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

Brich Pose, Pol. *Desenvolupament d'un Sistema de Predicció Esportiva Basat en Reinforcement Learning amb Visualització Web*. Treball de Final de Grau (Universitat Autònoma de Barcelona), 2026 (Enginyeria Informàtica)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/334470>

under the terms of the  license.

Desenvolupament d'un Sistema de Predicció Esportiva Basat en Reinforcement Learning amb Visualització Web

Pol Brich Pose

Resum—Les competicions Fantasy com LaLiga Fantasy requereixen prendre decisions constants sobre alineacions i fitxatges basant-se en múltiples fonts d'informació. Actualment, la majoria d'usuaris utilitzen consultes manuals a webs d'estadístiques, notícies esportives i criteris personals, fet que pot provocar errors, manca de coherència en les decisions i dificultat per comparar jugadors.

Aquest projecte proposa el desenvolupament de fantasIA, una aplicació web que integra dades de jugadors i partits i aplica models d'intel·ligència artificial per predir el rendiment esperat dels jugadors en cada jornada. El sistema proporcionarà eines com comparador de jugadors, prediccions per partit, rànquings per posició i recomanació d'onze ideal.

L'objectiu és millorar la presa de decisions dels usuaris mitjançant l'ús de dades centralitzades i models predictius, facilitant una visualització clara i intuïtiva de la informació rellevant abans de cada jornada.

Paraules clau—Fantasy Football, Intel·ligència Artificial, Reinforcement Learning, Predicció esportiva, Aplicacions web.

Abstract—Fantasy competitions such as LaLiga Fantasy require users to constantly make decisions regarding lineups and player transfers based on multiple sources of information. Currently, most users rely on manual searches through statistics websites, sports news, and personal intuition, which can lead to inconsistent decisions and difficulties when comparing players.

This project proposes the development of fantasIA, a web application that integrates player and match data and applies artificial intelligence models to predict the expected performance of players in each matchday. The system will provide features such as player comparison tools, match predictions, positional rankings, and a recommended optimal lineup.

The goal of this project is to improve decision-making in Fantasy competitions by centralizing relevant information and applying predictive models, while presenting the results through a clear and intuitive visualization interface.

Index Terms—Fantasy Football, Artificial Intelligence, Reinforcement Learning, Sports Prediction, Web Application.



1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

En els darrers anys, el fantasy football [1] s'ha convertit en una de les formes més populars d'interacció digital amb el futbol. Aquest tipus de plataformes permeten als usuaris crear equips virtuals formats per jugadors reals i obtenir punts en funció del rendiment que aquests jugadors tenen en els partits oficials. Les puntuacions es calculen a partir de diferents estadístiques dels futbolistes, com gols, assistències, minuts jugats, targetes o accions defensives, fet que converteix el joc en una experiència estratègica basada en l'anàlisi de dades esportives. Aquest model ha crescut molt en els últims anys i actualment compta amb milions de participants arreu del món, convertint-se en una indústria digital molt important dins del sector Esportiu.

Es competicions de tipus Fantasy, com LaLiga Fantasy,

s'han convertit en entorns on l'anàlisi de dades i la presa de decisions ràpida és fonamental per obtenir bons resultats. En cada jornada els usuaris han de decidir quins jugadors alinear, quins fitxar o quins deixar fora de l'equip.

Aquestes decisions es basen en informació molt diversa com estadístiques històriques, estat de forma dels jugadors, dificultat dels rivals o notícies esportives. Tot i això, aquesta informació es troba habitualment dispersa en diferents fonts i requereix una interpretació manual per part de l'usuari.

Aquesta situació pot provocar diversos problemes: pèrdua d'informació rellevant, dificultat per comparar jugadors de diferents equips o posicions i una elevada dependència de la intuïció personal.

Per donar resposta a aquesta problemàtica es planteja el desenvolupament d'una aplicació web anomenada **fantasIA** que integri dades esportives i utilitzi models d'intel·ligència artificial per predir el rendiment dels jugadors.

-
- E-mail de contacte: 1671829@uab.cat
 - Menció realitzada: Computació / Enginyeria del Software
 - Treball tutoritzat per: Carles Sanchez Ramos (Computació)
 - Curs 2025/26

2 ESTAT DE L'ART

Entre les plataformes fantasy més utilitzades hi ha aplicacions com Comunio [2], LaLiga Fantasy [3] i Biwenger [4]. Aquestes plataformes permeten als usuaris gestionar equips virtuals, comprar i vendre jugadors en un mercat, decidir alineacions cada jornada i competir amb altres participants en lligues privades o públiques. El sistema de puntuació és un element clau d'aquest tipus de jocs, ja que determina el valor de cada jugador segons el seu rendiment real al camp. En plataformes com LaLiga Fantasy, els punts es calculen utilitzant estadístiques oficials del partit segons el seu reglament, mentre que sistemes com WhoScored [5] o FotMob [6] incorporen mètriques més avançades per valorar accions que no sempre apareixen a les estadístiques tradicionals, com recuperacions de pilota, passades clau o participació en jugades de gol. Aquest tipus de puntuació més detallada permet reflectir millor el rendiment global dels futbolistes dins del joc fantasy.

A més de les plataformes principals, també existeixen eines especialitzades que ajuden els usuaris a analitzar dades i millorar les seves decisions dins del joc. Un exemple és FutbolFantasy [7], una web molt utilitzada pels jugadors de fantasy que proporciona informació sobre possibles alineacions, lesions, sancions i estadístiques dels jugadors. Aquest tipus de pàgines ofereixen prediccions sobre quins futbolistes poden jugar cada jornada i permeten analitzar el rendiment dels equips per ajudar els usuaris a planificar les seves alineacions.

Altres webs com Mundo Deportivo Fantasy [8] o AS Fantasy [9] també ofereixen informació sobre notícies esportives, estadístiques avançades o comparacions entre jugadors per ajudar els usuaris a escollir millor la seva alineació abans de cada jornada.

En els últims anys també s'ha començat a aplicar intel·ligència artificial i anàlisi avançada de dades dins del fantasy football. Projectes com FantasyPL [10] o estudis acadèmics com el de Bunker i Thabtah (2019) [11] utilitzen models d'aprenentatge automàtic per analitzar grans quantitats de dades esportives, com estadístiques de partits, forma dels jugadors o historial de rendiment, amb l'objectiu de predir la puntuació que pot obtenir un futbolista en jornades futures. Aquests sistemes poden generar recomanacions automàtiques sobre quins jugadors fitxar, a qui alinear o quines decisions estratègiques poden augmentar la puntuació total de l'equip. Eines actuals com FFScout [12] o FantasyFootballFix [13] ja utilitzen aquests sistemes per analitzar dades i optimitzar alineacions o decisions dins de les lligues fantasy.

Tot i la gran quantitat de plataformes i eines disponibles, moltes d'elles encara presenten limitacions importants. En molts casos la informació es troba dispersa entre diferents webs, les eines d'anàlisi no estan integrades dins del joc i els usuaris han de consultar diverses fonts abans de prendre decisions. Davant d'aquestes limitacions, el present projecte planteja el desenvolupament de fantasIA, una aplicació que es descriu detalladament a l'apartat 2

(Objectius del projecte).

3 OBJECTIUS DEL PROJECTE

3.1 Objectiu Principal

L'objectiu principal del projecte és desenvolupar i implantar una aplicació web anomenada fantasIA per a LaLiga Fantasy que, mitjançant la integració de dades i models d'intel·ligència artificial, faciliti la presa de decisions dels usuaris. L'aplicació oferirà prediccions per partit, comparació de jugadors, classificacions per posició i recomanació d'un onze ideal, garantint una representació clara i estructurada de la informació abans de cada jornada.

3.2 Sub-objectius

Per assolir l'objectiu principal, es defineixen els següents objectius específics que articulen el desenvolupament del projecte:

- Desenvolupament d'un backend robust: Implementar un sistema de recollida i processament de dades que integri fonts d'informació històrica i en temps real, assegurant la seva qualitat i disponibilitat per a la resta de mòduls de l'aplicació.
- Construcció d'un frontend intuïtiu i responsiu: Dissenyar i desenvolupar una interfície d'usuari que garanteixi una experiència òptima, permetent una navegació fluida i una interpretació clara de les dades a través de diferents visualitzacions (per partit, per posició, comparatives, etc.).
- Implementació d'un agent intel·ligent: Crear un nucli computacional basat en Reinforcement Learning capaç d'aprendre una política òptima de selecció de jugadors. Aquest agent considerarà el rendiment esperat, les restriccions pressupostàries i les sancions per maximitzar la puntuació acumulada al llarg de la temporada.
- Integració contínua i desplegament complet (CI/CD): Establir un pipeline automatitzat per al desplegament de l'aplicació en un entorn cloud, garantint que estigui operativa, actualitzada i disponible per als usuaris abans de cada jornada de LaLiga.

3.3 Sub-objectius tècnics

- Per assolir l'objectiu principal, es defineixen els següents sub-objectius tècnics:
- Digitalitzar i centralitzar la recollida de dades: Substituir la consulta manual dispersa (diverses webs, estadístiques, anotacions pròpies) per un entorn digital únic que permeti consultar i integrar dades de jugadors i partits en temps real.
- Millorar la coordinació i comunicació de la informació: Proporcionar a l'usuari diferents vistes (per partit, per posició, per comparació de

jugadors, once ideal) amb la mateixa base de dades i criteris, assegurant coherència i fàcil interpretació de la informació.

- Minimitzar l'error humà: Reduir al màxim la pèrdua d'informació rellevant o la mala interpretació de dades a través de càlculs automàtics, validacions integrades i representacions visuals clares que mostrin les probabilitats de rendiment.
- Augmentar la traçabilitat i la seguretat de les dades: Fer que totes les dades clíniques del "context Fantasy" (estadístiques, prediccions, decisions de model) estiguin correctament emmagatzemades, accessibles per a anàlisi posterior i protegides, incloent les dades dels usuaris registrats.
- Afavorir la consciència situacional: Mostrar la informació clau d'una jornada (partits, jugadors recomanats, probabilitats, once ideal) de manera que l'usuari tingui una visió global i sigui plenament conscient de l'estat dels seus jugadors i de les alternatives disponibles abans de prendre decisions.

4 METODOLOGIA

Per al desenvolupament d'aquest projecte s'ha seleccionat la metodologia en cascada (waterfall) [14], un enfocament lineal i seqüencial àmpliament utilitzat en enginyeria del software. Tot i que aquesta metodologia és habitual en projectes amb requisits ben definits des de l'inici, en aquest treball s'ha adaptat a un context individual aprofitant la seva estructura clara i ordenada per garantir una evolució controlada de l'aplicació.

Aquesta elecció es justifica per la necessitat d'afrontar el desenvolupament d'una aplicació amb diversos components tecnològics: backend per a la gestió de dades, interfície web i integració de models de predicció de rendiment. L'ús d'una metodologia seqüencial permet completar cada fase abans de passar a la següent, assegurant que cada component està prou consolidat abans d'avançar.

Les principals fases definides han estat: anàlisi de requisits, disseny de l'arquitectura, implementació, proves i desplegament. En finalitzar cada fase, es realitza una revisió amb el tutor del treball per recollir feedback i ajustar les fases posteriors si és necessari.

La planificació global del projecte s'ha estructurat mitjançant un diagrama de Gantt [15], que defineix les principals fases del treball. Per facilitar l'organització de les tasques s'utilitza un full de càlcul com a eina de seguiment, on es visualitzen les activitats en diferents estats: pendent, en progrés, en revisió i finalitzat.

En conclusió, l'ús de la metodologia en cascada adaptada a un projecte individual, combinat amb una planificació estructurada mitjançant el diagrama de Gantt el qual es pot

consultar a l'Apèndix A3, proporciona un enfocament ordenat que permet gestionar el desenvolupament de l'aplicació de manera seqüencial, incorporant feedback en els punts de control definits i assegurant l'assoliment dels objectius del projecte.

5 EINES UTILIZADES

En aquest apartat es detallen les tecnologies que s'han triat per implementar i desenvolupar el projecte de plataforma web de predicció i comparació de jugadors de futbol.

5.1 Base de dades i emmagatzematge de dades

Per a l'emmagatzematge de la informació estructurada hem combinat una base de dades relacional SQLite [16], integrada amb Django [17], amb fitxers CSV [18]. La base de dades (db.sqlite3) s'utilitza principalment per guardar informació persistent com les notícies, usuaris i altres entitats que cal gestionar des del panell d'administració de Django. En canvi, les dades dels jugadors i les seves estadístiques s'obtenen mitjançant processos de web scraping, implementats amb scripts en Python [19] que extreuen la informació de diferents fonts en línia. Aquestes dades es processen i es guarden en fitxers CSV, un format lleuger i fàcil de manipular per al model predictiu i per a les tasques d'anàlisi. Posteriorment, tant el backend de Django com el frontend poden llegir aquests CSV per mostrar les estadístiques i resultats a la interfície, mantenint així una separació clara entre la informació transaccional (a la base de dades) i els conjunts de dades massius utilitzats per al càlcul i la predicció.

5.2 Backend amb Python i Django

El desenvolupament del backend es realitza amb Python i el framework Django. Aquesta tecnologia ens permet implementar un servidor que connecta la base de dades, els fitxers CSV generats pel web scraping i l'algoritme de predicció amb la interfície d'usuari. Al backend es gestiona la lògica de negoci: autenticació d'usuaris, administració de notícies emmagatzemades a SQLite, lectura dels CSV amb dades de jugadors i dels resultats predictius i exposició d'aquesta informació mitjançant APIs. D'aquesta manera, el backend actua com a capa d'abstracció: carrega els fitxers CSV amb Python, transforma les dades si cal i les serveix al frontend en un format adequat perquè es puguin representar a la web de forma clara i actualitzada.

5.3 Frontend amb React

Per a la part visual de l'aplicació, he triat React [20]. La seva capacitat per crear aplicacions web de pàgina única (SPA) a partir de components reutilitzables i la bona gestió de l'estat fan de React una opció excel·lent per a un projecte amb múltiples pantalles com comparació de jugadors, equips ideals o pàgines informatives. React consumeix les APIs exposades pel backend de Django: a través de peticions HTTP obté tant les notícies guardades a la base de dades com les dades dels jugadors i les prediccions que el backend ha llegit i processat a partir dels fitxers CSV. S'han utilitzat HTML5 i CSS3 per al disseny i maquetació, aprofitant el sistema de components i fulls d'estil del projecte

per adaptar la interfície a diferents dispositius i resolucions.

5.4 Llibreries i biblioteques de codi

Tant en el backend com en el frontend s'han integrat diverses llibreries per optimitzar el desenvolupament. Al servidor, Django i les seves dependències (gestionades amb pip i el fitxer de requisits) proporcionen funcionalitats com el sistema d'autenticació, la gestió de models per a les notícies i altres entitats, i eines per llegir i processar fitxers CSV amb Python. Al frontend, a banda de React, s'han utilitzat paquets de l'ecosistema JavaScript (gestionats amb npm) per a la navegació entre pàgines, la gestió de context d'usuari i la integració d'elements gràfics. Aquest conjunt de llibreries permet construir interfícies interactives i adaptables, mostrant en temps gairebé real la informació rellevant sobre jugadors, equips, notícies i prediccions.

5.5 Aprenentatge per reforç amb TensorFlow (Double Q-Learning)

Per desenvolupar el model predictiu de rendiment dels jugadors, s'ha utilitzat Python juntament amb TensorFlow [21], implementant un enfocament d'aprenentatge per reforç, concretament un model de tipus Double Q-Learning (Double DQN) [22]. En una primera fase, s'executen scripts de web scraping que recullen dades dels jugadors (estadístiques de partits, minuts jugats, gols, assistències, etc.) des de fonts externes. Aquestes dades es processen (neteja de valors, normalització i selecció de variables rellevants) i es desen en fitxers CSV, que actuen com a base per construir l'"entorn" sobre el qual aprèn l'agent.

6 DESENVOLUPAMENT

El desenvolupament del projecte s'ha dut a terme seguint la planificació establerta en el diagrama de Gantt i la metodologia en cascada adaptada, completant seqüencialment cada fase des de l'anàlisi de requisits (detallats a l'Apèndix A1) fins al desplegament.

El diagrama d'arquitectura general del sistema es pot consultar a l'Apèndix A4.

6.1 Model de dades

Durant la fase inicial es va dedicar temps a comprendre en profunditat les dades necessàries per al sistema de predicció esportiva: estadístiques de jugadors, resultats històrics, jornades, partits i informació d'usuaris. Aquest procés d'anàlisi va permetre dissenyar un model de dades híbrid que combina una base de dades relacional SQLite per a dades transaccionals (com usuaris, notícies i equips personalitzats) amb fitxers CSV per a la gestió de grans volums de dades de jugadors i prediccions. L'estructura detallada de la base de dades SQLite (taules, camps i relacions) es pot consultar a l'Apèndix A5. Aquesta separació facilita l'administració eficient de la informació, mantenint un bon rendiment en les operacions més freqüents.

L'estructura de la base de dades SQLite, gestionada mitjançant Django, inclou taules per a la gestió d'usuaris, notícies, registre d'esdeveniments i la relació entre usuaris i els

jugadors desats a la funcionalitat "El Meu Equip". D'altra banda, els fitxers CSV contenen informació detallada dels jugadors, com l'identificador, nom, equip, posició, estadístiques històriques i les puntuacions de predicció generades pel model.

6.2 Backend

El desenvolupament del backend amb Python i Django s'ha completat íntegrament segons la planificació prevista, implementant una arquitectura robusta que gestiona la lògica de negoci per a l'aplicació de predicció esportiva.

Els components principals desenvolupats inclouen:

Sistema de web scraping que implementa la recollida automàtica de dades de jugadors des de fonts externes, amb processos programats per extreure estadístiques de partits, minuts jugats, gols, assistències i altres mètriques rellevants. Les dades obtingudes es netegen, normalitzen i s'emmagatzemen en fitxers CSV.

Model predictiu Double Q-Learning que implementa algorismes d'aprenentatge per reforç per estimar el rendiment futur dels jugadors. L'agent rep recompenses en funció de l'encert de les prediccions i actualitza les seves xarxes de valor per reduir el problema d'overestimation, convergint cap a una política que maximitza la puntuació esperada per a cada jugador en cada jornada.

Generació de l'onze ideal i classificacions que calcula automàticament l'equip ideal global de la jornada i el "Top per posició" (porter, defensa, migcampista, davanter), ordenant els jugadors segons la seva predicció de rendiment i assignant un codi de colors (verd, groc, vermell) per a una fàcil interpretació visual.

Desenvolupament d'endpoints d'API que cobreixen totes les operacions necessàries per a la gestió completa de jugadors, prediccions, notícies, usuaris i equips personalitzats. Aquests endpoints exposen tant les dades emmagatzemades a SQLite com els resultats llegits dels fitxers CSV.

La integració amb la base de dades SQLite s'ha implementat utilitzant el sistema ORM de Django, mantenint la integritat de les dades d'usuaris i notícies. S'ha desenvolupat repositoris per a consultes complexes i s'ha optimitzat la lectura dels fitxers CSV per garantir un accés ràpid a la informació durant les operacions de predicció.

Durant el procés de desenvolupament es va decidir mantenir els fitxers CSV com a sistema principal d'emmagatzematge per a les dades massives de jugadors, aprofitant la seva lleugeresa i facilitat de manipulació per part del model predictiu implementat amb TensorFlow.

6.3 Frontend

El desenvolupament del frontend s'ha dut a terme mitjançant React, creant una aplicació web de pàgina única (SPA) accessible des de diferents dispositius i resolucions gràcies

al seu disseny responsiu. La interfície s'ha concebut amb l'objectiu de facilitar la presa de decisions ràpides abans de cada jornada, prioritzant una distribució clara i intuïtiva de la informació. Pel que fa a la implementació, s'han desenvolupat múltiples pantalles interconnectades i components personalitzats com targetes de jugador, gràfics de rendiment i sistemes de filtratge que es reutilitzen al llarg de l'aplicació per garantir la coherència visual i optimitzar el manteniment del codi.

La pantalla principal, o Dashboard, presenta una visió integral de la jornada actual, en la qual es mostren tant els partits programats com els jugadors més rellevants, acompanyats de les respectives prediccions de rendiment. Aquestes prediccions es representen mitjançant una codificació cromàtica i indicadors visuals que classifiquen els jugadors en les categories recomanat o no recomanat, la qual cosa facilita una interpretació ràpida i intuïtiva de les dades. Aquesta interfície permet a l'usuari accedir de manera àgil i directa a la informació més estratègica, sense necessitat de realitzar cerques addicionals en altres seccions de l'aplicació (vegeu Figura 1).

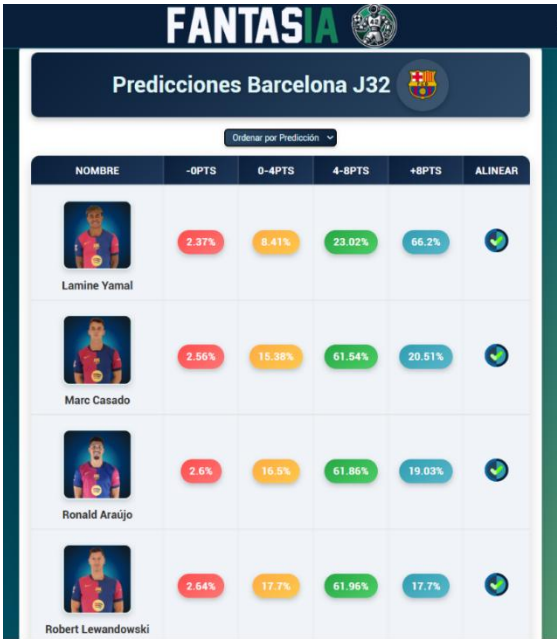


Figura 1: Finalització de la intervenció

La pantalla de comparació de jugadors permet a l'usuari seleccionar diversos futbolistes i visualitzar de manera clara i objectiva quina és l'opció més favorable segons el model predictiu implementat. Aquesta funcionalitat es complementa amb representacions gràfiques que mostren les diferències en les prediccions de rendiment entre els jugadors seleccionats, la qual cosa facilita notablement la presa de decisions estratègiques, tant en l'àmbit de fitxatges com en la configuració de l'alineació titular (vegeu Figura 2).



Figura 2: Finalització de la intervenció

La pantalla d'equip ideal mostra l'onze ideal global de la jornada, ordenat per posició, amb els jugadors recomanats i la seva puntuació prevista. Addicionalment, s'ha implementat una secció anomenada "Top per posició", que presenta els millors jugadors de cada demarcació segons el model (Figura 3).



Figura 3: Finalització de la intervenció

La pantalla "El Meu Equip" és un apartat privat accessible únicament per a usuaris registrats. Permet seleccionar i desar jugadors preferits, i genera automàticament el millor onze possible a partir d'aquests, basant-se en les prediccions del model per a la jornada actual. Aquesta funcionalitat personalitza l'experiència d'usuari i contribueix a

optimitzar la gestió de l'equip virtual (Figura 4).



Figura 4: Finalització de la intervenció

A més, s'han desenvolupat altres pantalles complementàries, com les d'inici de sessió, registre d'usuaris, perfil d'usuari, notícies i una pàgina de detall de jugador que mostra l'evolució de les seves prediccions al llarg de les jornades.

El desenvolupament de totes aquestes funcionalitats s'ha realitzat seguint la planificació establerta, complint els terminis definits. Durant el procés, s'han incorporat millores no previstes inicialment, com la visualització gràfica de l'evolució de les prediccions i l'optimització dels filtres de cerca en la comparació de jugadors.

Finalment, la gestió de l'estat de l'aplicació s'ha implementat utilitzant les capacitats natives de React, com els hooks i el context, per garantir la sincronització de dades entre totes les pantalles i assegurar la consistència de la informació durant la navegació.

6.4 Model predictiu basat en aprenentatge per reforç (Double Q-Learning)

El model predictiu s'ha implementat mitjançant l'algorisme Double Q-Learning amb TensorFlow, superant les limitacions dels mètodes clàssics i dotant l'aplicació d'una capacitat d'adaptació dinàmica. A partir de les dades històriques obtingudes via web scraping [23], es simulen episodis on l'agent pren decisions (estimació de rendiment i selecció de jugadors) i rep recompenses en funció de l'èxit. L'algorisme s'articula al voltant de la funció Q , que estima el valor esperat de prendre una acció a^* en un estat s^* : $Q(s,a) = R(s,a) + \gamma \cdot \max_a Q(s',a')$, on $R(s,a)$ és la recompensa immediata, γ és el factor de descompte i $\max_a Q(s',a')$ és el valor màxim estimat per al següent estat. L'objectiu de l'aprenentatge és minimitzar l'error entre el valor Q estimat i el valor objectiu, mitjançant la funció de pèrdua

(loss) $Loss = (Q_target - Q_principal)^2$, on $Q_target = R + \gamma \cdot Q_target(s', \arg\max_a Q_principal(s', a'))$. Aquesta formulació, pròpia del Double Q-Learning, desacobla la selecció de l'acció de la seva avaluació, reduint el problema d'overestimation del Q-Learning clàssic i estabilitzant l'aprenentatge fins a convergir cap a una política òptima que maximitza la puntuació esperada a llarg termini.

Un cop entrenat, el model genera prediccions que s'emmagatzemen en fitxers CSV, els quals el backend de Django llegeix i exposa al frontend mitjançant APIs. Així, la interfície React mostra tant les estadístiques obtingudes com les prediccions de l'agent, oferint a l'usuari una visió unificada abans de cada jornada. El model s'ha dissenyat amb arquitectura modular per facilitar futures extensions amb noves fonts de dades o variants de l'aprenentatge per reforç.

6.5 Desplegament de l'aplicació

El desplegament de l'aplicació per a producció s'ha realitzat combinant serveis de Google Cloud per al hosting i IONOS per al registre i gestió del domini. Aquest procés ha requerit adaptacions respecte a la configuració local inicial per garantir el funcionament en l'entorn de producció. En primer lloc, es va contractar el domini de l'aplicació a IONOS, una de les empreses de registre de dominis més reconegudes, que ofereix una gestió senzilla del DNS i la possibilitat d'integrar-lo amb diferents plataformes cloud. Es va adquirir un domini personalitzat per al projecte, facilitant l'accés directe dels usuaris sense necessitat de recordar adreces IP o subdominis complexos.

Paral·lelament, es va seleccionar Google Cloud com a plataforma d'hosting per desplegar tant el backend de Django com el frontend de React. La decisió es va basar en la seva escalabilitat, fiabilitat i integració amb eines com Cloud Run per a aplicacions en contenidors o Compute Engine per a màquines virtuals. A més, Google Cloud permet connectar fàcilment amb bases de dades SQLite (o migrar a Cloud SQL en el futur) i gestionar l'emmagatzematge dels fitxers CSV generats pel model predictiu.

El procés va començar amb la configuració de les variables d'entorn per separar els entorns de desenvolupament i producció, assegurant que les claus secretes i les configuracions de base de dades fossin segures. El frontend React es va compilar en estat estàtic i es va allotjar mitjançant Cloud Storage amb balanceig de càrrega, mentre que el backend de Django es va desplegar en Cloud Run, aprofitant l'escalabilitat automàtica segons la demanda d'usuaris.

Durant el desplegament es va identificar un problema de compatibilitat amb les rutes de lectura dels fitxers CSV en l'entorn cloud. Es va haver d'ajustar la lògica de lectura per utilitzar rutes relatives i assegurar que els fitxers generats pel model predictiu fossin accessibles pel backend. Un cop resolt, es va associar el domini registrat a IONOS amb les IPs i els serveis de Google Cloud mitjançant la configuració dels registres DNS (tipus A, CNAME, etc.), redirigint el trànsit cap als serveis desplegats.

El desplegament final ha donat com a resultat una aplicació completament funcional i accessible a través del domini personalitzat, que permet als usuaris consultar prediccions, comparar jugadors, veure l'onze ideal i gestionar el seu equip personalitzat des de qualsevol dispositiu amb connexió a Internet. La combinació d'IONOS per al domini i Google Cloud per al hosting garanteix una solució professional, escalable i de baix manteniment.

6.6 Adaptacions i millores introduïdes

Durant el desenvolupament s'han introduït diverses millores no previstes inicialment. En la pantalla de comparació de jugadors, es va afegir un gràfic de barres per visualitzar la diferència de predicció entre jugadors seleccionats. En la fase inicial només es mostrava una taula numèrica, però es va considerar que una representació visual millorava la presa de decisions.

A més, es va implementar un algoritme de generació d'onze ideal personalitzat que no només considera la puntuació individual, sinó que també respecta les restriccions de posicions i el nombre màxim de jugadors per equip, una funcionalitat no prevista inicialment però sol·licitada durant les proves amb usuaris.

També es va afegir un sistema d'historial de prediccions que permet a l'usuari veure l'evolució del rendiment previst d'un jugador jornada a jornada, facilitant l'anàlisi de tendències i la presa de decisions a llarg termini.

En la gestió d'"El Meu Equip", es va implementar la funcionalitat de desar múltiples combinacions d'equips personalitzats, de manera que l'usuari pugui preparar diferents alineacions per a diferents jornades o competicions.

En conclusió, el desenvolupament s'ha executat de manera exitosa, seguint la planificació establerta, incorporant millores recollides del feedback durant les proves i lliurant una aplicació completa que compleix tots els objectius funcionals i no funcionals definits en la fase d'anàlisi.

7 TESTS I VALIDACIONS

El desenvolupament del projecte s'ha dut a terme seguint la planificació establerta en el diagrama de Gantt i la metodologia en cascada adaptada, completant seqüencialment cada fase des de l'anàlisi de requisits fins al desplegament.

7.1 Backend

La validació del backend de fantasIA s'ha dut a terme mitjançant proves de caixa negra sobre els principals endpoints REST. Es va crear una col·lecció de Postman amb 18 peticions distribuïdes en quatre blocs funcionals sobre les quals es van executar 37 tests automatitzats. El detall complet es pot consultar a l'Apèndix A2.

En aquesta col·lecció s'han definit 18 peticions agrupades en quatre blocs funcionals (/api/jugadores/, /api/partidos/, /api/noticias/ i /api/noticia/<slug>/ per a dades esportives i de notícies, i /api/session/, /api/login/, /api/register/, /api/logout/ i /api/contacto/ per a gestió d'usuaris i contacte). Per a cadascuna d'aquestes peticions s'han implementat tests automatitzats que

comproven, entre altres aspectes, el codi d'estat HTTP, el format de la resposta (JSON), la presència dels camps obligatoris i l'absència d'errors de servidor (codi 5xx).

La col·lecció inclou un total de 37 tests, executats sobre la instància desplegada en producció (<https://predicciones-fantasy.com>). Els resultats mostren un nombre significatiu de proves superades, especialment en els serveis de consulta de jugadors i partits, que retornen respostes consistents amb l'estructura esperada i sense errors de servidor. Alhora, els tests han permès identificar diverses incidències: discrepàncies entre el format de resposta real i l'esperat en alguns endpoints (per exemple, respostes encapsulades en objectes amb camps com count i results en lloc d'un array pla) i, més rellevant, la presència d'errors 500 en operacions de registre, inici de sessió i enviament de missatges de contacte, així com un comportament més permissiu del servei /api/session/ en absència de credencials.

Aquest exercici de validació automatitzada ha estat especialment útil no només per confirmar el correcte funcionament d'una part important de l'API, sinó també per detectar limitacions i punts de millora del backend en escenaris concrets. En el marc del TFG, aquests resultats es recullen com a evidència de la qualitat actual del sistema i, al mateix temps, com a base per a treballs futurs orientats a reforçar la gestió d'errors i l'alineament entre el contracte de l'API i la seva implementació real.

7.2 Frontend

La validació del frontend de l'aplicació s'ha dut a terme mitjançant proves automatitzades amb Selenium WebDriver, organitzades en una suite de tests desenvolupada amb JUnit 5. Aquesta suite s'ha integrat en el cicle de construcció del projecte mitjançant el plugin maven-surefire-plugin, fet que permet executar les proves de manera automàtica cada vegada que es compila l'aplicació. L'entorn d'execució seleccionat ha estat el navegador Google Chrome, amb l'objectiu de reproduir condicions d'ús reals.

S'han definit tres classes de test que cobreixen les funcionalitats crítiques del frontend. La classe ComparePlayersTest valida la navegació cap a la secció de comparació de jugadors, assegurant que l'enllaç corresponent és visible, accessible i funcional. La classe IdealXITest comprova l'accés a la secció d'alineació ideal (11 Ideal), validant tant la navegació correcta com la protecció del contingut per a usuaris no autenticats mitjançant la presència de l'element .overlay. Finalment, la classe LoginTest verifica el formulari d'inici de sessió, incloent-hi la presència i habilitació dels camps d'entrada (correu electrònic i contrasenya) i el comportament del sistema en enviar el formulari.

Cada test implementa una seqüència clara d'accions: navegació fins a la URL objectiu, interacció amb els elements de la interfície (clicks, emplenament de formularis) i verificació dels resultats mitjançant assertions de JUnit. Per garantir l'estabilitat de les proves davant de temps de càrrega variables, s'han utilitzat esperes explícites amb WebDriverWait,

que sincronitzen l'execució dels tests amb l'aparició dels elements dinàmics al DOM i redueixen la probabilitat de falsos positius per problemes de sincronització.

Les proves s'han executat sobre la instància desplegada en producció, accessible a <https://prediccionesfantasy.com>. Els resultats obtinguts mostren que ComparePlayersTest supera correctament la validació, demostrant que la navegació cap a la secció de comparació funciona sense errors. LoginTest confirma que el formulari d'inici de sessió es carrega adequadament i que els camps d'entrada estan disponibles i operatius, validant així l'estructura bàsica de la interfície d'accés. Pel que fa a IdealXITest, després d'ajustar els selectors a l'estructura real del DOM (utilitzant la classe clickable-square, el text "11 Ideal" i la ruta tu-mejor-once-laliga-fantasy), el test ha permès verificar tant l'accés correcte a la pàgina com la protecció del contingut per a usuaris no autenticats mitjançant l'element .overlay.

En conjunt, aquest conjunt de proves automatitzades ha estat fonamental per garantir la robustesa de la interfície d'usuari. Ha permès detectar de manera primerenca problemes de localització d'elements i assegurar que les funcionalitats clau romanen operatives després de cada canvi en el codi. En el context d'aquest TFG, els tests constitueixen una evidència objectiva de la qualitat del frontend i proporcionen una base sòlida per a futurs desenvolupaments i ampliacions, ja que poden ser executats de forma automàtica en cada construcció del projecte.

8 RESULTATS

Per avaluar la qualitat predictiva del model Dueling DQN desenvolupat, s'ha realitzat una validació walk-forward [24] sobre el conjunt de dades disponible. Aquesta metodologia simula l'ús real del sistema: per cada jornada d'un jugador, el model es basa únicament en les jornades anteriors del mateix jugador per realitzar la predicció, garantint que en cap moment s'utilitza informació futura.

La tasca avaluada és de classificació binària: el model ha de predir si un jugador mereix ser alineat a la setmana següent. La frontera de decisió real es defineix com una puntuació ≥ 4 punts al marcador de fantasia. L'estadística del model calculada com la diferència entre els valors Q de les accions alinear i no alinear ($q_1 - q_0$) s'utilitza com a senyal de confiança: si és positiva, el model recomana alinear el jugador.

S'han generat 22.131 prediccions per a 706 jugadors diferents, cobrint totes les jornades disponibles del conjunt de dades.

8.1 Mètriques Globals

La Taula 8.1 recull les principals mètriques d'avaluació obtingudes per al llindar del projecte (estadística ≥ 0) i per al llindar que optimitza el *F1-score*.

Taula 8.1: Mètriques d'avaluació del model FantasIA

Mètrica	Llindar projecte (0)	Llindar òptim F1
Exactitud	63,8%	61,7%
Precisió	62,4%	58,2%
Recall	72,3%	87,5%
F1-score	0,6694	0,6991 (llindar = -1,91)
ROC-AUC	0,6823	—
Precisió mitjana (AP)	0,6553	—

El model supera la línia base consistent a predir sempre "no alinear" en 14,5 punts percentuals d'exactitud. Aquesta línia base representa el rendiment mínim esperable donada la distribució de classes, on el 50,8% de les jornades presenten una puntuació real ≥ 4 punts.

El model recomana "Sí" en el 58,8% dels casos (13.022 prediccions positives), mentre que el percentatge real de jornades amb puntuació ≥ 4 punts és del 50,8% (11.240 casos). Aquesta diferència evidencia que el model tendeix a ser lleugerament positiu en les seves recomanacions, però sense desviar-se excessivament de la distribució real.

8.2 Anàlisi experimental dels resultats

Per avaluar de manera sistemàtica el comportament predictiu del model FantasIA, s'han dissenyat sis experiments. Aquests experiments exploren diferents dimensions del rendiment del model: la capacitat de discriminació, el comportament global de classificació, el calibratge del llindar, el rendiment amb el llindar del projecte i l'impacte de l'històric del jugador.

Experiment 1 Distribució de puntuacions per classe

El primer experiment analitza la distribució de l'estadística del model ($q_1 - q_0$) per als casos reals "Alinear" (puntuació real ≥ 4 punts) i "No alinear" (puntuació real < 4 punts). S'observa que ambdues distribucions presenten un solapament parcial, però amb una separació clara de les seves mitjanes: els casos "Alinear" (verd) es concentren majoritàriament en valors positius de l'estadística, mentre que els casos "No alinear" (vermell) tendeixen a valors negatius. Aquesta separació demostra que el model aprèn una representació interna que distingeix, amb certa ambigüïtat a la zona central, entre els jugadors que tindran un bon rendiment futur i els que no. Els llindars del projecte (0,0) i l'òptim de F1 (-1,91) es marquen com a línies verticals per contextualitzar les decisions.

La Figura 5 mostra la distribució esmentada per a aquest experiment.

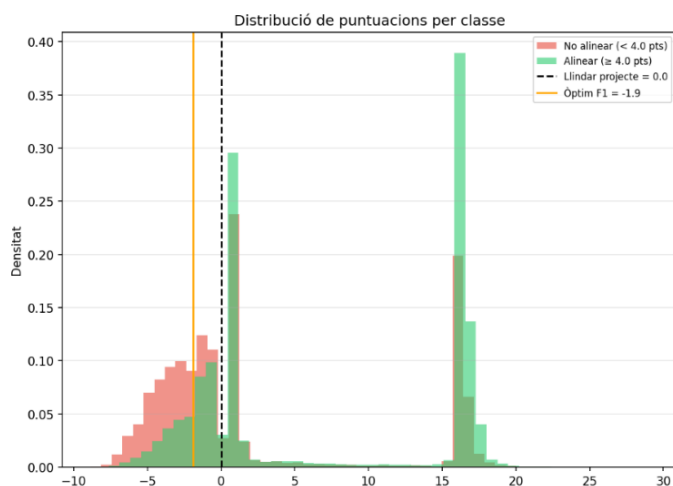


Figura 5: Distribució de les puntuacions del model (q1-q0) per als casos reals "Alinear" i "No alinear"

Experiment 2 Corba ROC

El segon experiment avalua la capacitat del model per discriminar entre classes positives i negatives mitjançant la corba ROC. L'àrea sota la corba (AUC) és de 0,6823, un valor significativament superior a 0,5 que confirma que el model discrimina millor que un classificador aleatori. Aquest resultat indica que, per a qualsevol llindar de decisió escollit, el model ofereix un equilibri acceptable entre la taxa de veritaders positius i la taxa de falsos positius, fet que avala la seva utilitat per a la tasca de predicció d'alineacions. A la Figura 6 es pot observar la corba ROC obtinguda en aquest experiment.

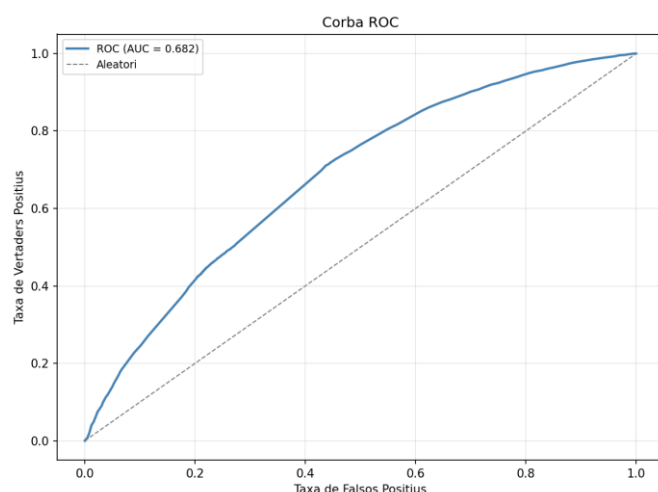


Figura 6: Corba ROC del model FantasIA

Experiment 3 Corba Precisió-Recall

El tercer experiment presenta la corba Precisió-Recall del model. La precisió mitjana (AP) és de 0,6553, un valor que supera àmpliament la línia base de 0,508, la qual correspon a la proporció de positius a la mostra. Aquest resultat és rellevant per a l'aplicació, ja que indica que el model és útil per identificar els jugadors que realment haurien d'alinearse. En contextos de desbalanceig de classes com el d'aquest

problema, la corba PR és més informativa que la ROC, i l'AP obtinguda confirma que les prediccions positives del model són força fiables. A la Figura 7 es pot observar la corba Precisió-Recall corresponent

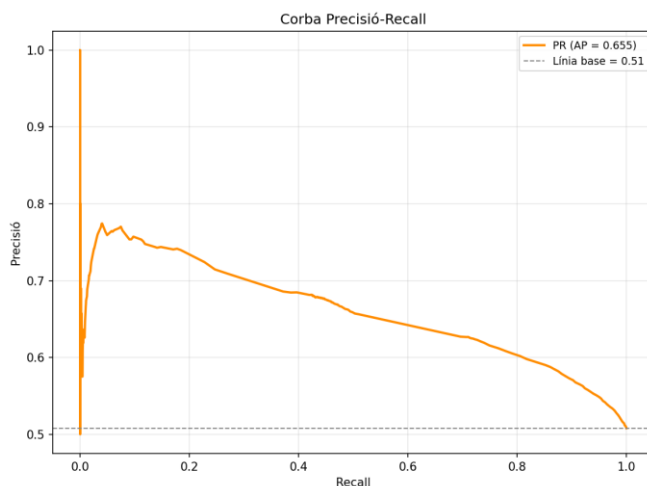


Figura 7: Corba Precisió-Recall del model FantasIA

Experiment 4 Evolució del F1-score

El quart experiment explora com varia el F1-score en funció del llindar aplicat sobre l'estadística q1-q0. L'evolució del F1-score presenta un màxim clar de 0,6991 en el llindar -1,91, un valor diferent del llindar 0 del projecte, que va obtenir un F1-score de 0,6694. Aquesta diferència evidencia que el model és sensible al llindar de decisió i que pot ser recalibrat fàcilment per adaptar-se als criteris de diferents usuaris sense necessitat de reentrenament. Un usuari conservador pot preferir un llindar més alt per augmentar la precisió, mentre que un usuari més arriscat pot triar un llindar més baix per millorar el recall. A la Figura 8 es pot observar l'evolució del F1-score en funció del llindar aplicat.

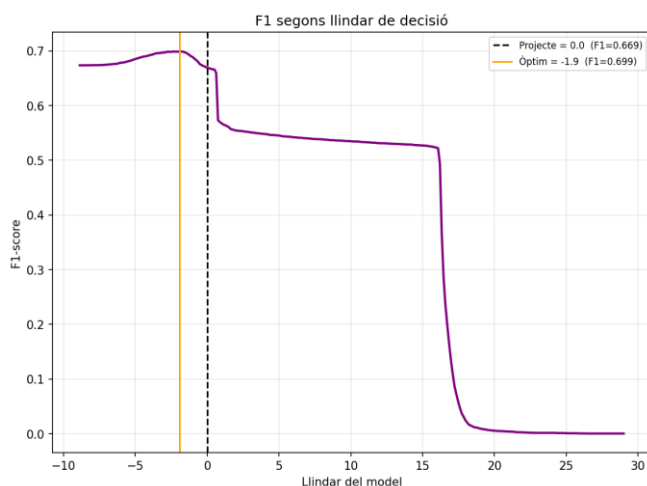


Figura 8: Evolució del F1-score en funció del llindar de decisió aplicat sobre l'estadística q1-q0

Experiment 5 Matriu de confusió

El cinquè experiment mostra la matriu de confusió del model utilitzant el llindar del projecte (estadística ≥ 0). Amb aquest llindar, el model classifica correctament el 63,8% dels casos. Destaca especialment la capacitat del model per identificar els "Sí" reals: s'obtenen 8.121 vertaders positius davant de només 3.119 falsos negatius. Aquesta asimetria és positiva per a l'aplicació, ja que és més perjudicial no alinear un jugador que acaba puntuant alt (fals negatiu) que alinear-ne un de baix rendiment (fals positiu). El model recomana "Sí" en el 58,8% dels casos (13.022 prediccions positives), mentre que el percentatge real de jornades amb puntuació ≥ 4 punts és del 50,8% (11.240 casos), mostrant una tendència lleugerament positiva però sense desviar-se excessivament de la distribució real. A la Figura 9 es pot observar la matriu de confusió obtinguda en aquest experiment.

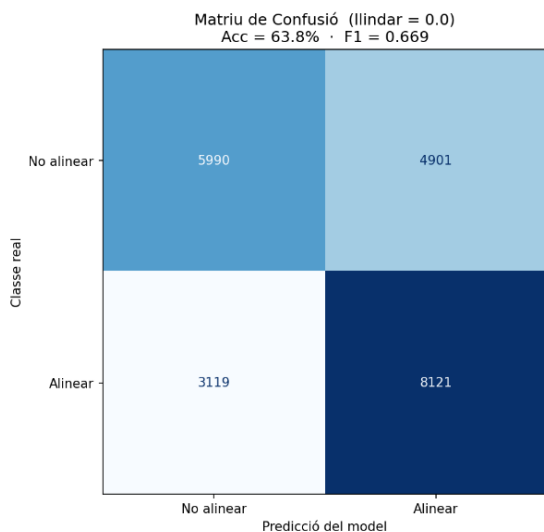


Figura 9: Matriu de confusió del model utilitzant el llindar del projecte (estadística ≥ 0)

Experiment 6 Impacte de l'historial del jugador

El sisè i últim experiment quantifica com millora el rendiment del model a mesura que disposa de més partits previs d'un mateix jugador. Els resultats mostren una clara tendència a l'alça: amb només 1 partit previ el model ja obté un F1-score de 0,5686, que progressivament millora fins a arribar a valors sostinguts per sobre de 0,68 a partir de 10 partits previs. Els millors valors s'assoleixen amb 13-14 partits previs, on el F1-score arriba a 0,6951 i l'exactitud se situa al voltant del 65%. La lleugera davallada en el nombre de mostres a partir de 13 partits es deu a la naturalesa de les dades: pocs jugadors acumulen temporades completes sense lesions o canvis de club. Aquests resultats validen plenament el disseny seqüencial del sistema i l'estratègia de validació walk-forward emprada, demostrant que el model aprèn de l'experiència acumulada de cada jugador. A la Figura 10 es pot observar l'evolució del F1-score en

funció del nombre de partits previs.

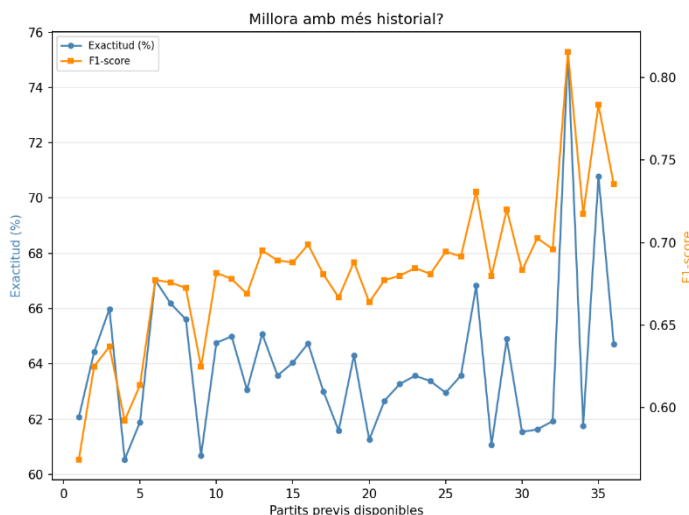


Figura 10: Evolució de l'exactitud i el F1-score en funció del nombre de partits previs disponibles per jugador

9 CONCLUSIONS

El present treball ha assolit l'objectiu principal de desenvolupar i desplegar fantasIA, una aplicació web funcional que integra dades esportives, models d'intel·ligència artificial basats en aprenentatge per reforç i una interfície intuïtiva per a la presa de decisions en competicions Fantasy.

En primer lloc, s'ha aconseguit digitalitzar i centralitzar la recollida de dades mitjançant processos automatitzats de web scraping, substituint completament la consulta manual dispersa que realitzen habitualment els usuaris. Tota la informació rellevant de jugadors, partits i estadístiques es troba ara integrada en un entorn únic i accessible en temps real.

En segon lloc, el sistema ha demostrat ser efectiu en la millora de la coordinació i comunicació de la informació. Les diferents vistes implementades (comparador de jugadors, rànquings per posició, onze ideal global i personalitzat, notícies) comparteixen la mateixa base de dades i criteris de predicció, assegurant coherència i facilitant la interpretació per part de l'usuari.

Pel que fa a la minimització de l'error humà, els càlculs automàtics del model Double Q-Learning, les validacions integrades i les representacions visuals mitjançant codis de colors (verd, groc, vermell) redueixen significativament la probabilitat de mala interpretació de les dades o pèrdua d'informació rellevant.

Pel que fa als resultats predictius, el model desenvolupat assoleix una exactitud del 63,8% amb el llindar del projecte i un F1-score màxim de 0,6991 després d'optimitzar el llindar de decisió. L'àrea sota la corba ROC (AUC = 0,6823) confirma que el model presenta una capacitat discriminatòria significativa. Especialment rellevant és la capacitat del model per identificar els jugadors que realment

haurien d'alinejar-se (recall del 72,3% amb el llindar del projecte i del 87,5% amb el llindar òptim). A més, s'ha demostrat que el rendiment del model millora progressivament a mesura que disposa de més historial del jugador, arribant a valors sostinguts de F1 per sobre de 0,68 a partir de 10 partits previs.

El desplegament de l'aplicació en entorn de producció, combinant Google Cloud per al hosting i IONOS per al domini personalitzat, ha demostrat la viabilitat tècnica del sistema i la seva accessibilitat des de qualsevol dispositiu amb connexió a Internet.

Finalment, les proves automatitzades realitzades tant al backend (37 tests amb Postman) com al frontend (tests amb Selenium) han permès validar el funcionament correcte dels principals endpoints i de les funcionalitats crítiques de la interfície, alhora que han posat de manifest punts de millora que hauran de ser abordats en versions futures.

En conjunt, aquest projecte representa una contribució significativa en l'aplicació de tècniques d'aprenentatge per reforç a l'àmbit del fantasy football, combinant anàlisi de dades, visualització interactiva i usabilitat per oferir una eina realment útil per als usuaris.

AGRAÏMENTS

Voldria expressar el meu sincer agraïment a totes les persones que han fet possible la realització d'aquest Treball de Fi de Grau.

En primer lloc, al meu tutor Carles Sanchez Ramos, pel seu acompanyament, orientació i disponibilitat constant al llarg de tot el desenvolupament del projecte. Els seus consells i la seva rigorositat han estat fonamentals per donar forma a aquest treball i assolir els objectius marcats.

Als professors del grau que m'han transmès els coneixements necessaris en enginyeria del software, intel·ligència artificial i desenvolupament web, especialment als àmbits de computació i enginyeria del software, que han estat la base sobre la qual s'ha construït aquest projecte.

Als companys i amics que han actuat com a usuaris beta de l'aplicació, proporcionant feedback valuós sobre la usabilitat i les funcionalitats del sistema. Les seves observacions han permès introduir millores significatives, especialment en la pantalla de comparació de jugadors i en la generació de l'onze ideal personalitzat.

Finalment, a tota la comunitat de desenvolupament de codi obert de les eines utilitzades (Django, React, TensorFlow, BeautifulSoup, Selenium), per posar a disposició de tothom tecnologies de qualitat que fan possible projectes com fantasIA.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mateo, J. (2020). Fantasy Football: Estrategia y análisis de datos. Editorial Esportiva.
- [2] Comunio. (2000). Comunio - El juego de fútbol online. Disponible a: <https://www.comunio.es>
- [3] LaLiga. (2018). LaLiga Fantasy: Reglamento oficial y sistema de puntuación. Disponible a: <https://fantasy.laliga.com>
- [4] Biwenger. (2015). Biwenger - Fantasy Football platform. Disponible a: <https://www.biwenger.com>
- [5] WhoScored. (2009). WhoScored.com - Live scores, statistics and analysis. Disponible a: <https://www.whoscored.com>
- [6] FotMob. (2005). FotMob - Live soccer scores. Disponible a: <https://www.fotmob.com>
- [7] FutbolFantasy. (2016). Alineaciones, estadísticas y predicciones para fantasy football. Disponible a: <https://www.futbolfantasy.com>
- [8] Mundo Deportivo. (2020). Fantasy MD - Juego online de fútbol. Disponible a: <https://www.mundodeportivo.com/fantasy>
- [9] AS. (2019). AS Fantasy - Juego de fútbol online. Disponible a: <https://as.com/fantasy>
- [10] FantasyPL. (2015). FantasyPL - Analysis and tips for Fantasy Premier League. Disponible a: <https://www.fantasypl.com>
- [11] Bunker, R. P., & Thabtah, F. (2019). A machine learning framework for sport result prediction. *Applied Computing and Informatics*, 15(1), 27-33. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.aci.2017.09.005>
- [12] FFScout. (2010). Fantasy Football Scout - FPL tips and statistics. Disponible a: <https://www.fantasyfootballscout.co.uk>
- [13] FantasyFootballFix. (2013). Fantasy Football Fix - AI and data science for FPL. Disponible a: <https://www.fantasyfootballfix.com>
- [14] Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. In *Proceedings of IEEE WESCON* (pp. 1-9). Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Winston_W._Royce
- [15] Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Seventh Edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute. ISBN: 9781628256642
- [16] Hipp, D. R. (2000). SQLite: SQL database engine. Disponible a: <https://www.sqlite.org>
- [17] Django Software Foundation. (2005). Django: The web framework for perfectionists with deadlines. Disponible a: <https://www.djangoproject.com>
- [18] Shafranovich, Y. (2005). *Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files*. RFC 4180. Disponible a: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4180>
- [19] Python Software Foundation. (1991). Python programming language. Disponible a: <https://www.python.org>
- [20] Meta Platforms. (2013). React: A JavaScript library for building user interfaces. Disponible a: <https://react.dev>
- [21] Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... & Zheng, X. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. In *12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 16)* (pp. 265-283). Disponible a: <https://www.usenix.org/conference/osdi16/technical-sessions/presentation/abadi>
- [22] Géron, A. (2023). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- [23] Richardson, L. (2007). *Beautiful Soup Documentation*. Disponible a: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/>
- [24] Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). Melbourne: OTexts. Disponible a: <https://otexts.com/fpp3/>

APÈNDIX

A1. REQUISITS DEL SISTEMA

REQUISITS FUNCIONALS:

- Gestió de dades de jugadors i competició:
 - Obtenció automàtica de dades de jugadors (nom, equip, posició, estadístiques històriques) mitjançant web scraping des de fonts en línia.
 - Emmagatzematge de les dades obtingudes en fitxers CSV per al seu processament i anàlisi.
 - Definició i gestió de les jornades de la competició, incloent els partits associats (equips locals i visitants).
 - Exposició de les dades de jugadors, jornades i partits a través d'una API REST per al seu consum pel frontend.
- Generació i gestió de prediccions:
 - Implementació d'un model predictiu basat en aprenentatge per reforç (Double Q-Learning) que, a partir de les dades històriques dels jugadors, generi prediccions de rendiment.
 - Càlcul automàtic d'un percentatge o puntuació que indiqui la probabilitat de bon rendiment d'un jugador per a una jornada específica.
 - Classificació dels jugadors en diferents rangs de rendiment esperat (ex: Alt, Mitjà, Baix) utilitzant un codi de colors (verd, groc, vermell) per a una fàcil interpretació visual.
 - Generació automàtica de l'equip ideal global de la jornada ("Once ideal") i del "Top per posició", ordenant els jugadors segons la seva predicció i posició (porter, defensa, migcampista, davanter).
- Execució del model i visualització de dades:
 - Generació de fitxers de sortida (CSV) amb els resultats de les prediccions i valoracions de l'agent d'aprenentatge per reforç.
 - Lectura per part del backend (Django) dels fitxers CSV amb les prediccions i exposició d'aquests resultats mitjançant APIs específiques.
- Interacció i experiència d'usuari a la interfície web (Frontend React):
 - Visualització en una pàgina principal del resum de la jornada actual, els partits i els jugadors més destacats amb les seves prediccions i codis de color associats.
 - Accés a un panell de "Comparació de jugadors" on es puguin seleccionar diversos futbolistes i visualitzar de manera clara quina és la millor opció segons el model.
 - Pàgines informatives dedicades a l'"Equip ideal" global de la jornada i "Top per posició", mostrant llistes dinàmiques i actualitzades amb els jugadors recomanats.
 - Creació d'un panell de notícies on es puguin publicar i visualitzar novetats rellevants del món del futbol, gestionades des del panell d'administració de Django.
- Gestió d'equips personalitzats (El Meu Equip):
 - Creació d'un apartat privat anomenat "El Meu Equip" on l'usuari registrat pugui seleccionar i desar els seus jugadors preferits per seguir-los de prop.
 - Generació automàtica, dins d'aquest apartat, del "millor onze possible" utilitzant únicament els jugadors que l'usuari ha afegit al seu equip personal, basant-se en les prediccions de rendiment del model per a la jornada actual.
 - Visualització clara, a la pàgina de "El Meu Equip", de l'onze ideal personalitzat generat, amb les prediccions individuals de cada jugador seleccionat.
- Gestió d'usuaris i personalització:
 - Sistema de registre i inici de sessió d'usuaris amb validació de dades (correu electrònic, contrasenya segura).
 - Diferenciació de rols bàsics: "Usuari registrat" (que pot consultar totes les dades, inclòs l'equip ideal global, i gestionar el seu propi "El Meu Equip") i "Administrador" (que pot, a més, gestionar notícies i, potencialment, desencadenar nous processos de scraping o entrenament del model).
 - Accés diferenciat a les visualitzacions: l'usuari registrat pot veure tant l'"Equip ideal" global de la jornada com el seu "Equip ideal personalitzat" a l'apartat "El Meu Equip".
- Registre i traçabilitat:
 - Emmagatzematge persistent de les dades transaccionals (usuaris, notícies, registre d'activitat) a la base de dades SQLite.

REQUISITS NO FUNCIONALS:

- Rendiment:
 - Els temps de càrrega de les pàgines i de resposta de les APIs han de ser mínims

per garantir una experiència d'usuari fluida.

- Els càlculs de prediccions i la generació de l'equip ideal, tant el global com el personalitzat, han de ser processos eficients, tot i que es poden executar en segon pla.
- Les consultes a la base de dades SQLite i la lectura dels fitxers CSV han d'estar optimitzades per a un accés ràpid a la informació.
- **Fiabilitat:**
 - El sistema ha de ser robust, garantint que les dades dels jugadors, les prediccions i la informació d'usuari es mantinguin íntegres i consistents.
 - Validació automàtica de les dades obtingudes per web scraping per assegurar que compleixen els formats i rangs esperats (ex: percentatges entre 0 i 100), rebutjant o marcant valors incoherents.
 - La integritat i traçabilitat de la informació han d'estar garantides en tot moment, especialment pel que fa al registre d'esdeveniments i a la informació d'usuaris.
- **Escalabilitat:**
 - L'arquitectura basada en fitxers CSV per a grans volums de dades i una base de dades SQLite per a dades transaccional ha de ser capaç de gestionar un augment en el nombre de jugadors, jornades i usuaris sense una pèrdua significativa de rendiment.
 - L'estructura del model predictiu ha d'estar preparada per poder incorporar noves variables o canvis en l'algorisme de càlcul.
- **Disponibilitat:**
 - L'aplicació web ha de ser accessible i romandre estable durant els períodes de major demanda (ex: dies de partit), assegurant que els usuaris puguin consultar les prediccions en qualsevol moment.
- **Usabilitat:**
 - La interfície d'usuari ha de ser clara, intuïtiva i fàcil d'utilitzar, permetent una navegació ràpida entre les diferents seccions (comparador, equip ideal, notícies, el meu equip).
 - La visualització de les prediccions mitjançant codis de colors, gràfics i indicadors ("recomanat", "no recomanat") ha de facilitar la interpretació ràpida de la informació per part de l'usuari.
 - S'ha de proporcionar una breu explicació

o llegenda sobre el significat dels diferents rangs de puntuació i colors per ajudar els nous usuaris.

- El disseny ha de ser responsive i adaptar-se correctament a diferents dispositius (ordinador, tauleta, mòbil).
- **Seguretat:**
 - Compliment de la normativa de protecció de dades (RGPD) pel que fa al tractament de dades personals dels usuaris registrats.
 - Emmagatzematge segur de les contrasenyes mitjançant tècniques d'hashing.
 - Protecció de les APIs per evitar accessos no autoritzats a dades sensibles o a funcionalitats d'administració.

REQUISITS DE DADES

- **Base de dades i emmagatzematge:**
 - Utilització d'una base de dades relacional SQLite, integrada amb Django, per a l'emmagatzematge permanent de la informació transaccional: usuaris, notícies, registre d'esdeveniments i la llista de jugadors que cada usuari guarda al seu "El Meu Equip".
 - Ús de fitxers CSV com a sistema d'emmagatzematge principal per a les dades massives de jugadors, les seves estadístiques històriques i els resultats de les prediccions generades pel model.
- **Traçabilitat i integritat:**
 - Tota la informació generada pel sistema (creació d'usuaris, execucions de scraping, entrenaments del model) s'ha d'emmagatzemar a la base de dades amb data i hora exactes per a una completa traçabilitat.
 - Cal assegurar la consistència entre els diferents orígens de dades: els identificadors dels jugadors als fitxers CSV han de correspondre's amb els utilitzats a la base de dades per a les notícies, els equips personalitzats dels usuaris o altres entitats que hi facin referència.
- **Accessibilitat:**
 - Les dades dels jugadors i les prediccions emmagatzemades en CSV han de ser fàcilment accessibles i llegibles pel backend de Django per a la seva transformació i exposició via API.
 - Consulta ràpida i eficient de l'historial d'esdeveniments des del panell d'administració de Django i de les llistes

personalitzades de cada usuari.

- Rendiment i optimització:
 - S'han d'optimitzar els processos de lectura i escriptura dels fitxers CSV per assegurar un accés ràpid a la informació, especialment en operacions que requereixin carregar grans volums de dades per als càlculs del model predictiu.
 - La base de dades SQLite ha de ser capaç de gestionar múltiples operacions de lectura i escriptura concurrents sense disminuir el rendiment global de l'aplicació, incloent la gestió dels equips personalitzats dels usuaris.

6	Output	Es redirigeix a la pàgina de comparació de jugadors
7	Input	Fer clic al quadre "11 Ideal "
	Output	Es redirigeix a la pàgina de l'alineació ideal

A2. PROVES CAIXA NEGRA FRONTEND

PÀGINA PRINCIPAL I NAVEGACIÓ		
1	Input	Accedir a la URL https://predicciones-fantasy.com
	Output	Es carrega la pàgina principal
2	Input	Fer clic al quadre "De-lanteros"
	Output	Es redirigeix a la pàgina de rànquing de davanters
3	Input	Fer clic al quadre "Me-diocentros"
	Output	Es redirigeix a la pàgina de rànquing de migcampistes
4	Input	Fer clic al quadre "De-fensas"
	Output	Es redirigeix a la pàgina de rànquing de defenses
5	Input	Fer clic al quadre "Porteros"
	Output	Es redirigeix a la pàgina de rànquing de porters
	Input	Fer clic al quadre "Comparaciones"

AUTENTICACIÓ		
1	Input	Accedir a /login sense estar autenticat
	Output	Es mostra el formulari d'inici de sessió amb camps d'email i contrasenya
2	Input	Enviar el formulari amb camps buits
	Output	Es mostra missatge d'error indicant que els camps són obligatoris
3	Input	Introduir email i contrasenya vàlids i enviar
	Output	Es redirigeix a la pàgina principal i l'usuari queda autenticat
4	Input	Accedir a /register
	Output	Es mostra el formulari de registre amb camps d'email, contrasenya i confirmació
5	Input	Introduir contrasenya de menys de 10 caràcters
	Output	Es mostra missatge d'error indicant la longitud mínima
6	Input	Introduir contrasenyes que no coincideixen
	Output	Es mostra missatge d'error indicant que les contrasenyes no coincideixen

ALINEACIÓ IDEAL (11 IDEAL)		
1	Input	Accedir a /tu-mejor-once-laliga-fantasy sense estar autenticat
	Output	Es mostra un overlay amb el missatge "Debes registrarte para acceder a este contenido"
2	Input	Accedir a /tu-mejor-once-laliga-fantasy estant autenticat
	Output	Es mostra el camp de futbol amb les posicions (davantera, migcampista, defensa, porter)
3	Input	Estar autenticat i accedir a l'11 Ideal
	Output	Es carreguen els jugadors amb millor puntuació de cada posició

2	Output	Es redirigeix a la pàgina de prediccions específiques del partit
3	Input	La càrrega de dades falla
	Output	Es mostra un spinner de càrrega mentre s'espera la resposta del servidor

COMPARACIÓ DE JUGADORS		
1	Input	Fer clic al quadre "Comparaciones"
	Output	Es redirigeix a la pàgina de comparació de jugadors
2	Input	Seleccionar dos jugadors per comparar
	Output	Es mostren les estadístiques comparatives dels dos jugadors

PARTITS I PREDICCIONS		
1	Input	Carregar la pàgina principal
	Output	Es mostren els partits de la jornada actual amb els logos dels equips
	Input	Fer clic a un partit

A3. DIAGRAMA DE GANTT

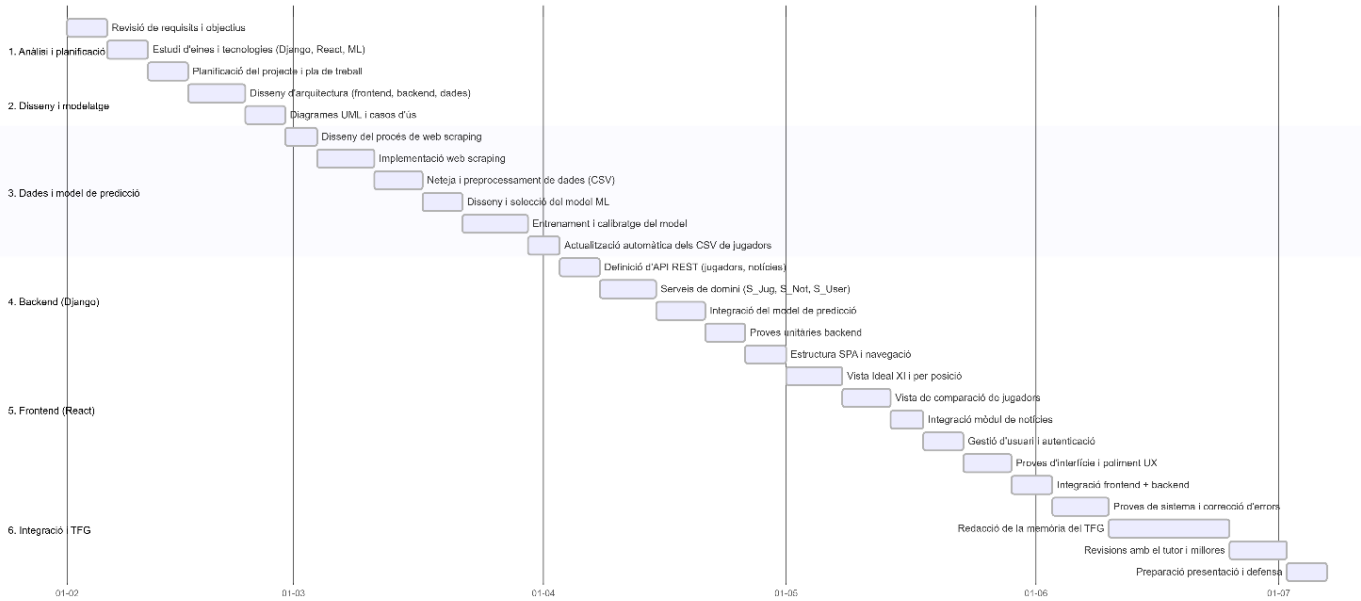


Figura A3.1: Diagrama de Gantt - Planificació temporal

A4. DIAGRAMA D'ARQUITECTURA

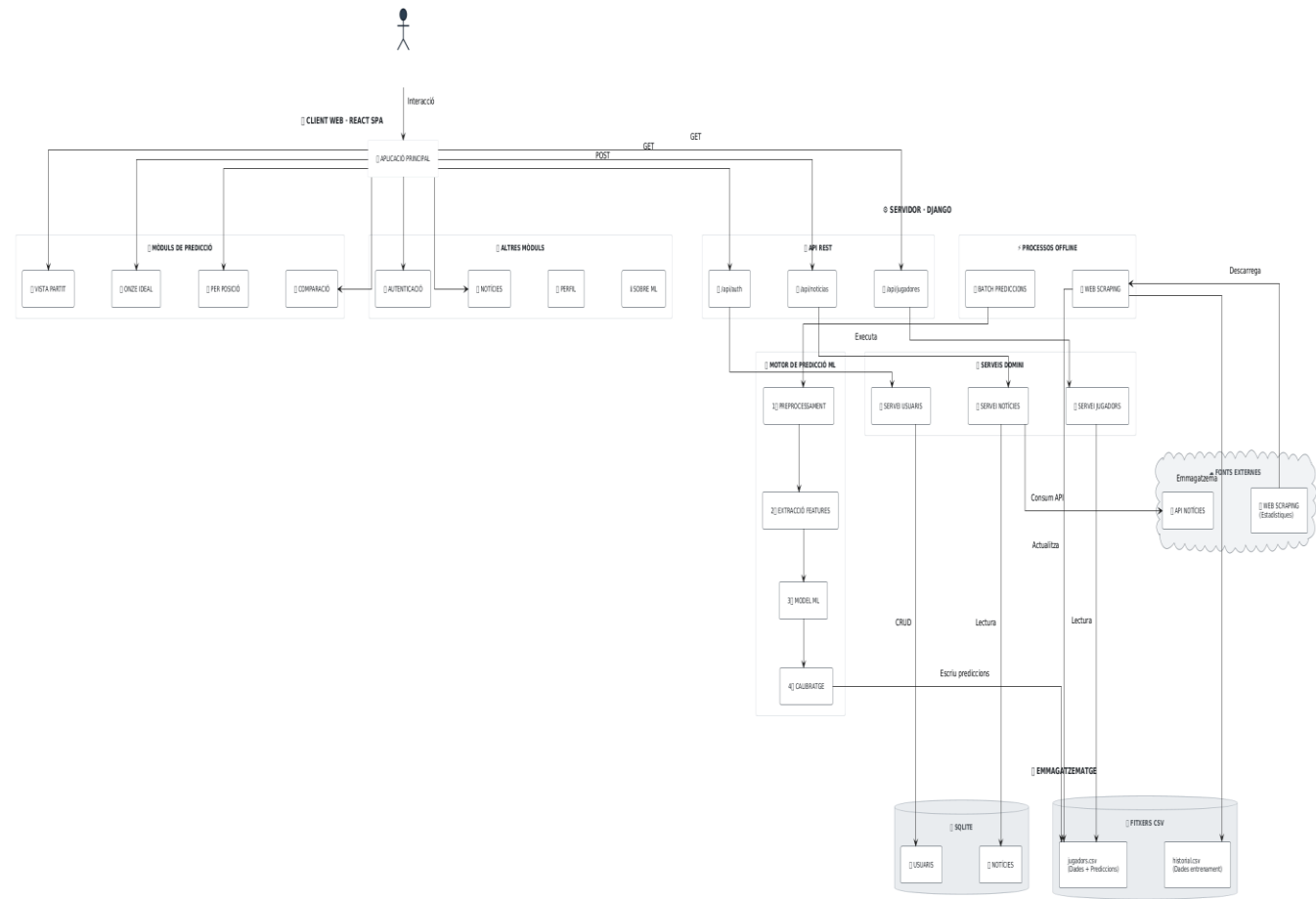


Figura A4.1: Diagrama d'arquitectura del sistema FantasIA

A5. MODEL DE DADES SQLITE

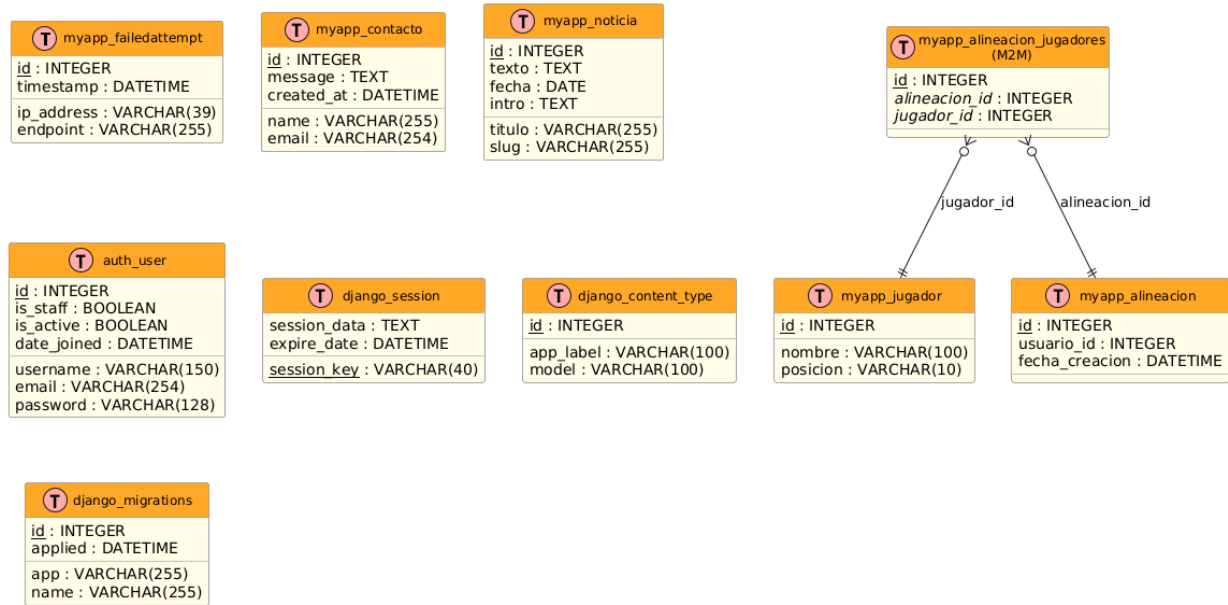


Figura A5.1: Model de dades - Estructura de la base de dades SQLite