figma [18]	Disseny de la interfàç i navegació de les diferents pantalles web, realistes.

(Taula 1. Requisites del programari pel desenvolupament)

4.2 Requisites Hardware

Per al desenvolupament del sistema ha sigut necessari un ordinador portàtil capaç d'instal·lar i executar les eines i entorns esmentats anteriorment.

En canvi, pel que fa a l'ús de la pàgina web com a usuari final, no s'estableixen requisits tècnics específics, simplement cal disposar d'un dispositiu mòbil o d'un ordinador, sempre que aquest disposi de connexió a internet.

Per això, només s'han definit de manera detallada, a la **Taula 2**, els requisits associats als dispositius pel desenvolupament de la plataforma.

Processador	AMD Ryzen 7 6800H
RAM	16 GB o superior
Emmagatzament	956 GB o més
Sistema operatiu	Windows 10
Resolució dispositiu	1920 x 1080

(Taula 2. Requisites dels dispositius pel desenvolupament)

5 RISCOS DEL PROJECTE

Durant el desenvolupament del TFG poden sorgir diferents situacions que posin en compromís el resultat, la qualitat o inclús la viabilitat del projecte. A la **Taula 3** s'identifiquen els riscos que poden aparèixer durant el desenvolupament i les mesures a seguir per tal de contraure les conseqüències.

Risc	Explicació	Mesura de contingència
Definició poc clara dels requisits.	Els requisits obtinguts pel SAF poden no estar completament definits des de l'inici.	Realitzar reunions inicials amb les persones encarregades per documentar els requisits el millor possible abans d'implementar el sistema.
No disposar de dades reals dels usuaris.	El SAF no proporciona dades reals degut a la protecció de dades.	Crear usuaris ficticis per fer proves en el sistema.
Pèrdua de codi.	Mala gestió del repositori, creant conflictes o pèrdues de treball.	Utilitzar un sistema de control de versions utilitzant sempre el mateix procediment, treballar en branques separades del sistema principal.
Vulnerabilitats de l'accés d'usuari.	Personal no autoritzat o usuaris fent operacions no desitjades pel seu rol.	Implementar una autenticació segura i tenir control de les operacions on s'utilitzen dades.
Pèrdua de dades.	Error en el servidor o la base de dades.	Realitzar còpies de seguretat automàtiques i sistemes de recuperació de dades.

(Taula 3. Identificació dels riscos del projecte)

6 METODOLOGIA

Pel desenvolupament de la plataforma s'ha utilitzat la metodologia AGILE [19], basada en Scrum [20], que permet desenvolupar d'una manera més dinàmica, adaptant-se als possibles imprevistos i canvis que poden sorgir en el procés. També basada en la planificació d'iteracions curtes, entre 2 o 3 setmanes, enfocades a desenvolupar de manera incremental les diferents funcionalitats. És per això que s'han fet reunions cada quinze dies amb el meu tutor pel seguiment i validació del procés. A més a més, en els moments necessaris, s'han establert altres sessions per revisar o complementar amb les especificacions del client.

7 PLANIFICACIÓ

Per tal d'assolir els objectius del projecte, l'organització i la planificació són elements fonamentals. Per això, el treball està estructurat en tasques de baix nivell, definides de manera detallada per facilitar el control i el seguiment.

Cada tasca pertany a una fase específica del projecte, utilitzant com a guia la planificació establerta per les diferents entregues. Un cop assolida la fita principal de la fase, és a dir, garantint que els resultats compleixen els requisits previstos, aquesta es podrà donar per finalitzada i continuar amb la següent.

En total s'han definit 7 fases del projecte, explicades d'una manera més esquemàtica i visual en la **Figura 3**. A continuació les trobareu explicades amb més detall.

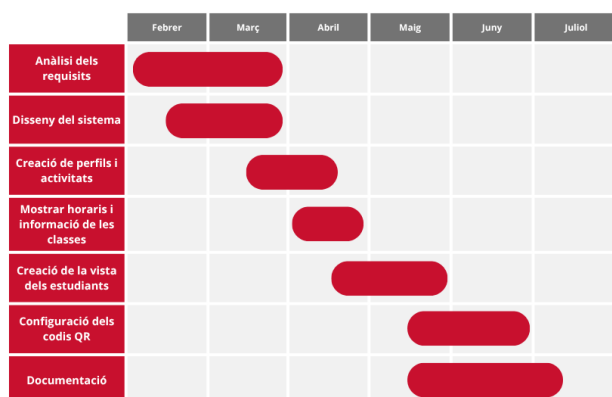


Fig 3. Diagrama de Gantt

7.1 Anàlisi dels requisits

L'anàlisi dels requisits va començar alhora que el projecte i es va estendre fins a finals de març. Durant aquest període es van establir els objectius del projecte, identificar les necessitats essencials i els requisits a desenvolupar. A més a més, es va fer recerca sobre l'estat de l'art amb la intenció de tenir un millor context de la proposta i començar a desenvolupar l'informe inicial, així assegurant la seva finalització dins del termini establert per la seva entrega.

7.2 Disseny del sistema

Un cop definits els requisits principals, aproximadament a mitjan febrer, es començà el disseny del sistema, visual i conceptual.

Pel disseny conceptual, mitjançant sketches i prototips d'alta fidelitat, es buscava crear una interfície d'usuari simple, atractiva i fàcil d'utilitzar. Per la part més conceptual, es va dissenyar una base de dades robusta sobre la que començar a programar. Per tal de programar tan aviat com es podia aquesta fase va arribar a la seva fi a finals de març.

7.3 Creació de perfils i activitats

A mitjan març va iniciar el desenvolupament del sistema web, corresponent a la fase en la qual es comença a desenvolupar programari. És per això que es van començar les funcionalitats bàsiques per a la creació d'usuaris, junt amb la personalització del perfil i la configuració de rols segons

el tipus d'usuari. També es va desenvolupar el procés perquè l'administrador pogués crear els diferents cursos i activitats. Aquestes tasques van estar implementades a mitjan abril.

7.4 Mostrar horaris i informació de les classes

Tot el mes d'abril va estar dedicat a la funcionalitat principal de consultar els horaris de cada usuari. Aquesta funcionalitat també va incloure el desenvolupament d'altres funcions com relacionar monitors amb les classes que impartiran o consultar la informació d'una classe.

7.5 Creació de la vista dels estudiants

Aquesta és la fase que va permetre integrar les diferents parts programades prèviament. Des de mitjans d'abril fins a finals de maig, es va desenvolupar la part del sistema corresponent al rol d'estudiant, és a dir, tota aquella part destinada a gestionar les inscripcions, horaris i historials d'aquests.

7.6 Configuració dels codis QR

Aquest període de temps va estar centrat en la recerca, disseny i implementació d'un sistema de generació i escaneig de codis QR únics, per així garantir un registre d'assistència fiable i automàtic a les activitats. El temps destinat a desenvolupar aquesta funció va ser des de mitjan de maig fins a quasi el final del projecte, finals de juny.

7.7 Documentació

Finalment, una fase específica destinada a l'elaboració i revisió dels diferents fitxers realitzats durant el projecte. Aquesta etapa va començar a mitjan de maig fins a finals del projecte, per assegurar la coherència i qualitat dels materials obtinguts.

Lavors, en aquesta es va acabar de perfeccionar l'informe final i el dossier amb tota la informació recopilada durant el desenvolupament. A més, es va preparar la presentació oral davant del tribunal i la creació del póster visual.

8 ANÀLISI FUNCIONAL DEL SISTEMA

L'anàlisi funcional pretén definir, a alt nivell, que ha de fer el sistema, és a dir, descriure que farà sense entrar en detalls tècnics ni especificacions, establint una base pel desenvolupament. És per això que aquest apartat descriu el comportament general del sistema, identificant els diferents usuaris que hi participen i la manera en la que interactuen amb la plataforma.

8.1 Perfils d'usuari del sistema

En aquest apartat es descriuen els diferents tipus d'usuaris que interactuen amb la plataforma, definits per les seves funcions, necessitats i objectius dins del sistema. Identificar-los correctament és essencial per establir els requisits i definir els mecanismes d'accés, garantint un ús segur i adequat.

Diferenciem tres perfils que tenen un paper essencial, aquests són els següents:

- **Esportista (estudiant):** Són aquells usuaris que participen en les activitats ofertes pel centre. També, poden consultar horaris i registrar la seva assistència a les diferents sessions esportives, amb la finalitat d'aconseguir el reconeixement acadèmic.
- **Monitor:** És el responsable d'impartir classes o supervisar un espai esportiu. La seva funció principal és gestionar i validar l'assistència dels esportistes d'una manera ràpida i fiable, així assegurant el correcte enregistrament dels participants que volen obtenir el reconeixement acadèmic.
- **Administrador:** Aquest usuari serà l'encarregat de la gestió del centre. És el responsable de crear els diferents cursos i activitats disponibles en cada moment. També, serà el responsable de crear i gestionar els comptes pel personal autoritzat.

Aquesta diferenciació d'usuaris permet desenvolupar el sistema d'una manera coherent, assegurant que cada perfil disposa de la solució a les seves necessitats específiques segons el seu rol en el procés. A més, per tal de comprendre millor els tipus d'usuaris principals també es van desenvolupar protopersones, explicades de manera més detallada a l'apèndix.

8.2 Casos d'ús del sistema

Els casos d'ús descriuen les diferents interaccions entre els usuaris i la plataforma d'una manera clara i estructurada. Així podem identificar més fàcilment els requisits funcionals que ha de proporcionar el sistema i tenir una base sòlida pel disseny i implementació.

A la **Figura 4** es mostra el diagrama de casos d'ús, on trobem els diferents perfils descrits anteriorment: esportista, monitor i administrador. A més, identifiquem un altre que definirem com usuari no registrat (User). Aquest només pot accedir a funcions bàsiques, com la creació de compte o inici de sessió, però no té accés a altres funcionalitats clau.

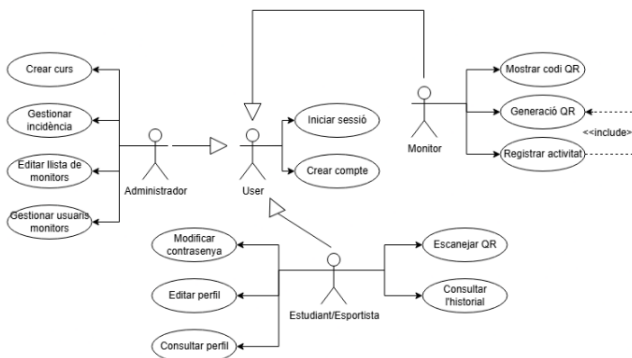


Fig 4. Diagrama de casos d'ús

Pel que fa als casos d'ús principals, podem destacar aquells directament relacionats amb l'objectiu del sistema. Per una banda, els esportistes poden inscriure's a sessions, editar el seu perfil o consultar el seu historial d'assistència. Els monitors són els responsables de la generació i difusió dels codis QR corresponents a cada sessió. D'altra banda, tenim

l'administrador que ha de ser capaç de veure les sessions fetes, crear cursos o gestionar usuaris.

Finalment, el sistema incorpora altres casos d'ús complementaris que aporten valor a la proposta. Per exemple, la gestió d'incidències, és a dir, la creació d'aquestes i la seva validació per part dels administradors.

9 DISSENY DEL SISTEMA

Pel disseny del sistema es va desenvolupar un diagrama de classes que representa l'estructura del sistema, mostrant les principals entitats i les relacions entre elles. Aquest diagrama s'ha utilitzat com a base per la lògica del sistema i el disseny de la base de dades.

Tal com s'observa a la **Figura 5**, identifiquem les classes Usuari, Centre, Curs, Activitat, Sessió i Incidència, cadascuna amb un rol específic dins del sistema. La classe Usuari representa els diferents perfils que interactuen amb la plataforma, mentre que Curs i Activitat referencien els esdeveniments esportius disponibles. Trobem que un Curs pot agrupar diverses Activitats, les quals es divideixen en sessions específiques on registrar l'assistència dels estudiants.

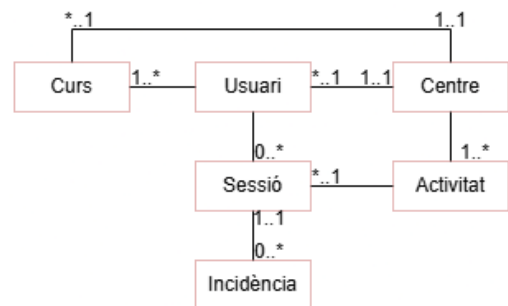


Fig 5. Diagrama de classes

La classe Sessió té un paper essencial, ja que és la que ens permet modelar el sistema per així mantenir una traçabilitat temporal detallada dels usuaris i la seva participació en els esdeveniments. És per això que un curs o una activitat pot contenir diverses sessions o un usuari pot assistir a moltes sessions.

Finalment, la classe Incidència, associada a una sessió concreta, permet registrar possibles problemes que puguin sorgir durant l'activitat.

Aquest disseny vol garantir la coherència temporal de les dades introduïdes i la correcta gestió de l'assistència dels usuaris. A més, pretén generar una plataforma escalable per a futurs centres esportius o altres entitats que vulguin utilitzar el sistema per a la gestió d'assistència a activitats. Al segon apartat del apèndix es pot trobar una versió completa d'aquest diagrama de classes amb els atributs seleccionats per a cada classe.

10 DESENVOLUPAMENT DEL SISTEMA

En aquest apartat es descriu el desenvolupament de la plataforma i les principals decisions tècniques implementades durant el procés.

El desenvolupament del projecte, igual que l'arquitectura s'ha dividit en dues parts principals: backend i frontend. Aquesta separació permet tenir de manera més diferenciada la lògica de negoci respecte a l'interfície d'usuari, facilitant l'escalabilitat del projecte i la reutilització d'aquest.

10.1 Arquitectura del sistema

La plataforma segueix una arquitectura client-servidor on el frontend actua com a client, és a dir, és l'encarregat de tota interacció amb l'usuari.

Per altra banda, tenim el backend que conté la lògica, gestió de dades i mecanismes de seguretat. Tot això basat en API REST [21] i desenvolupat amb Express.js [13], la base de dades relacional de PostgreSQL [14] i un sistema d'autenticació basant en JSON Web Tokens (JWT) [22].

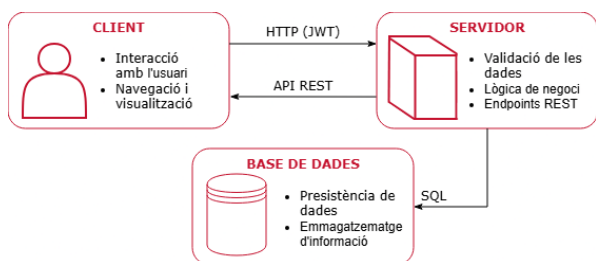


Fig 6. Esquema de l'arquitectura utilitzada

Aquesta arquitectura permet desacoblar la part gràfica de la persistència de dades, facilitant futures adaptacions de la plataforma.

10.2 Desenvolupament del backend

El sistema backend combina diferents tecnologies, com TypeScript [23] sobre l'entorn de Node.js i Express [13] per la gestió de les peticions HTTP. A més a més, utilitza PostgreSQL [14] per garantir un sistema persistent respecte de les dades emmagatzemades. També s'ha fet servir Prisma [24], el qual permet treballar amb models tipats i simplificar les operacions a la base de dades.

10.2.1 Organització del backend

El backend segueix una arquitectura per capes on cada una té una funció específica i clara. Trobem les següents:

- **Controller:** Gestiona les peticions HTTP entrants
- **Proxy:** Fa les validacions corresponents abans d'aplicar la lògica. Actua com a intermediari entre controladors i serveis
- **Service:** Conté la lògica de negoci
- **Repository:** Gestiona l'accés a la base de dades

Llavors, trobem repetida aquesta mateixa estructura pels diferents mòduls en els quals podem dividir el codi, com per exemple usuaris i activitats.

Aquesta organització facilita el manteniment del codi i la reutilització de funcionalitats gràcies a la separació de responsabilitats. A més a més, amb l'ús de tipatge de dades ajuda a tenir una millor comprensió del codi.

10.2.2 Autenticació i autorització

Tal com s'ha mencionat anteriorment el sistema incorpora un mecanisme d'autenticació basat en JSON Web Tokens (JWT) [22]. Quan l'usuari inicia sessió correctament genera un token, aquest serà utilitzat per assegurar la identitat de l'usuari a l'utilitzar les diferents peticions i assegurar que pertany al sistema. Aquest token guarda informació com identificadors de l'usuari, centre esportiu al qual pertany i el rol que té.

Les contrasenyes es desen utilitzant l'algoritme de hash bcrypt [25] amb 12 rondes de xifratge, incrementant així la seguretat davant possibles filtracions.

Durant el desenvolupament d'aquesta part s'han pres diverses decisions orientades a garantir la mantenibilitat i integritat. Entre les més destacades trobem:

- **Soft-delete:** Eliminació lògica utilitzant el camp `isDeleted`, preservant la traçabilitat de les dades
- **Sistema centralitzat d'errors:** Codis estructurats seguint el mateix format.
- **Middleware de logging:** Registrar les peticions rebudes pel servidor.

10.3 Disseny de la base de dades

Per a la base de dades s'ha utilitzat un model relacional basat en el diagrama de classes definit durant l'anàlisi funcional. És per això que les principals entitats són: Activitats, Centres, Cursos, Incidències, Usuaris i Sessions.

També s'han afegit altres taules intermediàries com és el cas de la taula `SessionAttendance`, encarregada de registrar l'assistència dels usuaris a les diferents sessions.

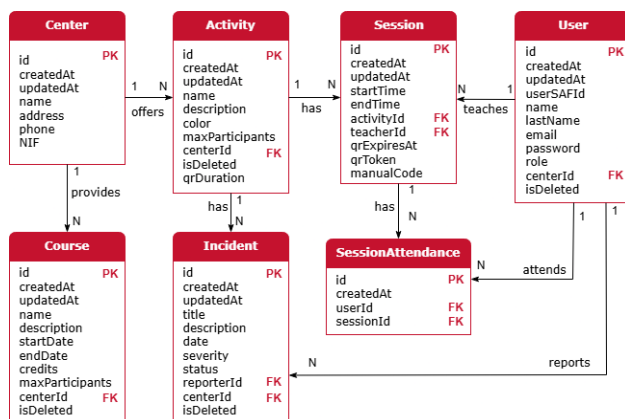


Fig 7. Diagrama de la base de dades

Aquest model permet garantir la coherència temporal i la traçabilitat completa de les dades.

10.4 Desenvolupament del frontend

La interfície d'usuari s'ha desenvolupat amb React [12] i TypeScript [23] junt amb altres eines d'estil visual com Tailwind CSS [26], shadcn [27] i radix [28]. Aquesta combinació permet construir una interfície moderna i adaptable a dispositius mòbils.

10.4.1 Organització del frontend

Troblem serveis independents per cada domini definit al backend, que hereten d'una classe comuna encarregada de gestionar les peticions HTTP.

A més a més, definim el que s'anomena React Context API [29], un sistema que permet a les diferents pàgines tenir guardada informació global.

10.4.2 Sistema d'autenticació al client

La plataforma està dividida en diferents rols i no tots tenen els mateixos permisos o poden desenvolupar les mateixes accions. És per això que la plataforma utilitza el token JWT [22], on tenim emmagatzemada informació corresponent a l'usuari que està utilitzant la plataforma, per així adjuntar-la a les peticions. Aquesta informació també és utilitzada per tal de protegir les diferents rutes per accedir a les pàgines del sistema.

10.4.3 Interfície d'usuari

Abans de començar a desenvolupar la interfície d'usuari es van dissenyar algunes pàgines amb Figma [18] per tal de tenir una millor idea, a l'apèndix es troben alguns dissenys implementats. La plataforma s'ha dissenyat seguint un enfocament mobile-first [30], és a dir, prioritzant la correcta visualització en dispositius mòbils.

S'han implementat interfícies diferenciades segons el rol: Estudiants, monitors i administradors.

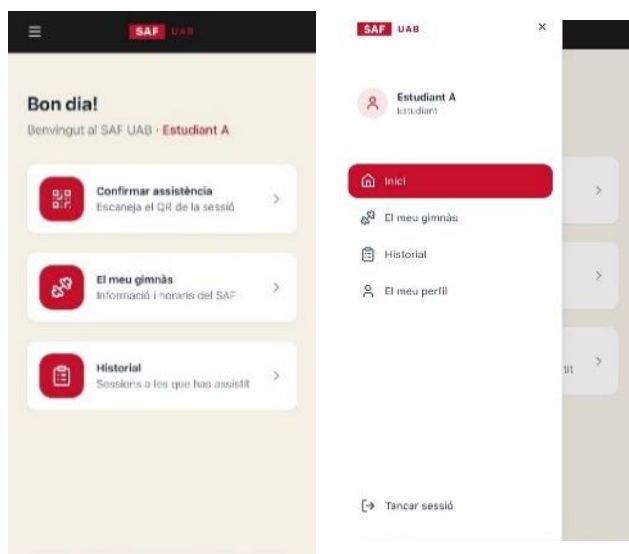


Fig 8. Interfície d'usuari Mobile-first [30]

10.5 Sistema de control d'assistència amb codis QR

Una de les funcionalitats principals del projecte és el sistema de control d'assistència basat en codis QR on el monitor pot generar un codi únic que després l'estudiant escaneja per tal de registrar-se a la sessió automàticament.

Per implementar aquesta funcionalitat s'han utilitzat dues llibreries, cadascuna amb un objectiu diferent. Per una part trobem la llibreria qrcode.react [31], l'encarregada de generar i mostrar el codi QR amb la informació necessària perquè els estudiants puguin confirmar l'assistència a cada sessió. Aquest codi conté la informació utilitzada per validar l'assistència a la sessió, com és l'identificador d'aquesta o quan expira el codi.

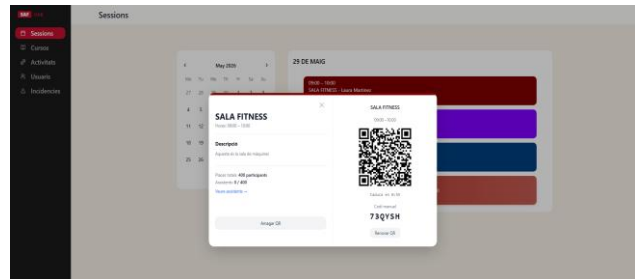


Fig 9. Pàgina inscripció mitjançant QR

Per altra banda, s'ha utilitzat la llibreria html5-qrcode [32] utilitzada per accedir des del navegador web a la càmera per escanejar el codi QR en temps real. D'aquesta manera s'obre la càmera posterior del dispositiu utilitzat i fa un escaneig continu a 10 fotogrames per segon. Un cop detectat el codi redirigeix automàticament al procés de confirmació d'assistència.

D'aquesta manera s'aconsegueix agilitzar el registre d'assistència i reduir errors derivats del procés manual.

A més a més, també s'ha contemplat aquells casos en què l'estudiant no pugui escanejar el codi QR, com pot ser que la càmera no funcioni correctament o bé hi hagi problemes de llum. És per això que el sistema ofereix una alternativa al codi QR, així generant també un codi manual de 6 caràcters. Aquest funciona de la mateixa manera que el QR, activant-se i expirant simultàniament.

11 VALIDACIÓ DEL SISTEMA

Per tal de garantir el correcte funcionament del sistema, s'ha realitzat un procés de verificació basat en proves unitàries pel backend. Aquestes permeten comprovar el comportament dels diferents components del sistema per identificar possibles errors durant el desenvolupament.

Les proves han permès validar el comportament de la primera capa del backend: els controladors. Així verificant que cadascun executa els mètodes corresponents al següent nivell i que retorna les dades obtingudes sense alteracions. A la **Taula 4** veiem el número de proves realitzades per a cada mòdul, amb un total de 191 tests.

Mòdul	Nombre de proves	Resultat
UsersController	48	100%
CoursesController	19	100%
ActivitiesController	20	100%
SessionsController	26	100%
IncidentsController	23	100%
AttendanceController	33	100%
CentersController	22	100%

(Taula 4. Proves realitzades per cada mòdul)

Per tal de crear tests aïllats entre diferents components de la plataforma s'han utilitzat mocks [33], tècnica que ajuda a simular diferents objectes d'entrada per tal de fer testing independent d'altres mòduls.

12 CONCLUSIONS

12.1 Conclusions del projecte

L'estat actual del projecte permet concloure que s'han establert unes bases sòlides tant funcionalment com tècnica-ment pel desenvolupament de la plataforma.

L'anàlisi funcional ha permès identificar els diferents perfils d'usuari i les funcionalitats principals de la plataforma, així proporcionant la informació necessària per dissenyar una arquitectura robusta.

Un dels aspectes més rellevants desenvolupats és el sistema de control d'assistència mitjançant codis QR. Aquesta implementació representa un pas important per tal de digitalitzar els processos manuals de comprovació d'assistència i reduir errors derivats de la gestió amb paper.

Per a gestionar d'una manera més personalitzada la informació del centre també s'han desenvolupat un seguit de pàgines que permeten la configuració de les activitats i sessions totalment a mida de cada centre.

Els resultats obtinguts indiquen que el projecte respon adequadament al problema identificat a l'inici i que es pot convertir en una eina útil i eficient per la gestió de l'assistència en activitats esportives.

12.2 Aprenentatge personal

La realització d'aquest projecte m'ha permès ampliar coneixements tant tècnics com metodològics. A nivell desenvolupament, he pogut aprofundir en tecnologies molt utilitzades avui en dia pel desenvolupament web com són React [12], Express [13] o TypeScript [23]. A més a més, he pogut aprendre conceptes relacionats amb les

arquitectures per capes, APIs REST [21], autenticació basada en JWT [22] i la gestió de bases de dades relacionals PostgreSQL [14].

També ha sigut una oportunitat per poder veure tot el procés que representa desenvolupar programari: des de les fases inicials, reunions amb el client i plantejament dels requisits, fins a les finals a través del desenvolupament i validació del sistema.

Finalment, aquest projecte m'ha permès veure l'importància d'entendre les necessitats dels usuaris finals i la importància de ser capaç de transformar-les en una solució que aportí un valor real.

12.3 Línies futures

Tot i que, el sistema implementa les funcionalitats principals previstes, existeixen alguns aspectes susceptibles de millora que permetrien ampliar les seves capacitats i incrementar la qualitat.

Entre aquestes trobem la importació i exportació de dades en format CSV o Excel, facilitant així el tractament de les diferents dades del centre i la generació d'informes. També es planteja completar el sistema de gestió d'incidències i incorporar la funció de recuperació de contrasenyes.

A més a més, seria interessant ampliar la cobertura de les proves de verificació mitjançant altres tipus de test com serien les proves d'integració i proves end-to-end. D'aquesta manera es podria validar el funcionament complet de la plataforma, garantint la correcta verificació del sistema.

Finalment, seria interessant adaptar la plataforma per tal de donar suport a altres tipus de serveis universitaris o centres esportius, així convertint-se en una solució més general per la gestió d'activitats i control d'assistència.

AGRAÏMENTS

M'agradaria agrair a totes les persones que han contribuït, d'una manera o una altra, al desenvolupament d'aquest projecte.

En primer lloc, vull agrair al meu tutor del TFG, Jorge Bernal, pel seu suport, la seva disponibilitat i l'orientació proporcionada al llarg de tot el projecte. Les seves observacions i consells han sigut claus per afrontar les diferents etapes del treball.

També voldria donar gràcies al Jacobo, la persona responsable del Servei d'Activitat Física (SAF), que ha participat activament durant el desenvolupament a través de les reunions realitzades. A més a més, ha fet possible definir una solució ajustada al context, gràcies a la informació proporcionada que ha estat essencial per entendre les necessitats reals.

Finalment, vull agrair a la meua mare i a la meua parella, pel seu suport durant tot aquest procés. Han estat presents tant en els millors moments com en els més difícils, sempre creient en mi. La seva confiança ha estat fonamental per fer possible aquest projecte.

ÚS DE LA IA GENERATIVA

La intel·ligència artificial generativa s'ha utilitzat com a eina de suport durant les fases inicials del desenvolupament del projecte. S'ha fet servir puntualment per resoldre dubtes relacionats amb tecnologies concretes o configuracions de l'entorn. Tot i això, totes les propostes han estat analitzades, adaptades i validades manualment abans de ser incorporades al projecte.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Servei d'Activitat Física, «Servei d'activitat Física SAF - UAB», [En línia]. Available: <https://www.uab.cat/saf/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [2] Parlament Europeu i Consell de la UE, «Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell, relatiu a la protecció de les persones físiques pel que fa al tractament de dades personals» [En línia]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CA/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679> [Últim accés: 14 juny 2026].
- [3] Moodle, «Moodle.org», [En línia]. Available: <https://moodle.org> [Últim accés: 4 març 2026].
- [4] Clickedu, «Plataforma de gestió de centres educatius», [En línia]. Available: <https://clickedu.net/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [5] SIGMA, «Helping universities succeed», [En línia]. Available: <https://www.sigmaaie.org/es> [Últim accés: 4 març 2026].
- [6] SportEve, «SportEve», [En línia]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sporteve.sportportal&hl=es> [Últim accés: 4 març 2026].
- [7] Bitbucket, «Bitbucket: Git solution for teams using Jira», [En línia]. Available: <https://bitbucket.org/product/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [8] Firebase, «Firebase» Google, [En línia]. Available: <https://firebase.google.com> [Últim accés: 4 març 2026].
- [9] PHP, «PHP», [En línia]. Available: <https://www.php.net/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [10] HTML, «HTML Introduction», [En línia]. Available: https://www.w3schools.com/html/html_intro.asp [Últim accés: 4 març 2026].
- [11] CSS, «CSS Introduction», [En línia]. Available: https://www.w3schools.com/css/css_intro.asp [Últim accés: 4 març 2026].
- [12] React, «React», [En línia]. Available: <https://es.react.dev/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [13] Node.js amb Express, «Node.js - Run JavaScript Everywhere», [En línia]. Available: <https://nodejs.org/es> [Últim accés: 4 març 2026].
- [14] PostgreSQL, «PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database», [En línia]. Available: <https://www.postgresql.org/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [15] Visual Studio Code, «Visual Studio Code», [En línia]. Available: <https://code.visualstudio.com/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [16] Github, «GitHub», [En línia]. Available: <https://github.com/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [17] Excalidraw, «Online Whiteboard made simple», [En línia]. Available: <https://plus.excalidraw.com/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [18] Figma, «Figma» [En línia]. Available: <https://www.figma.com/es-es/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [19] Agile Alliance, «What is Agile?», [En línia]. Available: <https://agilealliance.org/agile101/> [Últim accés: 4 març 2026].
- [20] Scrum.org, «What is Scrum?», [En línia]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module> [Últim accés: 4 març 2026].
- [21] Google Cloud, «What is rest-api?», [En línia]. Available: <https://cloud.google.com/discover/what-is-rest-api> [Últim accés: 19 maig 2026].
- [22] Secture, «JSON Web Tokens | JWT», [En línia]. Available: <https://secture.com/json-web-tokens-jwt/> [Últim accés: 19 maig 2026].
- [23] TypeScript, «TypeScript is JavaScript with syntax for types», [En línia]. Available: <https://www.typescriptlang.org/> [Últim accés: 19 maig 2026].
- [24] Prisma, «Postgres, perfectly managed», [En línia]. Available: <https://www.prisma.io/> [Últim accés: 19 maig 2026].
- [25] bcrypt-nodejs, «A native JS bcrypt library for NodeJS.», [En línia]. Available: <https://npmx.dev/package/bcrypt-nodejs> [Últim accés: 14 juny 2026].
- [26] Tailwind CSS, «Rapidly build modern websites without ever leaving your HTML.», [En línia]. Available: <https://tailwindcss.com/> [Últim accés: 14 juny 2026].
- [27] Shadcn, «The Foundation for your Design System», [En línia]. Available: <https://ui.shadcn.com/> [Últim accés: 14 juny 2026].
- [28] Radix, «Core building blocks for your design system», [En línia]. Available: <https://www.radix-ui.com/primitives> [Últim accés: 14 juny 2026].
- [29] React, «React API Context», [En línia]. Available: <https://legacy.reactjs.org/docs/context.html> [Últim accés: 19 maig 2026].
- [30] Medium, «What is a Mobile-First Approach?», [En línia]. Available: https://medium.com/@queen_shecoder/what-is-a-mobile-first-approach-143f1754fb8d [Últim accés: 14 juny 2026].
- [31] NPM, «qrcode.react», [En línia]. Available: <https://www.npmjs.com/package/qrcode.react> [Últim accés: 22 maig 2026].
- [32] ScanApp, «html5-qrcode», [En línia]. Available: <https://scanapp.org/html5-qrcode-docs/docs/apis> [Últim accés: 22 maig 2026].
- [33] Mock testing, «What is Mock Testing?», [En línia]. Available: <https://www.harness.io/harness-devops-academy/mock-testing> [Últim accés: 14 juny 2026].

APÈNDIX

A1. PROTOPERSONES

Les protopersones són representacions fictícies de perfils d'usuari construïdes a partir de les necessitats i característiques dels possibles usuaris finals del sistema. Aquesta eina té com a objectiu ajudar a entendre millor els objectius, motivacions i dificultats de les persones que utilitzaran la plataforma, facilitant així la presa de decisions posteriorment.

A1.1 Protopersona monitor esportiu

La primera protopersona representa una monitora d'activitats dirigides del SAF. Aquest perfil representa el personal encarregat de realitzar les sessions i gestionar l'assistència dels esportistes.

Les seves principals motivacions són garantir el correcte desenvolupament de les classes i evitar interrupcions innecessàries. També, destaca la seva necessitat de poder registrar l'assistència de manera ràpida i fiable, sense perdre temps.

Descriure aquest perfil va ajudar a incorporar un sistema simple, fàcil d'utilitzar, per utilitzar codis QR com a sistema de control de l'assistència.



Fig A1. Protopersona de la monitora esportiva

A1.2 Protopersona estudiant

La segona protopersona representa un estudiant universitari que participa en activitats esportives amb l'objectiu de ser saludable i obtenir reconeixement acadèmic.

L'estudiant necessita un sistema senzill que li permeti confirmar l'assistència de manera immediata, consultar l'historial de sessions realitzades i fer un seguiment de les sessions a les quals ha assistit.

La definició d'aquesta protopersona va ajudar a prioritzar una interfície adaptada a dispositius mòbils i la implementació d'un procés per confirmar l'assistència ràpida i eficient.



Fig A2. Protopersona de l'estudiant

A2. DIAGRAMA DE CLASSES COMPLET

Durant la fase d'anàlisi i disseny del sistema es va elaborar un diagrama de classes conceptual amb l'objectiu de definir les principals entitats i les seves relacions. Aquest permet descriure l'estructura general del sistema sense entrar en detalls específics de la implementació.

A mesura que el desenvolupament avançava, es va ampliar aquest model inicial per així incorporar els atributs de cada classe. El resultat és el diagrama de classes complet que es presenta a la Figura A3.

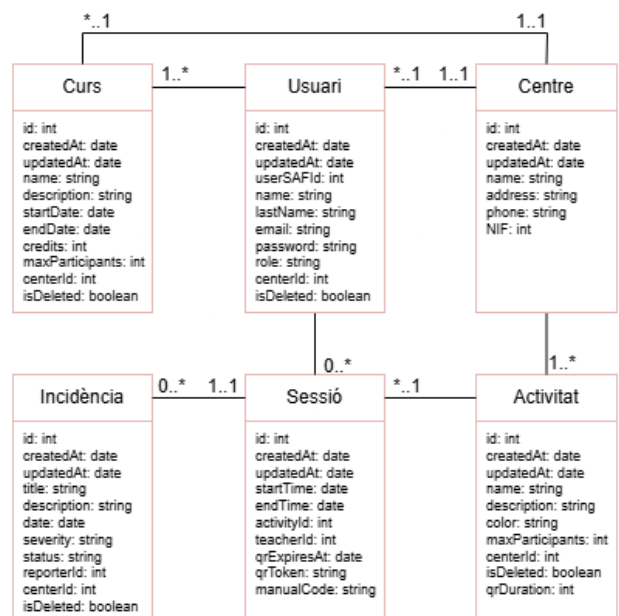


Fig A3. Diagrama de classes complet

D'aquest diagrama destaquem diverses coses, entre elles els tipus de cada atribut per tal de desenvolupar el sistema i la inclusió d'atributs temporals per així garantir la traçabilitat de la informació.

A3. DISSENY DE LA INTERFICIE

Abans d'iniciar el desenvolupament de la plataforma, es va realitzar una fase de disseny orientada a definir la distribució dels diferents elements i informació per buscar una experiència d'usuari senzilla i intuïtiva. Per això, es van fer diversos esbossos i prototips utilitzant Figma.

Una de les funcionalitats més importants és la consulta de les sessions disponibles i la informació associada a cada activitat. Durant aquesta fase de disseny es van estudiar diverses alternatives. La **Figura A4** mostra una de les propostes de disseny prioritzant la vista des d'un dispositiu mòbil.

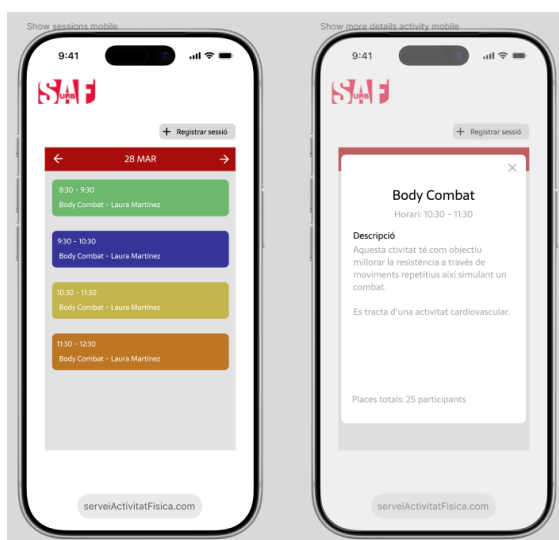


Fig A4. Prototip pantalla sessions

Una altra funcionalitat clau és el sistema de control d'assistència basat en codis QR. Durant el procés es van plantejar diverses maneres per així facilitar la lectura. La **Figura A5** mostra una de les propostes desenvolupades d'aquesta funcionalitat.



Fig A5. Prototip pantalla mostrar codi QR