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

Dot Plana, Francesca; Suppi Boldrito, Remo, dir. Torelló Digital : Proposta d'App per a un poble connectat. 2025. 12 pag. (Grau en Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/317274>

under the terms of the  license

Torelló Digital: Proposta d'App per a un poble connectat

Francesca Dot Plana

Resum– La proposta consisteix en el desenvolupament de Torelló Digital, una aplicació municipal dissenyada per oferir informació útil i actualitzada tant per als habitants com per als visitants del municipi. L'aplicació integrarà funcionalitats com una agenda d'activitats, un canal per comunicar incidències ciutadanes, informació sobre transport públic i una guia d'excursions pel territori. A més, inclourà dades en temps real com la predicció meteorològica i la localització de punts d'interès propers. Amb aquesta eina es pretén contribuir a la transformació de Torelló en una microciutat intel·ligent, millorant la comunicació i interacció entre ciutadania, empreses i institucions, i promovent així una governança més oberta, col·laborativa i eficient.

Paraules clau– Ciutat intel·ligent, Aplicació mòbil, Desenvolupament sostenible, Interfície d'usuari.

Abstract– The proposal consists of the development of Torelló Digital, a municipal application designed to offer useful and updated information for both residents and visitors to the municipality. The application will integrate functionalities such as an activity agenda, a channel for reporting citizen incidents, information on public transport and a guide to excursions around the territory. It will also include real-time data such as weather forecasts and the location of nearby points of interest. This tool aims to contribute to the transformation of Torelló into a smart micro city, improving communication and interaction between citizens, companies and institutions, and thus promoting more open, collaborative and efficient governance.

Keywords– Smart city, Mobile application, Sustainable development, User interface.

1 INTRODUCCIÓ

EN l'era digital actual, les ciutats i municipis s'enfronten al repte constant d'oferir serveis més accessibles, eficients i sostenibles. En aquest context, les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) esdevenen eines fonamentals per transformar la manera com les administracions interactuen amb la ciutadania. L'anomenada "smart city" o ciutat intel·ligent no és només un concepte vinculat a les grans metròpolis, sinó una realitat aplicable també a entorns municipals més petits, com és el cas de Torelló.

Torelló Digital neix amb l'objectiu de proporcionar als seus habitants i visitants una plataforma digital centralitzada que permeti millorar la comunicació entre ciutadans i institucions, optimitzar recursos públics i fomentar una comunitat més participativa i informada. Aquesta aplicació pretén ser una resposta directa a les necessitats creixents

d'una societat cada vegada més connectada, on els dispositius mòbils són el principal mitjà d'accés a la informació i serveis.

L'aplicació a desenvolupar unificarà diverses funcionalitats en un únic entorn, facilitant l'accés a informació rellevant com ara horaris de serveis públics, esdeveniments, notícies, situació meteorològica, punts d'interès o rutes properes. A més, es preveu integrar eines de geolocalització per oferir una experiència personalitzada i contextualitzada a cada usuari. La solució ha de ser multiplataforma, adaptable tant a format aplicació mòbil com a web progressiva (PWA), per garantir-ne l'accessibilitat des de qualsevol dispositiu i sistema operatiu.

Aquest projecte, per tant, no només implica el desenvolupament d'una aplicació funcional, sinó també una reflexió sobre com la tecnologia pot contribuir a fer més eficients les administracions locals i més properes a les persones. L'objectiu és construir una eina que pugui ser escalable, fàcilment reproducible en altres municipis i capaç d'adaptar-se a les necessitats futures del territori.

Així doncs, es desenvoluparà una nova aplicació que sigui capaç d'unificar múltiples funcionalitats en una mateixa plataforma.

• E-mail de contacte: 1643224@uab.cat
 • Treball tutoritzat per: Remo Suppi Boldrito (Departament Arquitectura de Computadors i Sistemes Operatius)
 • Curs 2024/2025

1.1 Objectius

Aquest projecte té com a objectiu principal el disseny, desenvolupament i test d'una eina interactiva i personal que permeti centralitzar la informació municipal i, alhora, actuar com a catalitzador de la transformació digital i social del municipi de Torelló.

Objectius específics

- Afavorir la creació d'una comunitat local més connectada i participativa a través de l'ús de tecnologies digitals accessibles.
- Integrar funcionalitats que fomentin la interacció entre ciutadania i administració, millorant la comunicació bidireccional i el compromís cívic.
- Utilitzar la tecnologia per impulsar una gestió municipal més eficient i orientada a les necessitats reals de la població.
- Servir com a eina de cohesió social que enforteixi els valors col·lectius de Torelló com a poble actiu, sostenible i inclusiu.
- Aplicar solucions digitals que integrin dades en temps real (ubicació, meteorologia, serveis públics) per millorar la qualitat de vida i l'autonomia dels habitants.

La intenció del projecte és que aquesta eina pugui ser adoptada per l'Ajuntament com una plataforma estable per a la digitalització dels serveis municipals, així com adaptable a altres municipis amb característiques similars.

2 ESTAT DE L'ART

Torelló és un municipi situat a la comarca d'Osona, a la província de Barcelona, Catalunya. Amb una població d'aproximadament 15.000 habitants, es caracteritza per la seva riquesa cultural, històrica i natural. Ubicat a la confluència dels rius Ter i Ges, ofereix un entorn privilegiat amb espais verds i rutes d'excursió.

El municipi compta amb una àmplia oferta d'activitats culturals i festives, destacant el Carnaval de Terra Endins, un dels més populars de Catalunya o el festival internacional de cinema de montanya, entre d'altres. A més, Torelló disposa d'un teixit associatiu actiu, infraestructures esportives i serveis públics que el converteixen en un referent local. La seva ubicació estratègica i les bones connexions de transport fan que sigui un nucli dinàmic i en constant evolució.

Després d'una recerca a internet, Play i Apple Store, s'ha observat que no hi ha cap aplicació específica per a Torelló que integri totes les funcionalitats proposades en aquest projecte. Sí que es troben aplicacions orientades a comerços locals o a serveis concrets, però no n'hi ha cap que unifiqui informació municipal, incidències ciutadanes, transport públic i activitats culturals en un mateix lloc.

Una de les aplicacions més similars en concepte és Barcelona a la Butxaca, que ofereix informació municipal de manera centralitzada. Tot i això, Torelló Digital és diferència per diversos aspectes:

- Àmbit d'actuació local: Adaptada específicament a les necessitats de Torelló, amb informació rellevant per als seus habitants i visitants.
- Guia d'excursions i rutes naturals: A diferència d'altres aplicacions municipals, incorpora una secció dedicada a excursions, rutes de senderisme i punts d'interès de la zona.

L'aplicació Torelló Digital està dissenyada per ser accessible i útil per a tots els habitants del municipi, independentment de la seva edat o coneixements tecnològics. No hi ha un perfil d'usuari concret, ja que la seva funcionalitat engloba necessitats diverses dins la comunitat.

2.1 El concepte de Smart Villages

Les ciutats intel·ligents són aquelles que utilitzen la tecnologia per millorar la qualitat de vida dels seus habitants. No és un concepte nou: fa dècades que existeix, però ha guanyat rellevància en els darrers anys gràcies als avenços tecnològics, que han fet possible implementar solucions intel·ligents d'una manera més assequible i eficient.[1]

El concepte de pobles intel·ligents, o *Smart Villages*, trasllada aquesta visió a entorns rurals i petites comunitats. En lloc de considerar-les simples receptores d'ajuts governamentals, es proposa dotar-les de les eines i recursos necessaris per esdevenir motors del desenvolupament i de la innovació local. El factor clau per aconseguir-ho és la digitalització, que permet millorar la gestió, la participació ciutadana, l'eficiència dels serveis i la sostenibilitat del municipi [2][3].

Aquest projecte fomenta el model de *Smart Village* perquè actua com a catalitzador de la transformació digital local, promovent una gestió més eficient i transparent, però també més participativa. L'aplicació permet que la ciutadania sigui part activa del seu entorn —informant d'incidències, accedint a serveis públics, consultant l'agenda o descobrint rutes i espais locals—, fet que reforça la vinculació amb el territori i els valors comunitaris.

A més, ofereix funcionalitats intel·ligents com informació geolocalitzada o serveis en temps real, que contribueixen a una millor presa de decisions tant per part dels ciutadans com de l'administració. D'aquesta manera, el projecte transcendeix la tecnologia per convertir-se en una eina de cohesió, sostenibilitat i innovació local, clau per avançar cap a un model de poble intel·ligent.

3 METODOLOGIA

El desenvolupament del Torelló Digital s'ha estructurat seguint una metodologia àgil centrada en l'usuari, basada en cicles iteratius que han permès ajustar les funcionalitats i el disseny segons les necessitats reals del municipi i les persones que l'habiten. Aquesta metodologia ha facilitat un enfocament pràctic, flexible i orientat a resultats, optimitzant els recursos disponibles i garantint una millor qualitat en l'experiència final de l'usuari.

El procés s'ha estructurat en quatre fases principals: investigació contextual, disseny conceptual i funcional, prototipatge i desenvolupament, i validació amb usuaris.

Aquestes fases han estat complementades per una reflexió constant sobre la viabilitat, escalabilitat i sostenibilitat de l'eina com a plataforma de servei públic.

1. **Fase d'investigació i anàlisi:** Aquesta primera etapa ha consistit en una recerca qualitativa i contextual del municipi de Torelló, tant des d'un punt de vista territorial com social i tecnològic. S'han identificat mancances en la comunicació ciutadania-institucions, i s'ha detectat la manca d'una eina digital unificada que centralitzi informació i serveis municipals. També s'ha revisat l'estat de l'art d'aplicacions similars en altres municipis, així com les directrius del model europeu de smart villages.

S'han recollit inputs informals de persones del municipi (familiars, estudiants, comerciants i usuaris habituals de serveis públics) que han ajudat a detectar punts febles i expectatives davant una eina digital municipal.

2. **Fase de disseny i definició funcional:** El disseny de Torelló Digital s'ha centrat en la simplicitat d'ús, l'accessibilitat i la claredat visual. Seguint principis de disseny centrat en l'usuari (UCD), s'han definit els fluxos de navegació i les funcionalitats prioritàries: accés a informació local, visualització de dades geolocalitzades, notificació d'incidències i mapes d'excursions o serveis. [4]

S'han generat primers wireframes i prototips de baixa fidelitat mitjançant l'eina Pencil, i s'han validat amb usuaris no tècnics per comprovar la comprensibilitat de la interfície. Aquesta validació informal ha ajudat a prioritzar funcionalitats útils, com el panell d'activitats, el mapa interactiu o la funció "A prop meu".

3. **Fase de prototipatge i desenvolupament:** El desenvolupament s'ha fet seguir els principis d'una metodologia àgil, amb sprints curts i revisions setmanals del progrés. S'ha optat per una arquitectura basada en Aplicació Web Progressiva (PWA), que permet el desplegament multiplataforma i la compatibilitat amb qualsevol dispositiu.

El desenvolupament ha seguit criteris de:

- Accessibilitat: interfície intuïtiva, contrastos visuals adequats i navegació senzilla.
- Eficiència: càrrega ràpida, ús de dades en temps real i optimització per a dispositius mòbils.
- Escalabilitat: estructura modular i adaptable, pensada per a poder afegir nous mòduls (avisos push, autenticació, espais per col·lectius...).

4. **Validació i iteració:** Tot i que no s'ha disposat d'un test formal amb una mostra, s'han fet proves pilot amb usuaris reals (familiars, amigats) per validar la utilització de les principals funcionalitats. Aquestes proves han permès detectar i corregir errors en l'entorn d'incidències, la navegació en mapes i la claredat de la informació mostrada. Aquesta fase ha servit també per imaginar possibles ampliacions futures.

5. **Enfocament integrador i de ciutat intel·ligent:** Tot el projecte s'ha dissenyat pensant en la seva integració amb dades urbanes existents, i en la possibilitat de ser adoptat per l'Ajuntament com a canal oficial de relació amb la ciutadania. La idea central no és només oferir una aplicació, sinó construir una infraestructura digital de comunitat, que afavoreix la participació, la sostenibilitat i l'equitat social.

3.1 Tecnologia utilitzada

El projecte es basa en una Aplicació Web Progressiva (PWA), una aplicació que combina característiques de les aplicacions mòbils i les pàgines web. Les PWA s'adapten automàticament a la mida de pantalla del dispositiu i poden aprofitar funcionalitats com la càmera o la ubicació. A més, no requereixen múltiples versions per a diferents sistemes operatius i s'actualitzen automàticament. Entre els seus principals avantatges trobem:

- Millorar l'experiència de l'usuari: Com que són accessibles des de qualsevol navegador web modern, les PWA ofereixen una experiència consistent i familiar per als usuaris.
- Reduir els costos de desenvolupament: són més econòmiques de desenvolupar i mantenir que les aplicacions mòbils tradicionals.
- Oferir funcionalitat offline: tenen la capacitat de funcionar sense connexió a internet.
- Incrementar l'abast de l'audiència: són accessibles des de qualsevol navegador web modern. [5]

3.1.1 Ionic Framework i AngularJS

La tecnologia utilitzada per desenvolupar l'APP és Ionic Framework, un SDK de frontend de codi obert per desenvolupar aplicacions híbrides basades en tecnologies web (HTML, CSS i JS). És a dir, un framework que ens permet desenvolupar aplicacions per a iOS, Android i la web, des d'una única base de codi. Empra Capacitor (o Cordova) per implementar de forma nativa i s'executa al navegador com una aplicació web progressiva. Es pot fer servir amb els frameworks frontend més populars, com Angular, React i Vue.[6]

El projecte fa ús d'AngularJS, el framework sobre el qual es construeix Ionic. Angular segueix una arquitectura Model-Vista-Controlador (MVC) i destaca per l'enllaç bidireccional de dades i les directives que permeten crear components HTML personalitzats.

3.1.2 Tecnologies de suport

Per a la part de geolocalització, s'ha integrat Leaflet, una llibreria JavaScript lleugera i de codi obert per crear mapes interactius, fàcil d'utilitzar i amb una API molt completa.

L'emmagatzematge de dades com esdeveniments i incidències es realitza mitjançant Firebase, una plataforma que ofereix serveis com autenticació, base de dades en

temps real i emmagatzematge al núvol, facilitant el desenvolupament sense necessitat de backend propi.

També s'usa Open Weather per obtenir dades meteorològiques, útils per oferir informació contextual dins de l'aplicació.[7]

Finalment, tot el codi s'ha desenvolupat utilitzant Visual Studio Code (VSCode), un editor de codi gratuït, de codi obert i multiplataforma creat per Microsoft, àmpliament fet servir per la seva extensibilitat i eines de desenvolupament integrades.

3.2 Arquitectura

L'arquitectura de l'aplicació Torelló Digital combina eines modernes per garantir una experiència d'usuari fluida i una gestió eficient de la informació. L'APP està concebuda com una PWA, la qual cosa permet accedir-hi tant des de dispositius mòbils com des del navegador web, sense necessitat de descàrrega des d'un app store.

1. **FrontEnd (Ionic + Angular):** Aquesta combinació tecnològica permet construir una interfície atractiva, responsiva i adaptada a diferents dispositius. Ionic facilita el disseny visual i els components UI, mentre que Angular aporta lògica, rutes i connexió amb els serveis del backend. L'usuari interactua amb la PWA a través d'una interfície neta i adaptada.
2. **BackEnd (Firebase):** Firebase és la base de dades en temps real i el servei backend principal. Gestiona: [8]
 - Emmagatzematge de les dades (activitats, rutes, incidències...).
 - Sincronització en temps real de dades (incidències, esdeveniments, transport).
 - Suport offline gràcies a la PWA.

L'esquema següent mostra com es distribueix l'arquitectura funcional de l'aplicació:

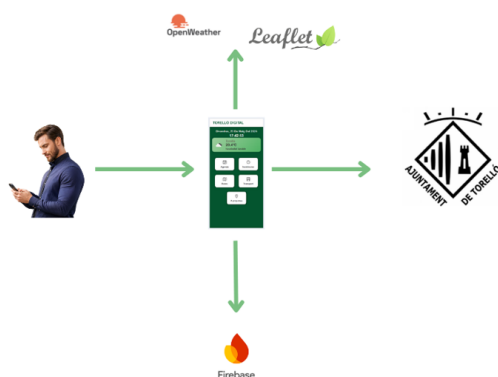


Fig. 1: Arquitectura proposada

El ciutadà accedeix a l'eina mitjançant el seu dispositiu mòbil o navegador, interactuant amb una interfície pensada per oferir una experiència intuïtiva i adaptada. L'aplicació Torelló Digital actua com a eix central, gestionant totes les

interaccions i connexions amb els serveis rellevants.

L'app es connecta a l'ajuntament, que rep notificacions d'incidències i pot proporcionar informació institucional actualitzada. A la base de dades (Firebase), encarregada de l'emmagatzematge i sincronització en temps real d'activitats, esdeveniments, incidències i rutes. També a serveis externs, com ara:

- Una API meteorològica, que permet mostrar la previsió del temps en temps real.
- Un servei de mapes interactius (Leaflet/OpenStreet-Map), utilitzat per visualitzar punts d'interès i rutes del municipi.

3.3 Disseny

El disseny és una de les parts més creatives i personals del projecte, ja que reflecteix com es vol que l'usuari interaccionï amb l'aplicació i percebi el seu entorn. Per començar a donar forma a la proposta, vaig elaborar un primer esbós mitjançant l'eina Pencil, que m'ha permès visualitzar de manera senzilla l'estructura i la distribució de les pantalles, així com fer proves ràpides amb diferents opcions de navegació i estil.

Torelló Digital és una aplicació pensada per facilitar el dia a dia de les persones que viuen, treballen o visiten el municipi. La idea principal ha estat crear una interfície clara, visual i intuïtiva, que sigui útil i agradable de fer servir. El disseny està enfocat a oferir un accés directe i pràctic a les funcionalitats més rellevants, sempre amb una estructura coherent i fàcil de navegar.

El prototip es basa en 7 pantalles principals, cadascuna pensada per complir una funció específica dins l'experiència d'usuari:

1. **Pantalla inicial:** Serveix com a carta de presentació de l'aplicació. Inclou el logotip i una imatge atractiva. És un punt de partida que dona pas a la navegació principal.
2. **Panell principal:** És la pantalla central des de la qual es pot accedir ràpidament a totes les seccions i veure el temps del municipi en temps real. El disseny del panell segueix una disposició d'icones i textos breus que permet identificar fàcilment cada funcionalitat.
3. **Agenda d'activitats:** Una llista d'esdeveniments culturals, festius i socials de Torelló. Inclou informació detallada per a cada activitat, com ara horari, ubicació, preu i descripció.
4. **Comunicació d'incidències:** Aquesta pantalla incorpora un formulari senzill i directe que permet a la ciutadania informar d'incidències relacionades amb el mobiliari urbà, neteja, il·luminació, etc. Inclou l'opció per afegir imatges.
5. **Rutes d'interès:** Llistat de rutes naturals, històriques o culturals del municipi. Inclou un mapa amb les rutes proposades i informació com distància i nivell de dificultat.

6. **Transport:** Recull els horaris sobre els serveis de transport públic disponibles.
7. **A prop meu:** Utilitzant la ubicació de l'usuari, aquesta secció mostra serveis i punts d'interès propers, com comerços, escoles, aparcaments, punts de càrrega per a vehicles elèctrics, espais per a gossos o restaurants. Aquesta funció és especialment útil per a visitants i persones novingudes.

Cada pantalla s'ha dissenyat amb una estètica coherent i moderna, amb colors neutres i tocs de color identificatius per destacar les seccions. La jerarquia visual està molt cuidada: títols clars, botons accessibles i contingut ben espaiat per facilitar la lectura i la interacció en dispositius mòbils.

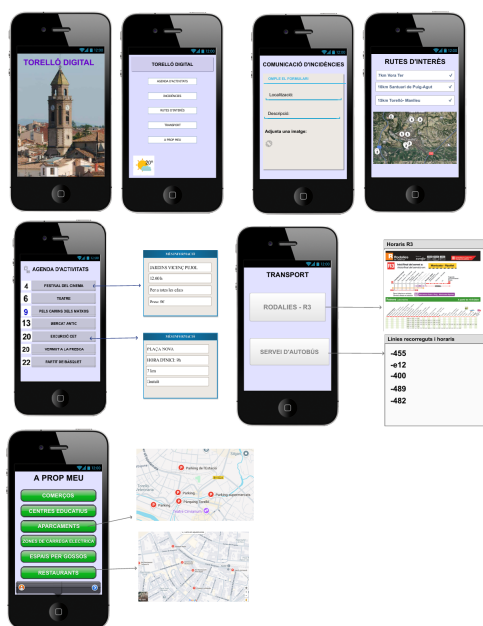


Fig. 2: Captures de pantalla del disseny proposat

3.4 Estructuració de la App

Breu explicació de l'estructura del projecte que permet entendre millor com està organitzat el codi d'una aplicació típica desenvolupada amb Ionic i Angular.

Tal com es mostra a la figura 3, l'aplicació es compon de diferents carpetes i fitxers, cadascun amb una funció específica dins del funcionament global del sistema.

- `.angular`: configuracions internes d'Angular CLI.
- `.vscode`: configuracions específiques per a l'editor Visual Studio Code.
- `node_modules`: carpeta generada automàticament on es guarden totes les dependències (llibreries) instal·lades via npm. No es toca manualment. [9]
- `public`: Conté recursos públics (imatges, fitxers, etc.) que poden estar disponibles directament a l'usuari. No sempre s'utilitza molt en projectes Angular/Ionic.
- `src`: La carpeta més important del projecte: conté tot el codi font de l'aplicació.

- `app`: Conté els components, pàgines i serveis de l'aplicació. Aquí és on es desenvolupen les funcionalitats principals.
- `assets`: Recursos estàtics com imatges, icones, fitxers JSON o altres arxius que es poden utilitzar dins de l'app.
- `environments`: Fitxers de configuració per diferents entorns (development, production). Permet definir URLs, claus API, etc. segons on s'executi l'app.
- `theme`: Estils globals (colors, tipografies, variables SCSS) que afecten tota l'aplicació. És molt útil per personalitzar l'aspecte visual de manera centralitzada.

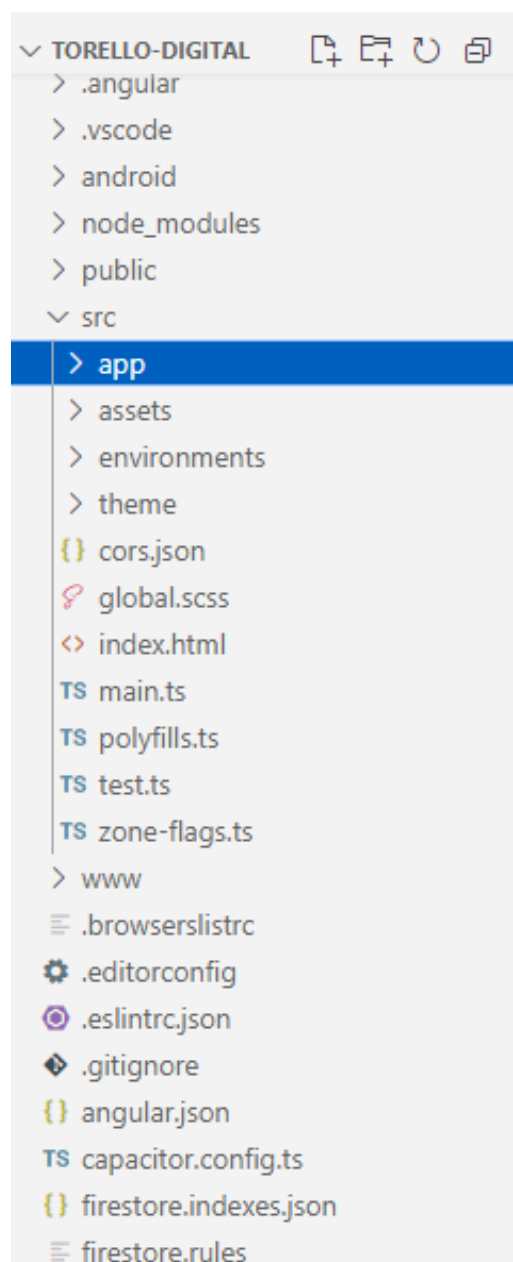


Fig. 3: Captura de pantalla de l'estructura de la APP

4 RESULTATS

4.1 Desenvolupament tècnic i funcionalitats

L'aplicació *Torelló Digital* ofereix un conjunt de funcionalitats pensades per millorar la comunicació i la interacció entre la ciutadania i el municipi. Aquestes funcionalitats combinen accessibilitat, utilitat pràctica i integració amb serveis externs. A continuació es descriuen les més destacades, juntament amb fragments de codi que exemplifiquen la seva implementació.

- **Mostrar data i hora en temps real:** La pantalla principal de l'aplicació mostra de manera destacada la data i l'hora actuals, actualitzades en temps real. Aquesta funcionalitat proporciona a l'usuari una referència immediata del moment present en obrir l'app. Tot i ser aparentment simple, permet mostrar una interfície activa i contextualitzada, i demostra l'ús de manipulació d'objectes temporals i renderitzat dinàmic dins del component.

El codi següent mostra com s'ha implementat:

```
1 ngOnInit() {
2   this.actualitzarDataHora();
3   setInterval(() => this.
4     ↳ actualitzarDataHora(), 1000);
5 }
6 actualitzarDataHora() {
7   const ara = new Date();
8
9   this.dataActual = ara.
10    ↳ toLocaleDateString('ca-ES', {
11      weekday: 'long',
12      day: 'numeric',
13      month: 'long',
14      year: 'numeric'
15    });
16   this.horaActual = ara.
17    ↳ toLocaleTimeString('ca-ES', {
18     hour: '2-digit',
19     minute: '2-digit',
20     second: '2-digit'
21   });
22 }
```

Listing 1: Actualització automàtica de data i hora

Aquest codi assegura que la informació de data i hora es mostri en català i es refresqui cada segon automàticament. La informació es vincula a la plantilla `panell.page.html`:

```
1 <div class="temps-data">
2   <div class="data-hora">
3     <h2>{{ dataActual }}</h2>
4     <h1>{{ horaActual }}</h1>
5   </div>
```

Listing 2: Div destacat dins la plantilla

- **Mostrar el temps actual:** La següent funció mostra com s'obtenen les dades del temps mitjançant una crida a l'API d'OpenWeather. S'utilitza un servei extern (WeatherService) per fer la petició i es recuperen

valors com la temperatura, la descripció del temps i la icona corresponent, que després s'enllacen a la interfície visual de l'usuari.

```
1 constructor(private weatherService:
2   ↳ WeatherService) {}
3
4 ngOnInit() {
5   this.weatherService.getWeather(42.046,
6     ↳ 2.266).subscribe((data: any)
7     ↳ => {
8     this.temperatura = data.main.temp;
9     this.descripcio = data.weather[0].
10      ↳ description;
11     this.iconUrl = 'https://
12      ↳ openweathermap.org/img/wn/${
13      ↳ data.weather[0].icon}@2x.png
14      ↳ `;
15   });
16 }
```

Listing 3: Obtenció de dades meteorològiques via API OpenWeather

- **Geolocalització i interacció amb mapes:** A través de Leaflet, es mostra un mapa centrant-se inicialment a Torelló, amb la possibilitat de sol·licitar la geolocalització de l'usuari i afegir marcadors personalitzats. Aquesta funcionalitat és clau per oferir una experiència geoespacial contextualitzada. [10]

```
1 initMap() {
2   this.map = L.map('mapa').setView
3     ↳ ([42.045, 2.263], 14);
4
5   L.tileLayer('https://{s}.tile.
6     ↳ openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.
7     ↳ png', {
8     attribution: 'Map data
9     ↳ OpenStreetMap contributors'
10   }).addTo(this.map);
11 }
12
13 getUserLocation() {
14   if (!navigator.geolocation) {
15     alert('Geolocalització no est
16     ↳ suportada pel navegador.');
```

Listing 4: Inicialització de mapa Leaflet i geolocalització de l'usuari

Per representar punts d'interès, es defineixen objectes amb coordenades i informació contextual. Aquests es poden iterar i mostrar al mapa amb icones específiques.

- **Formulari per informar de problemes:** L'app inclou un formulari senzill i accessible perquè els usuaris puguin comunicar incidències al municipi.

```
1 alert('Incidència enviada correctament
2   ↳ !');
3 this.form.reset();
4 this.imatgePreview = null;
5 this.imatgeArxiu = null;
```



```

5 } catch (error) {
6   console.error('Error en enviar:',
7     ↪ error);
8   alert('Error en enviar la incidència.
9     ↪ Torna-ho a provar.');
```

Listing 5: Gestió d'enviament d'incidència amb alertes i reinici del formulari

Com es mostra al codi un cop l'usuari envia una incidència mitjançant el formulari, el sistema mostra un missatge de confirmació, reinicia el formulari i esborra possibles imatges adjuntes. Si es produeix un error, es notifica amb una alerta clara.

- **Descàrrega de PDF's:** L'aplicació permet accedir a documents municipals, com ara horaris de transport públic o informació útil per als ciutadans, en format PDF. Aquests arxius estan allotjats dins el projecte (carpeta assets/) i es poden descarregar fàcilment al dispositiu de l'usuari amb un sol clic.

Aquesta funcionalitat és especialment útil per consultar informació sense connexió o per a col·lectius que prefereixen formats imprimibles.

```

1 <ion-button expand="block" class="boto-
2   ↪ pdf" href="assets/R3.pdf"
3   ↪ download>
4   Descarrega horaris (PDF)
5 </ion-button>
```

Listing 6: Botó per descarregar horaris de tren en format PDF

Es fa ús d'un botó de tipus ion-button amb l'atribut download, que permet a l'usuari baixar el fitxer al seu dispositiu sense sortir de l'aplicació.

4.2 Visualització de la App

Per portar l'aplicació a entorns mòbils, s'ha emprat Capacitor, la tecnologia de Ionic que permet compilar el projecte per a plataformes natives, juntament amb Android Studio per generar el fitxer APK necessari per a la instal·lació en terminals Android.

Un cop creat aquest fitxer, s'ha instal·lat en un dispositiu físic amb el sistema operatiu Android per tal de mostrar-ne el funcionament real. L'aplicació presenta una interfície gràfica clara, accessible i orientada a l'usuari, amb una estructura basada en set pantalles principals. Aquestes pantalles cobreixen les funcionalitats essencials de la PWA i proporcionen un accés ràpid a la informació i serveis municipals. A continuació es detalla la visualització de cada una d'aquestes pantalles:

Com es pot observar a la figura 4, la *Pantalla inicial* actua com a splash screen o introducció per donar la benvinguda als usuaris. Conté el títol "TORELLÓ DIGITAL" i el text de benvinguda "Benvingut", sobre impressionats a una imatge de fons del municipi de Torelló, on s'observen edificis, teulades i el campanar. Aquesta primera pantalla



Fig. 4: Captura de pantalla de la pàgina d'inici i panell principal.

reforça la identitat visual i el caràcter local de l'aplicació, transmetent proximitat i pertinença territorial des del primer moment. Aquesta pantalla es manté durant 3 segons i després s'obre directament el *panell principal*, on es centralitza l'accés a les funcionalitats més importants de l'aplicació.

A la part superior, es mostra la data i hora actuals amb actualització en temps real, seguides de la informació meteorològica del municipi (temperatura, icona representativa i estat general, com ara "Nuvolositat Variable"). Aquesta secció és dinàmica i s'obté a través d'una API meteorològica externa. S'hi presenten cinc botons amb icones i etiquetes clares per a la navegació: *Agenda*, *incidències*, *rutes*, *transport* i *a prop meu*. En cada un d'aquests botons s'accedeix a les següents pantalles. Aquesta distribució funcional facilita una experiència d'usuari intuïtiva i directa, pensada especialment per a dispositius mòbils.

L'*agenda d'activitats* es presenta en un format de targetes verticals, cadascuna corresponent a un esdeveniment concret. Les targetes inclouen informació com la data, horari, ubicació, descripció i cost (si n'hi ha). A més, incorporen una imatge associada a l'activitat per millorar-ne la identificació visual. Aquest apartat permet als usuaris mantenir-se informats de les propostes culturals del municipi de manera clara i estructurada.

En el mòdul de *comunicació d'incidències* es fomenta la participació ciutadana permetent als veïns reportar desperfectes o incidències a l'espai públic. El formulari inclou els següents camps:

- Nom i cognoms de la persona que reporta.
- Localització exacta del problema.
- Descripció de la incidència.



Fig. 5: Captura de pantalla del mòdul agenda i incidències.

- Adjuntar imatge, amb previsualització immediata de la fotografia seleccionada.

El formulari integrat dins de l'aplicació compta amb un sistema de validació de camps obligatoris. Aquesta funcionalitat assegura que l'usuari introdueixi tota la informació necessària abans de permetre l'enviament del formulari. En cas que algun dels camps essencials estigui buit o incomplet, el sistema impedeix l'enviament automàticament. Quan això passa, l'aplicació mostra un missatge d'alerta visual informant l'usuari que cal completar tots els camps per continuar. Aquesta validació es fa en temps real, just en el moment de prémer el botó d'enviament, i evita que s'enviïn formularis amb dades errònies o incompletes, millorant així la qualitat de la informació recollida i la seva gestió posterior.

Un cop tots els camps han estat correctament emplenats, les dades del formulari s'envien i es guarden automàticament a la base de dades de Firebase. Aquest sistema permet accedir i consultar totes les incidències registrades de manera centralitzada, segura i escalable.

Finalment, el botó "ENVIAR" permet remetre la informació als serveis municipals corresponents. Aquesta funcionalitat afavoreix la detecció i gestió eficient de problemes urbans.

La secció de *rutes* (figura 6) mostra un mapa interactiu generat amb Leaflet, on es representen diferents rutes naturals o del municipi. Les rutes es mostren dibuixades sobre el mapa amb línies de color blau, i hi ha icones de marcador que assenyalen l'inici i final de l'excursió. Aquestes s'exporten en format .gpx i els punts destacats amb marcadors (L.marker), cadascun amb un popup informatiu. En fer clic sobre aquests marcadors, es desplega informació rellevant sobre cada ruta, com el nom del recorregut, la distància total i un enllaç directe per començar a seguir-la al Wikiloc.

El mòdul *transport públic* presenta, de forma clara i es-

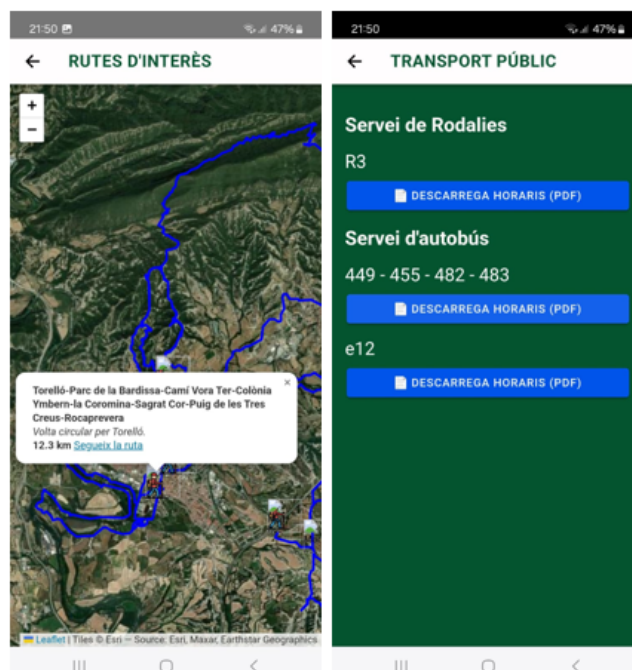


Fig. 6: Captura de pantalla del mòdul rutes i transport públic.

tructurada, la informació sobre els serveis de tren i autobús disponibles a Torelló. Es divideix en dues parts:

- Servei de Rodalies: Es mostra la línia R3, que connecta Torelló amb altres municipis mitjançant tren.
- Servei d'autobús: S'inclouen diverses línies com ara la 449, 455, 482, 483 i la e12.

Cada servei disposa d'un botó destacat que permet descarregar els horaris en format PDF, facilitant l'accés a la informació encara que l'usuari no disposi de connexió a Internet en un moment donat. Aquesta pantalla millora l'accessibilitat al transport públic i fomenta l'ús de la mobilitat sostenible.

La figura 7, *A prop meu* és l'última pantalla presentada en aquesta secció que incorpora una funcionalitat de geolocalització dinàmica, mostrant un mapa interactiu del municipi amb diferents punts d'interès, al voltant de l'usuari. Mitjançant filtres (com "Tots", "Comerços", "Restaurants", "Centres educatius", "Aparcaments" i "Altres espais"), es poden visualitzar únicament les categories que interessen en cada moment.

Cada punt del mapa està representat amb una icona diferenciada segons el tipus d'establiment o servei, i en fer clic sobre qualsevol d'ells, apareix un petit cartell amb el nom del lloc (per exemple, Institut Cirvianum de Torelló). Aquesta funcionalitat facilita la descoberta de serveis, comerços i equipaments propers, millorant l'experiència urbana i la proximitat a la ciutadania.

Quan l'usuari accedeix per primera vegada a la secció "A prop meu", l'aplicació activa automàticament el sistema de geolocalització. En aquest moment, es mostra una sol·licitud de permís per accedir a la ubicació actual del dispositiu. Aquesta petició es realitza mitjançant l'API

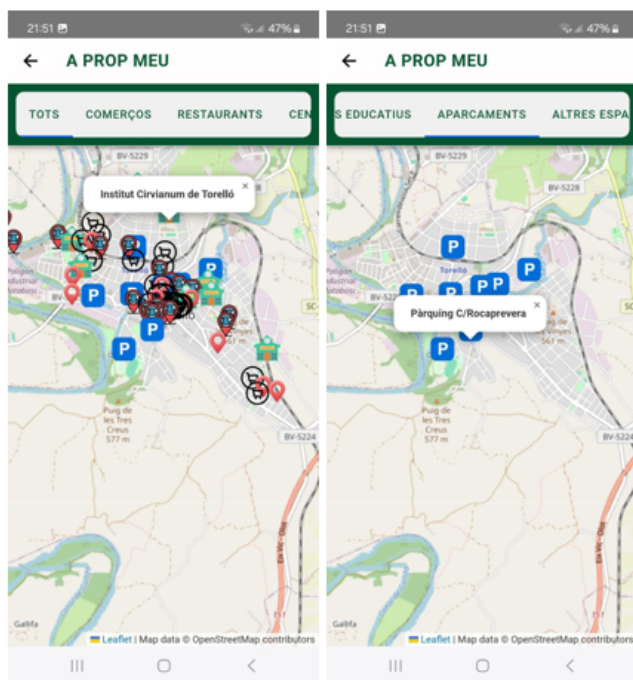


Fig. 7: Captura de pantalla del mòdul a prop meu.

de Geolocation de Capacitor, que permet obtenir les coordenades geogràfiques del dispositiu de manera segura i compatible amb múltiples plataformes.

Si l'usuari accepta concedir aquest permís, el mapa se centra automàticament en la seva ubicació actual, mostrant els punts d'interès més propers com comerços, restaurants o equipaments públics, segons el filtre seleccionat. Aquesta funcionalitat permet personalitzar la visualització en funció del context real de l'usuari i ofereix una experiència més contextual i útil.

En canvi, si l'usuari rebutja el permís de geolocalització, l'aplicació manté el mapa centrat en una ubicació per defecte (el centre de Torelló), però sense mostrar la posició exacta de l'usuari. D'aquesta manera, es respecta la privacitat mentre es manté l'accessibilitat a la informació del municipi.

La interfície d'usuari de l'aplicació ha de ser capaç d'adaptar-se correctament a tota mena de dispositius. És per això que Torelló Digital s'ha dissenyat tenint en compte la responsivitat, amb l'objectiu que el seu contingut es mostri de manera òptima en qualsevol mida de pantalla, tant en dispositius mòbils com en tauletes o ordinadors com es mostra a la següent imatge.

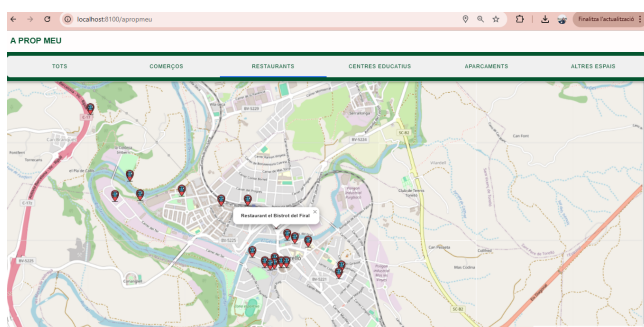


Fig. 8: Captura de pantalla en web.

D'aquesta manera es garanteix que l'aplicació proporcioni una experiència d'usuari òptima, sigui quin sigui el dispositiu des del qual s'hi accedeixi.

5 DISCUSSIÓ

El desenvolupament de l'aplicació Torelló Digital ha estat un exercici pràctic de gran valor acadèmic i social, que ha permès posar en pràctica els coneixements adquirits en matèria de ciutats intel·ligents, desenvolupament web i aplicacions mòbils híbrides. A més de ser un projecte tècnicament exigent, ha estat una oportunitat per reflexionar sobre com les eines digitals poden contribuir a transformar el funcionament d'un municipi petit, en clau d'innovació social, participació ciutadana i governança oberta.

Els objectius marcats inicialment s'han assolit de manera satisfactòria: s'ha desenvolupat una aplicació funcional, amb una arquitectura escalable, accessible i adaptada a dispositius mòbils, que integra dades en temps real, geolocalització i canals de comunicació bidireccionals entre ciutadania i institucions.

Tot i això, el procés no ha estat exempt de reptes i limitacions tècniques. En primer lloc, la integració amb Firebase ha presentat dificultats puntuals, especialment en la càrrega i sincronització correcta de dades. Aquestes incidències, probablement derivades de configuracions de permisos o de la gestió de seguretat, no han impedit el funcionament de l'aplicació en entorns controlats, però evidencien la necessitat d'una optimització futura si es vol escalar el projecte a entorns reals i oberts.

Un altre aspecte a millorar és el mòdul de rutes, que tot i mostrar recorreguts en format .gpx, genera dificultats de llegibilitat quan se'n visualitzen diversos alhora, especialment en dispositius amb pantalles reduïdes. Una possible línia de millora seria la incorporació de sistemes de mapes més avançats, com Mapbox o Google Maps, que permetrien una personalització més granular de l'experiència visual. De manera similar, en el mòdul de l'agenda d'activitats, una funcionalitat futura molt interessant seria la possibilitat de comprar entrades o reservar plaça directament des de l'aplicació.

Una de les línies d'evolució amb més potencial del projecte és la integració de dades urbanes en temps real, especialment en els àmbits de la mobilitat i l'estacionament. Si els autobusos municipals o interurbans estiguessin equipats amb sensors de geolocalització o sistemes de seguiment GPS, es podria mostrar a l'app la seva posició en temps real sobre el mapa, els temps estimats d'arribada i possibles incidències en la ruta. De la mateixa manera, si els aparcaments públics del municipi estiguessin monitoritzats amb sensors d'ocupació, es podria oferir informació actualitzada sobre les places disponibles. Això facilitaria enormement la mobilitat dins del poble i reduiria el temps perdut en la cerca d'aparcament, afavorint la sostenibilitat i l'eficiència urbana.

Pel que fa a la interfície gràfica, aquesta ha evolucionat notablement durant el desenvolupament. Tot i haver

aconseguit un disseny coherent, intuïtiu i funcional, hi ha marge per millorar elements com l'ús d'icones pròpies, transicions animades suaus i la implementació completa del mode fosc. Són detalls que, tot i no ser essencials per a la funcionalitat, contribueixen de manera decisiva a la qualitat percebuda de l'aplicació per part de l'usuari.

Una part fonamental del projecte ha estat la validació preliminar amb usuaris reals. En les darreres fases de desenvolupament, es van fer proves d'usabilitat amb un grup reduït de persones voluntàries del municipi, incloent-hi familiars, amics i veïns de diferents edats. Aquestes persones van provar l'aplicació en dispositius propis (telèfons Android i navegadors web) i van realitzar accions com consultar l'agenda, informar d'incidències o explorar rutes. Els comentaris recollits han estat molt valuosos per ajustar aspectes com la mida del text, la claredat de les icones o la fluïdesa de la navegació.

Aquestes primeres proves han demostrat que l'aplicació és intuïtiva i funcional per a usuaris amb diferents perfils tecnològics, incloent-hi persones no acostumades a utilitzar eines digitals. També han obert la porta a millores orientades a la inclusivitat, com per exemple l'adaptació per a persones amb dificultats visuals o la creació de seccions específiques per a col·lectius com infants, persones novvingudes o la gent gran.

Més enllà dels aspectes tècnics i de validació, cal destacar el valor del projecte com a instrument de transformació local. Torelló Digital ha estat concebut com una eina modular i escalable, amb capacitat per créixer i evolucionar en funció de les necessitats reals del territori. També s'obre la possibilitat d'incorporar nous mòduls orientats a la recollida selectiva, la mobilitat sostenible, la participació veïnal o fins i tot un panell d'administració web per tècnics municipals.

En definitiva, Torelló Digital s'ha demostrat com una proposta realista, útil i amb un alt potencial d'impacte social, que entén la tecnologia no com un fi en si mateix, sinó com un mitjà per connectar millor persones, serveis i institucions. El projecte marca un primer pas cap a una transformació digital municipal alineada amb els valors de les smart villages, i deixa oberta la porta a un camí de continuïtat i creixement col·laboratiu.

6 CONCLUSIONS

El projecte Torelló Digital ha demostrat que és viable, útil i necessari desenvolupar eines digitals híbrides que apropin les institucions públiques a la ciutadania en municipis de mida mitjana i petita. L'aplicació desenvolupada compleix amb els objectius marcats: centralitzar informació rellevant, facilitar la comunicació bidireccional i oferir una experiència accessible i moderna per a qualsevol classe d'usuari.

No obstant això, la importància real del projecte no rau només en la seva implementació tècnica, sinó en el seu potencial transformador. Aquest TFG representa la primera pedra d'un projecte ambiciós, obert i escalable, que pot esdevenir un veritable eix digital per a la cohesió comunitària.

Les primeres proves amb usuaris reals (amics, familiars i veïns de diverses edats) han servit per validar la idea i detectar punts de millora, però això només ha estat el primer pas. A partir d'aquí, es planteja impulsar una fase de test amb col·lectius més amplis i específics, com ara:

- Persones amb diversitat funcional, amb adaptacions d'accessibilitat cognitiva i visual.
- Infants i adolescents, amb un espai educatiu gamificat sobre el municipi.
- Persones grans, amb accés simplificat a serveis públics i cultura local.
- Nouvinguts, amb informació multilingüe i contextualitzada per a la seva integració.
- Veïns i veïnes compromesos amb la sostenibilitat, amb mòduls de recollida selectiva, mobilitat verda i rutes ecològiques.
- Entitats i associacions locals, que podrien gestionar activitats o incidir directament en la plataforma.

A més, la proposta contempla el desenvolupament d'un panell d'administració web per a l'Ajuntament, que permeti gestionar incidències, publicar activitats o consultar estadístiques en temps real. Això consolidaria l'aplicació com una eina oficial de gestió i participació ciutadana.

També es podria integrar un sistema de notificacions push, autenticació d'usuaris, inscripcions a esdeveniments i canals de participació directa (com enquestes o pressupostos participatius). Aquestes funcionalitats permetrien fer créixer l'app en complexitat i valor afegit, tot mantenint-ne la senzillesa d'ús.

Finalment, l'eina ha estat dissenyada per ser replicable i escalable. El model de Torelló Digital podria adaptar-se fàcilment a altres municipis que comparteixen reptes semblants: manca de centralització informativa, dificultats de participació ciutadana, dispersió digital i escassa interacció directa amb les institucions locals.

Municipis propers com Sant Vicenç de Torelló, Sant Pere de Torelló, o altres poblacions de la comarca, podrien adoptar una versió personalitzada de l'aplicació, amb una estructura comuna però continguts i serveis adaptats a la seva realitat. A més, la iniciativa es podria coordinar a escala supramunicipal amb la col·laboració del Consorci de la Vall del Ges, Orís i Bisaura, cosa que permetria compartir recursos tecnològics, promoure la cohesió territorial i avançar cap a una estratègia digital conjunta de territori intel·ligent.

En resum, aquest treball no és un final, si no l'inici d'un projecte viu, amb arrels al territori i mirada de futur. Torelló Digital aspira a convertir-se en un exemple de digitalització comunitària, on la tecnologia no substitueix, sinó connecta, empodera i enforteix la vida local. La seva evolució només dependrà de la voluntat col·lectiva per continuar caminant cap a un poble més intel·ligent, més proper i més humà.

AGRAÏMENTS

Vull expressar el meu agraïment a totes les persones que han fet possible aquest projecte. En primer lloc, al meu tutor, Remo Suppi Boldrito, pel seu suport tècnic i la seva orientació al llarg del desenvolupament del treball.

També vull donar les gràcies a familiars, amics i veïns de Torelló que han participat en les proves d'ús, aportant comentaris valuosos i motivació contínua.

De manera especial, agraeixo el suport i l'afecte incondicional dels meus pares, que han estat al meu costat en tot moment i han cregut en aquest projecte des del primer dia.

Finalment, agraeixo el suport de la Universitat Autònoma de Barcelona i del grau en Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles, que m'han proporcionat les eines i el marc per portar aquesta idea a la realitat.

REFERÈNCIES

- [1] Anthopoulos, L. (2022). *Smart cities and smart villages research*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264>
- [2] Iberdrola. *Smart village: qué es un pueblo inteligente*. <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-village-pueblos-inteligentes>
- [3] European Network for Rural Development (2023). *Smart Village Portal* <https://ec.europa.eu/enrd/index.html>
- [4] Interaction Design Foundation. *What is User-Centered Design?* <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>
- [5] IMMUNE Institute. (2023). *¿Qué es una PWA? Progressive Web App*. <https://immune.institute/blog/ques-es-pwa/>
- [6] Ionic. *Framework Oficial Documentation* <https://ionicframework.com/docs>
- [7] Openweather. *Weather API Documentation* <https://openweathermap.org/>
- [8] Google. *Firebase Documentation* <https://firebase.google.com/docs>
- [9] Digital Ocean (2020). *Cómo usar módulos Node.js con npm y package.json* <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-use-node-js-modules-with-npm-and-package-json-es>
- [10] Leaflet (2025). *Leaflet.js Documentation* <https://leafletjs.com/>
- [11] Dot, F. (2025). *Repositori de l'Aplicació* <https://github.com/francescadot/torello-digital.git>

APÈNDIX

A.1 Aplicació



