



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Facultat d'Informàtica de Barcelona



# Sistema de gestió de propietat de fonts i solucions de software mitjançant NFT

Facultat d'Informàtica de Barcelona  
Enginyeria del software



**Pau Cuesta Arcos**

Director: Elías Cid López

Ponent: Carles Farré Tost (ESSI)

Data: 20 de juny de 2022

Lectura: 27 de juny de 2022

## Agraïments

Aquest projecte és el resultat de moltes hores de formació, desenvolupament i dedicació. Afortunadament, ha sigut possible gràcies al suport d'algunes persones i m'agradaria expressar-lis els meus agraïments.

En primer lloc, estic molt agraït a l'empresa STP Group, i en especial, al ponent d'aquest treball Elías Cid, qui m'ha donat l'oportunitat de treballar en aquest projecte tant engrescador i motivador per mi i, que m'ha donat tot el suport i ajuda necessària durant totes les fases del projecte. Així mateix, a Carlos Baigorri per la seva confiança i suport com a cap de departament. Assenyalar que m'han involucrat des del primer dia com un més de l'equip, fet que m'ha permès aprendre molt dels diferents treballadors de l'equip, i fer d'aquesta etapa una experiència molt enriquidora.

En segon lloc, vull donar les gràcies al director del projecte, en Carles Farré, per haver acceptat la proposta des del primer dia, haver-me guiat durant totes les fases més acadèmiques del projecte, i haver estat en tot moment amb la predisposició d'ajudar.

Finalment, donar el meu agraïment als meus amics pel suport i també a tots aquells companys que he tingut la sort de conèixer durant el Grau en Enginyeria Informàtica. Per últim, i no per això menys important, a la meva família, qui sempre m'ha animat en tots els meus reptes i ha fet de mi la persona que sóc avui dia.

## Resum

La propietat d'un objecte real o bé d'un producte virtual com les fonts i solucions de *software* només es poden acreditar, en l'actualitat, mitjançant un organisme públic o privat, confiant per tant, exclusivament en un agent extern per ser capaç de demostrar i poder traspasar aquesta propietat.

La motivació d'aquest projecte consisteix en la creació d'una plataforma web innovadora amb la finalitat de gestionar la propietat de *software*, aprofitant una xarxa descentralitzada que no pertany a cap organisme on les dades són immutables i on tota modificació queda públicament registrada, anomenada *blockchain*.

Des de que la plataforma Ethereum va aprofitar aquest tipus de xarxes per permetre crear mecanismes que interactuen amb la *blockchain*, fa només set anys, cal assenyalar que encara es troba en una fase inicial d'ús. No obstant, atesos els seus grans beneficis, es tracta d'una tecnologia innovadora i revolucionaria pel canvi d'estructura que implica respecte als sistemes actuals. Es tracta, per tant, d'una tecnologia amb un gran impacte per la societat en un proper futur.

En aquest treball es desenvolupa un sistema complet format per tres serveis propis: l'aplicació web, l'aplicació del servidor i el contracte de la *blockchain*; a la vegada de l'ús de diversos serveis externs, passant per totes les fases d'un projecte real, especificació de requisits, disseny del sistema, desenvolupament i validació final de requisits a través de diferents mecanismes de proves.

## Resumen

La propiedad de un objeto real o bien de un producto virtual como las fuentes y soluciones de *software* solo se pueden acreditar, en la actualidad, mediante un organismo público o privado, y por tanto, confiando exclusivamente en un agente externo para ser capaz de demostrar y poder traspasar esta propiedad.

La motivación de este trabajo consiste en la creación de una plataforma web innovadora con la finalidad de gestionar la propiedad de *software* aprovechando una red descentralizada que no pertenece a ningún organismo, donde los datos son inmutables y donde toda modificación queda públicamente registrada, llamada *blockchain*.

Desde que la plataforma Ethereum aprovechó este tipo de redes para permitir crear mecanismos que interactúan con la *blockchain*, hace solo siete años, cabe destacar que aún se encuentra en una fase inicial de uso. No obstante, teniendo en cuenta sus grandes beneficios, se trata de una tecnología innovadora y revolucionaria por el cambio de estructura que implica respecto a los sistemas actuales. Se trata, por tanto, de una tecnología con un gran impacto para la sociedad en un futuro cercano.

En este trabajo se desarrolla un sistema completo formado por tres servicios propios: la aplicación web, la aplicación del servidor y el contrato de la *blockchain*; a la vez que la utilización de diversos servicios externos, pasando por todas las fases de un proyecto real, especificación de requisitos, diseño del sistema, desarrollo y validación final de los requisitos a través de diferentes mecanismos de pruebas.

## Abstract

The ownership of a real object or a virtual product such as software sources can currently only be accredited by a public or private organization, and therefore, relying exclusively on an external agent to be able to demonstrate and to transfer this ownership.

The motivation of this project consists in the creation of an innovative web platform with the purpose of managing software ownership, taking profit of a decentralized network that does not belong to any organization, where the data is immutable and where any modification is publicly registered, called blockchain.

Since the Ethereum platform took advantage of these type of networks to allow the creation of mechanisms that interact with the blockchain, only seven years ago, it should be noted that it is still in an initial phase of use. However, taking into account its great benefits, it is considered as an innovative and revolutionary technology due to the change in structure that it implies with regard to current systems. It is, definitely, a technology with a great impact for society in the near future.

In this work, a complete system consisting of three services is developed: the web application, the server application and the blockchain contract; as well as the use of various external services, going through all the phases of a real project, requirements specification, system design, development and final validation of the requirements through different testing techniques.

# Índex

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Context</b>                           | <b>10</b> |
| 1.1      | Introducció . . . . .                    | 10        |
| 1.2      | Identificació del problema . . . . .     | 10        |
| 1.3      | Conceptes . . . . .                      | 11        |
| 1.3.1    | Blockchain . . . . .                     | 11        |
| 1.3.2    | Ethereum . . . . .                       | 11        |
| 1.3.3    | Smart contract . . . . .                 | 11        |
| 1.3.4    | Wallet . . . . .                         | 11        |
| 1.3.5    | Metamask . . . . .                       | 11        |
| 1.3.6    | NFT . . . . .                            | 11        |
| 1.3.7    | IPFS . . . . .                           | 12        |
| 1.3.8    | Minar . . . . .                          | 12        |
| 1.3.9    | Web3 . . . . .                           | 12        |
| 1.4      | <i>Stakeholders</i> . . . . .            | 12        |
| <b>2</b> | <b>Justificació</b>                      | <b>13</b> |
| 2.1      | Propostes . . . . .                      | 13        |
| 2.2      | Selecció . . . . .                       | 13        |
| <b>3</b> | <b>Abast</b>                             | <b>15</b> |
| 3.1      | Objectius . . . . .                      | 15        |
| 3.2      | Riscos . . . . .                         | 15        |
| <b>4</b> | <b>Metodologia</b>                       | <b>17</b> |
| 4.1      | Metodologia de treball . . . . .         | 17        |
| 4.2      | Metodologia de desenvolupament . . . . . | 17        |
| 4.2.1    | Sistema de Control de Versions . . . . . | 17        |
| 4.2.2    | Entorns de desenvolupament . . . . .     | 19        |
| 4.2.3    | Testing i Software Quality . . . . .     | 19        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>5</b> | <b>Descripció de les tasques</b>                              | <b>20</b> |
| 5.1      | Introducció . . . . .   | 20        |
| 5.2      | Tasques . . . . .   | 20        |
| 5.2.1    | Tasques de gestió i documentació . . . . .                    | 20        |
| 5.2.2    | Tasques de desenvolupament . . . . .                          | 21        |
| 5.3      | Eines i recursos . . . . .                                    | 22        |
| <b>6</b> | <b>Estimacions i Gantt</b>                                    | <b>24</b> |
| 6.1      | Diagrama de Gantt . . . . .                                   | 25        |
| <b>7</b> | <b>Gestió del risc</b>  | <b>26</b> |
| 7.1      | R1 - Falta d'experiència en la tecnologia . . . . .           | 26        |
| 7.2      | R2 - Errors i <i>bugs</i> . . . . .                           | 26        |
| 7.3      | R3 - Modificacions del plantejament . . . . .                 | 26        |
| 7.4      | R4 - Desviació de la planificació . . . . .                   | 27        |
| 7.5      | R5 - Dates d'entrega . . . . .                                | 27        |
| 7.6      | R6 - Dependència de serveis i llibreries de tercers . . . . . | 27        |
| <b>8</b> | <b>Pressupost</b>   | <b>28</b> |
| 8.1      | Identificació i estimació de costos . . . . .                 | 28        |
| 8.1.1    | Recursos humans . . . . .                                     | 28        |
| 8.1.2    | Equipament hardware . . . . .                                 | 31        |
| 8.1.3    | Equipament software . . . . .                                 | 31        |
| 8.1.4    | Costos generals . . . . .                                     | 33        |
| 8.2      | Control de gestió . . . . .                                   | 34        |
| <b>9</b> | <b>Especificació del sistema</b>                              | <b>35</b> |
| 9.1      | Requisits funcionals . . . . .                                | 35        |
| 9.1.1    | Diagrama de casos d'ús . . . . .                              | 35        |
| 9.1.2    | Casos d'ús <i>brief style</i> . . . . .                       | 36        |
| 9.1.3    | Casos d'ús detallats . . . . .                                | 37        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 9.2       | Requisits no funcionals . . . . .                | 49        |
| 9.3       | Model conceptual . . . . .                       | 51        |
| <b>10</b> | <b>Disseny del sistema</b>                       | <b>53</b> |
| 10.1      | Arquitectura física . . . . .                    | 53        |
| 10.1.1    | Navegador Usuari . . . . .                       | 53        |
| 10.1.2    | Servidor backend . . . . .                       | 53        |
| 10.1.3    | GitHub . . . . .                                 | 54        |
| 10.1.4    | IPFS . . . . .                                   | 54        |
| 10.1.5    | Metamask . . . . .                               | 55        |
| 10.1.6    | Infura . . . . .                                 | 55        |
| 10.1.7    | Xarxa Ethereum - <i>Smart Contract</i> . . . . . | 56        |
| 10.2      | Arquitectura lògica . . . . .                    | 56        |
| 10.2.1    | Aplicació web . . . . .                          | 56        |
| 10.2.2    | Aplicació backend . . . . .                      | 57        |
| 10.2.3    | Smart Contract . . . . .                         | 58        |
| 10.3      | Patrons de disseny . . . . .                     | 58        |
| 10.3.1    | Patró Singleton . . . . .                        | 58        |
| 10.3.2    | Patró Observador . . . . .                       | 59        |
| 10.4      | Gestió de dades . . . . .                        | 59        |
| 10.5      | Aplicació web . . . . .                          | 62        |
| 10.6      | Aplicació servidor . . . . .                     | 70        |
| 10.7      | Smart Contract . . . . .                         | 77        |
| 10.8      | GitHub . . . . .                                 | 78        |
| 10.9      | IPFS . . . . .                                   | 79        |
| <b>11</b> | <b>Desenvolupament</b>                           | <b>81</b> |
| 11.1      | Aplicació web . . . . .                          | 81        |
| 11.2      | Aplicació <i>backend</i> . . . . .               | 82        |
| 11.3      | Smart Contract . . . . .                         | 83        |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>12 Testing i Software Quality</b>                              | <b>85</b> |
| 12.1 Proves funcionals . . . . .                                  | 85        |
| 12.1.1 Aplicació web . . . . .                                    | 86        |
| 12.1.2 Backend . . . . .  | 86        |
| 12.2 Smart contract . . . . .                                     | 86        |
| 12.3 Proves d'acceptació . . . . .                                | 87        |
| <b>13 Identificació de lleis i regulacions</b>                    | <b>88</b> |
| 13.1 Normativa del Treball de Final de Grau . . . . .             | 88        |
| 13.2 Llei de Protecció de dades . . . . .                         | 88        |
| 13.3 Llei de <i>cookies</i> Europea . . . . .                     | 88        |
| 13.4 Avís legal de l'aplicació . . . . .                          | 88        |
| 13.5 Termes i Condicions dels serveis Infura i Metamask . . . . . | 89        |
| 13.6 Termes i Condicions de la API de GitHub . . . . .            | 89        |
| 13.7 Llicències de llibreries i programari . . . . .              | 89        |
| 13.8 NFTs i la propietat intel·lectual . . . . .                  | 90        |
| <b>14 Planificació final</b>                                      | <b>91</b> |
| 14.1 Anàlisi d'alternatives . . . . .                             | 91        |
| 14.2 Canvis i desviacions . . . . .                               | 93        |
| 14.3 Impacte econòmic . . . . .                                   | 94        |
| <b>15 Sostenibilitat</b>  | <b>96</b> |
| 15.1 Autoavaluació . . . . .                                      | 96        |
| 15.2 Projecte Posat en Producció . . . . .                        | 96        |
| 15.2.1 Àmbit ambiental . . . . .                                  | 96        |
| 15.2.2 Àmbit econòmic . . . . .                                   | 97        |
| 15.2.3 Àmbit social . . . . .                                     | 97        |
| 15.3 Vida útil . . . . .  | 97        |
| 15.3.1 Àmbit ambiental . . . . .                                  | 98        |

|   |            |
|---|------------|
| 15.3.2 Àmbit econòmic . . . . .                         | 98         |
| 15.3.3 Àmbit social . . . . .                           | 98         |
| 15.4 Riscos . . . . .                                   | 98         |
| 15.4.1 Àmbit ambiental . . . . .                        | 98         |
| 15.4.2 Àmbit econòmic . . . . .                         | 98         |
| 15.4.3 Àmbit social . . . . .                           | 99         |
| <b>16 Integració de coneixements</b>                    | <b>100</b> |
| <b>17 Conclusions</b>                                   | <b>102</b> |
| 17.1 Competències tècniques . . . . .                   | 102        |
| 17.2 Conclusions personals . . . . .                    | 105        |
| 17.3 Pròximes passes . . . . .                          | 105        |
| <b>Annex 1. Contracte del sistema</b>                   | <b>107</b> |
| <b>Annex 2. Proves unitàries</b>                        | <b>110</b> |
| <b>Annex 3. Proves d'integració i <i>end to end</i></b> | <b>116</b> |
| <b>Bibliografia</b>                                     | <b>121</b> |
| <b>Índex de figures</b>                                 | <b>122</b> |
| <b>Índex de taules</b>                                  | <b>123</b> |
| <b>Índex de codis</b>                                   | <b>124</b> |

# 1 Context

## 1.1 Introducció

El projecte *Sistema de gestió de propietat de fonts i solucions de software mitjançant NFT* està emmarcat en els estudis del Grau en Enginyeria Informàtica, en l'especialització d'Enginyeria del Software.

Aquest treball té com a objectiu la creació d'un sistema web per poder gestionar, a través de la *blockchain* d'Ethereum [1], la propietat del software, tant si ha estat desenvolupat per un mateix o per un altre individu o empresa.

El treball es realitza en col·laboració amb l'empresa **STP Group** (en endavant **STP**), fundada a l'any 1995 amb seu a Viladecans (Barcelona). STP Group conté sis àrees de negoci diferenciades: *Technology*, serveis i manteniments de sistemes tecnològics, *Projects*, desenvolupament de software i gestió de projectes, *CaSS*, contact center per a empreses i consumidors, *Consulting*, consultoria per a empreses, *Instalaciones*, manteniment i instal·lacions de xarxes elèctriques i *Training*, centre de formació d'idiomes i tecnologia [2].

## 1.2 Identificació del problema

Als anys 1960, l'agència DARPA [3] del departament de defensa dels Estats Units va desenvolupar un sistema d'intercanvi d'informació entre dos ordinadors, que es considera el que fos la primera versió d'Internet [4]. Des d'aleshores, gran quantitat de software s'ha desenvolupat per satisfer certes necessitats, i, en moltes ocasions aquest software ha estat desenvolupat per altres persones, tant físiques com jurídiques.

En aquest moment, ens trobem amb el problema que en el moment de desenvolupar un producte software és molt complicat garantir la propietat del codi. És cert que en la majoria dels països que van signar el Conveni de Berna, no cal realitzar cap tràmit per reclamar els drets d'autor ja que s'obté automàticament [5]. Tot i això, hi ha molts països del món on no existeix aquest dret i, per tant, no es pot garantir aquest dret.

En cas que es volgués registrar la propietat d'un codi, seria necessari que alguna organització, ja sigui pública o privada, guardi constància d'aquest fet. Això també s'aplica en el supòsit que el codi s'ha desenvolupat per a una altra persona o empresa. Si fos així, el procediment habitual és la formalització d'un contracte entre ambdues parts i cadascuna de les parts guarda una còpia. És per això que, les dues organitzacions són les úniques que poden garantir el canvi de propietat.

Per tant, podem veure que és complicat garantir els drets d'autor i la propietat del codi que es desenvolupa de forma còmode, immutable, i dependent d'una organització, ja sigui pública o privada. Per aquest motiu, aquest treball busca solucionar aquest problema, creant un sistema web per a poder gestionar, a través de la *blockchain* d'Ethereum, la propietat del software, tant si ha estat desenvolupat per un mateix o per un altre individu o empresa. D'aquesta manera podrem garantir els drets d'autor i la propietat del codi a través de la *blockchain*, que ens proporciona un entorn segur, immutable i que permet a qualsevol persona o organització consultar qui és el propietari de qualsevol codi.

## 1.3 Conceptes

Donat que en aquest projecte es treballarà amb una tecnologia emergent, i que encara no es coneguda i entesa per molta gent, a continuació es presenta una llista de conceptes que es faran servir en aquest projecte, que cal definir-los per a un correcte enteniment del document.

### 1.3.1 Blockchain

Una *blockchain* és una xarxa de blocs de dades que es crea a partir de la concatenació de transaccions entre els nodes de la xarxa, utilitzant la criptografia [6].

### 1.3.2 Ethereum

Ethereum és una *blockchain* descentralitzada i de codi obert, amb la principal diferència amb altres com Bitcoin de la funcionalitat de *Smart Contracts* [1].

Per altra banda, **Ether** (ETH), és la criptomoneda pròpia de la xarxa que s'utilitza per a realitzar i pagar les transaccions.

### 1.3.3 Smart contract

Es tracta de programes emmagatzemats a la pròpia *blockchain* amb els que es pot interactuar, que no es poden modificar i es comporta tal i com està escrit. És per aquest motiu, que se'ls anomenen "contractes". Si fem el símil, en un contracte típic, s'especifiquen unes condicions i es signa. Un cop signat no es pot modificar i s'ha de complir. Passant aquest concepte a la *blockchain*, és un codi on s'especifiquen les condicions i es signa per a guardar-lo a la *blockchain*. Un cop està guardat, aquest és immutable i s'executa sempre de la mateixa manera [7].

### 1.3.4 Wallet

Una *wallet* o moneder pot ser tant una aplicació o dispositiu físic amb una clau privada, i una pública per signar les transaccions. [8].

### 1.3.5 Metamask

Metamask és un servei en forma d'extensió per als principals navegadors del mercat i una aplicació per Android i iOS. Aquest permet als seus usuaris gestionar les seves *wallets*. A més, té una funcionalitat per a desenvolupadors d'aplicacions que es comuniquen amb la *blockchain* que ofereix una pasarel·la d'accés a aquestes xarxes d'una forma molt senzilla [9].

### 1.3.6 NFT

Els NFTs (*Non-Fungible Token*) és un *token* únic que es guarda a la *blockchain*. Aquest *token* pot contenir qualsevol tipus d'informació, tot i que actualment, els més coneguts són imatges,

vídeos i àudios. Per aquest motiu es parla de *Non-Fungible*, en català *No-Fungible*, donat que és un objecte que una persona posseeix però no existeix de manera física, sinó que és digital. [10].

### 1.3.7 IPFS

IPFS és una xarxa descentralitzada, semblant a la xarxa d'Ethereum dissenyat per a l'emmagatzematge i descarrega de documents a través de fitxers distribuïts per els diferents nodes de la xarxa [11].

### 1.3.8 Minar

Minar fa referència al procés de la creació d'un nou bloc de transaccions que s'afegeix a la *blockchain* [12].

### 1.3.9 Web3

Web1 s'entén com les primeres pàgines web que eren estàtiques, sense contingut dinàmic, i on no s'utilitzaven bases de dades. Més tard, a l'any 1999 va sorgir el terme Web2, que tenia com a principal característica el contingut dinàmic [13]. Ara, ha sorgit Web3 que és una continuació del Web2 amb la incorporació de la descentralització i els *tokens* [14].

## 1.4 Stakeholders

Els *stakeholders* són totes aquelles persones que interactuen amb el projecte, ja sigui perquè són part beneficiada o interessada o bé perquè els afecta. Com a actors també hem de considerar totes les persones que siguin part implicada en el desenvolupament de l'aplicació. A continuació, es presenta la llista de *stakeholders*:

- **STP Group:** L'empresa en la que es realitza el projecte és la principal afectada. L'empresa és la financera del projecte, donat que assumeix el cost econòmic de la feina del desenvolupador i caps que supervisen el projecte, sistemes necessaris per a la funcionalitat del projecte, etc. D'altra banda, també és la principal beneficiada donat que el producte final serà de la seva propietat i, per tant, es podrà explotar econòmicament.
- **Desenvolupador:** Aquest projecte serà desenvolupat per un únic desenvolupador, que és Pau Cuesta Arcos, des de la fase de planificació fins la presentació del projecte.
- **Desenvolupadors de solucions de software:** Els desenvolupadors que creen codi i tenen la necessitat o voluntat de crear una certificació de la propietat del seu codi.
- **Empreses:** Totes aquelles empreses que desenvolupin codi font i, per tant, necessiten una certificació de la propietat del seu codi, o bé empreses que necessiten adquirir un software per a necessitats específiques.

## 2 Justificació

Al realitzar el treball en col·laboració amb una empresa, va ser la pròpia empresa la que va fer una proposta d'alguns projectes que es podrien realitzar, tenint en compte les necessitats i/o interessos en l'àmbit de R+D+I en els que vol treballar.

### 2.1 Propostes

A continuació es detallen les diverses propostes que es van oferir:

- *Dashboard* de Power BI del *Planner* de tasques internes. Aquesta proposta consisteix en el desenvolupament d'una sèrie d'APIs per a poder accedir i obtenir la informació del *Planner*, eina de Microsoft utilitzada pel departament per a l'organització de les diverses tasques entre els treballadors [15], per a poder transferir-la a Power BI [16]. D'aquesta manera, gràcies a l'aplicació de Power BI, permetrem a l'empresa gestionar les tasques internes de manera molt més eficient, a més de visualitzar i analitzar d'una forma senzilla i visual les diverses dades extretes del *Planner*.
- Aplicació de gestió de localitats. Aquest projecte té com a objectiu la creació d'un sistema web per poder gestionar les localitats d'un espai concret. Inclou el desenvolupament d'una aplicació per als usuaris i possibles socis de l'espai, i una aplicació per a l'administrador de l'espai.
- Sistema de gestió de propietat de fonts i solucions de software mitjançant NFTs. Aquesta proposta té com a principal objectiu introduir-se en el món de la *Blockchain*, una nova tecnologia creada fa relativament pocs anys, concretament, amb molta més força des de l'any 2008, quan Satoshi Nakamoto va publicar un article d'un concepte de xarxa de blocs descentralitzada (*Bitcoin*) [6] [17], amb un canvi de paradigma en el desenvolupament. Aquest sistema consisteix en la creació d'un sistema web per poder gestionar la propietat de *software* mitjançant la creació d'*NFTs*.
- Mòdul d'estimacions i propostes. Consisteix en la creació d'una aplicació web per realitzar estimacions i presentar propostes a clients. Aquest projecte utilitza *Machine Learning* per realitzar les prediccions d'esforços de desenvolupament de software, en base a diferents factors com poden ser: hores, dificultat, cost, marge de benefici, estudi de les desviacions per cada perfil en anteriors projectes per cada cop, que permetrien predir amb més precisió el cost i l'esforç.

### 2.2 Selecció

Finalment, després d'analitzar les diferents opcions ofertes per l'empresa, es va decidir treballar en la tercera opció. Aquesta decisió ha estat basada, principalment, pel seu caràcter innovador i creatiu. A més, implica no només temps de desenvolupament, sinó que també hi ha la necessitat de formació en aquesta nova tecnologia, molt interessant de cara al futur.

En l'actualitat, ja existeix un *marketplace* molt conegut per a la compra-venda de NFTs, que és *OpenSea* [18]. En aquesta plataforma es poden trobar NFTs de les categories següents: art, col·leccions d'art, dominis web, música, fotografia, vídeo i altres. *OpenSea* és, data de novembre

de 2021, la plataforma d'NFTs més popular del món, amb un total de vendes de 10.390 milions de dòlars, seguit per Axie Infinity [19] amb 3.140 milions de dòlars [20].

Tot i això, no trobem una plataforma d'aquestes característiques dedicada per al software, i és aquí on aquest treball pot aportar un benefici, dissenyant aquest sistema web per gestionar la propietat del software, tant si ha estat desenvolupat per un mateix o per un altre individu o empresa.

## 3 Abast

Aquesta secció detallarà l'abast del projecte, començant amb la definició dels objectius del projecte, amb els seus subobjectius, tenint en compte tant els requisits funcionals i no funcionals, com els possibles riscos que té aquest projecte en concret.

### 3.1 Objectius

Per satisfer les necessitats especificades en la descripció del problema que busca solucionar aquest projecte, s'han d'assolir una sèrie d'objectius.

El principal objectiu del projecte és crear un NFT per cadascun dels codis que els usuaris de l'aplicació pengin, i assignar a aquests usuaris com a propietaris. Per això, es necessita desenvolupar un Smart Contract que permeti interactuar amb aquest per crear aquests NFT i guardar-los a la *blockchain* automàticament. També és necessari crear la connexió amb la *wallet* de l'usuari que està realitzant l'operació per a que aquest signi l'operació i pagui les comissions necessàries per a minar el NFT.

L'usuari, a més, ha de poder consultar els NFTs del qual és el propietari. Per aconseguir aquest objectiu hem de poder gestionar la seva sessió a través de la connexió a la seva *wallet* Ethereum. D'aquesta manera el sistema es connectarà a la *blockchain* d'Ethereum, i podrà consultar els NFTs que té associats a la seva *wallet*. Un cop obtinguts els NFTs, el sistema ha d'obtenir la informació que aquests tenen associats. El sistema també ha de permetre consultar els NFTs que altres usuaris tenen en la seva *wallet*.

L'últim objectiu principal es tracta de la transferència d'un NFT a un altre usuari. D'aquesta manera, tot i que el desenvolupament d'un codi hagi estat realitzat per una persona o empresa, la propietat del software pot ser transferida a un altre usuari.

### 3.2 Riscos

Sempre que es realitza un projecte, ja sigui de software o qualsevol altre àmbit, s'han de tenir en compte els possibles riscos que poden afectar el desenvolupament, i poden fer variar el resultat final del projecte. En aquest cas, els principals riscos i amenaces detectats són els següents:

- **Falta d'experiència en la tecnologia.** Tal i com s'ha comentat anteriorment, el principal objectiu del projecte es treballar amb una nova tecnologia com és la *blockchain*. Això implica un esforç d'aprenentatge, que pot arribar a allargar-se si no s'adquireixen de manera ràpida els conceptes i els procediments. A més, també pot afectar considerablement, a la velocitat de desenvolupament donat que no es treballa d'una forma tan àgil com si es conegués la tecnologia.
- **Errors i bugs.** Seguint amb el punt anterior, la manca d'experiència no afecta només a la velocitat del desenvolupament, sinó que també pot produir que durant el desenvolupament sorgeixin més errors i *bugs* dels habituals. Això endarrereix encara més la planificació, perquè en moltes ocasions s'haurà d'investigar el perquè de cada error i com solucionar-ho.
- **Modificacions del plantejament.** Finalitzant amb els riscos relacionats amb la falta d'experiència, hem de considerar que en algunes ocasions es desenvolupin algunes funcionalitats d'una certa manera, però a mida que es segueix el projecte i s'aprenen nous



conceptes, es reformulen certs aspectes desenvolupats amb anterioritat. Això pot afectar la velocitat de desenvolupament, i per tant, la planificació.

- **Desviacions de la planificació.** Durant el període de desenvolupament del Treball de Fi de Grau, paralel·lament es porten a terme altres tasques dins l'empresa, que en determinats moments necessitin alguna prioritat, ja sigui per data d'entrega, per un error o *bug* perquè s'hagi de solucionar ràpidament, per decisions del cap de l'equip o altres circumstàncies que es puguin originar.
- **Dates d'entrega.** Aquest projecte té la complexitat, ja explicada, de la tecnologia a desenvolupar, a més de la pròpia aplicació web per interactuar amb l'usuari. Tenir una data d'entrega per presentar el projecte, com la memòria i fer la presentació, sempre complint amb els objectius del projecte i amb certs criteris de fiabilitat, tenint en compte les possibles desviacions, pot afectar al resultat final del projecte.
- **Dependència de serveis i llibreries de tercers.** En gairebé la totalitat de projectes s'utilitzen llibreries de tercers per tal d'agilitzar el desenvolupament. A més, aquest projecte té una dependència molt gran de la xarxa d'Ethereum i dels serveis per poder accedir. En cas que alguna llibreria o servei deixés de funcionar, com és evident, afectaria el corresponent desenvolupament.

## 4 Metodologia

### 4.1 Metodologia de treball

La metodologia de treball serà de tipus *Agile* [21] i consistirà en una adaptació d'*Scrum* [22] donat que el desenvolupament serà dut a terme per una única persona.

La primera tasca és la creació del *backlog* de tasques, és a dir, d'històries d'usuari. Un cop definides totes aquestes tasques, es valoraran amb *story points*.

Els *sprints* del desenvolupament tindran una duració d'una setmana. S'iniciarà cada dimarts, aprofitant la reunió programada cada setmana amb el cap de l'equip per realitzar el seguiment del projecte.

Tenint en compte aquest aspecte, es passa a detallar com es realitzaran les cerimònies *Agile*:

- **Sprint Planning.** Aquesta sessió consisteix en preparar l'*sprint*, assignant les tasques que es duran a terme durant la setmana. Aquesta cerimònia es realitzarà en la reunió setmanal mencionada amb anterioritat.
- **Daily Scrum.** Originalment és una reunió que ha de durar uns 15 minuts i s'organitza diàriament, on cada membre de l'equip explica que ha fet el dia anterior, que ha de fer el dia d'avui, i comentar qualsevol problema o entrebanc que tingui. Com el desenvolupament es fa només per una persona, aquesta part de la cerimònia serà una feina individual introspectiva.
- **Sprint Review.** Aquesta sessió consisteix en revisar els resultats del *sprint* al finalitzar. Es realitzarà a l'inici de la reunió setmanal.
- **Sprint Retrospective.** Aquest última part de la cerimònia estarà inclosa en la **Sprint Review**, on conjuntament, s'analitzarà els resultats, la velocitat, si hi ha algun entrebanc, etc.

### 4.2 Metodologia de desenvolupament

#### 4.2.1 Sistema de Control de Versions

Per controlar els canvis que es fan al codi font, es necessita un sistema de control de versions. Aquest sistema permet guardar i fer un seguiment de tots els canvis que es realitzen a un o diversos fitxers durant el desenvolupament del codi, permetent navegar amb posterioritat entre diverses versions [23].

En aquest cas, el sistema de control de versions que utilitzarem és Git. És un sistema gratuït i de codi obert utilitzat per grans companyies del sector tecnològic com ara Google, Microsoft, Meta, etc. [23]. Es tracta d'un sistema de control distribuït. Tal i com es pot observar a la Figura 1, això ens permet tenir un repositori central amb tot l'història i, a la vegada, tenir una còpia del mateix en cada ordinador on s'està desenvolupant.

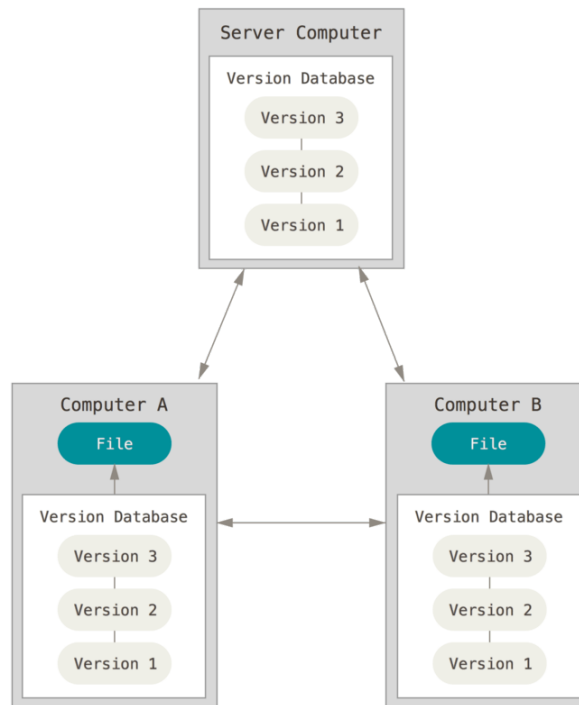


Figura 1: Sistema de control de versions distribuït. Font: Git

És força comú utilitzar gestors de repositoris Git com són GitHub, Gitlab o GitBucket, però en aquest cas, STP treballa amb servidors interns de l'empresa i on té tots els repositoris dels seus projectes. Per tant, seguint amb aquesta dinàmica, es crearà un nou repositori per a aquest projecte en el servidor i es vincularà amb una ruta interna de la pròpia xarxa interna.

Per mantenir un bon control de les diverses versions, utilitzarem l'actual gestió que utilitzem a l'empresa i que ha estat i és utilitzada per moltes empreses del sector. Com es pot veure a la Figura 2, consisteix en tenir una branca principal `main` que contindrà les versions definitives i que estan en l'entorn de producció. Aquesta branca, per tant, no sol ser molt modificada.

En canvi, la branca `develop` contindrà les versions que estan en el desenvolupament, i en la qual, s'aniran incorporant tots els canvis.

Quan es vol desenvolupar una nova funcionalitat, es crearà una nova branca `<feature/nom_de_la_funcionalitat>` partint de la branca `develop`. Un cop s'ha finalitzat el desenvolupament d'aquesta funcionalitat, es tornarà a unir a la branca `develop`.

Quan es decideix per part de l'equip, que la branca `develop` té les suficients funcionalitats i/o millores, es crearà una nova branca `release/<nom_de_la_versió>` partint d'aquesta branca `develop`. En cas que calgui fer alguna petita modificació d'última hora es podrà realitzar en aquesta branca, però en el moment de fer el `merge` de la branca amb `main`, també s'haurà d'incorporar a la branca `develop` de nou.

Per últim, a la Figura 2, es pot observar la branca `hotfix`. Aquest tipus de branca s'utilitzen quan es troba algun tipus d'error a l'aplicació que necessita ser solucionat de manera immediata i que no pot esperar a una següent versió. En aquest cas, es crearà una nova branca `hotfix/<nom_de_la_funcionalitat>` partint de la branca `main`, es solucionarà el problema i es tornarà a unir a la branca `main`, però alhora unint-la a `develop`.

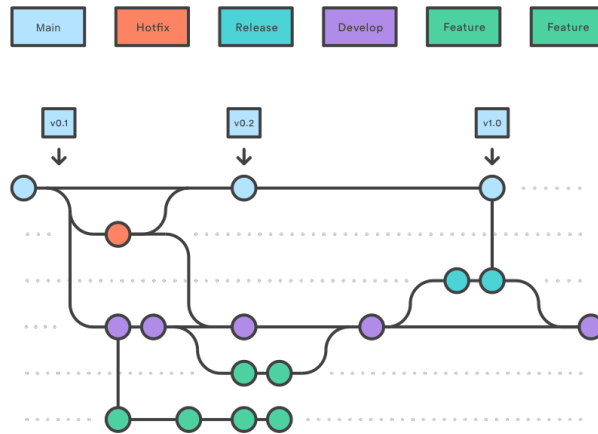


Figura 2: Diagrama de gestió de branques Gitflow. Font: Gitflow Workflow

#### 4.2.2 Entorns de desenvolupament

Durant el propi desenvolupament de l'aplicació, es farà servir un entorn de desenvolupament local de l'ordinador on es desenvolupi el sistema. A més d'aquest entorn local, existirà un entorn de test per fer les proves de l'aplicació. Finalment, també es crearà, un cop la primera versió estigui acabada, un entorn de producció per a que els usuaris puguin utilitzar el sistema.

#### 4.2.3 Testing i Software Quality

Els scripts automàtics de proves hauran de ser executats en l'entorn local de desenvolupament. A més, també s'executarà un *lint* per analitzar el codi i donar-li format per tal que sempre segueixi el mateix format. A més, aquesta eina també és capaç de detectar alguna mena de *bug*, i estructures no vàlides o ineficients.

## 5 Descripció de les tasques

### 5.1 Introducció

Tot i que el projecte es realitza en una empresa, es tracta d'una proposta nova, que no s'ha treballat abans i, que a més, només serà realitzada per mi mateix. Les tasques que es tractaran en aquest document seran totes les tasques del projecte entre l'1 de febrer i el 17 de juny, dates d'inici i finalització del conveni amb l'empresa. Estic realitzant una jornada laboral de 8 hores diàries, però no les dedico en la seva totalitat a aquest treball, sinó que vaig compaginant la jornada amb altres tasques que tinc assignades dins l'empresa. Per tant, durant aquest període, dedicaré la meitat del temps de treball a aquest projecte, és a dir, un total de 388h. A aquestes hores, haurem de sumar el temps dedicat a la redacció del document final, que inclou la gestió del projecte, així com la preparació de la presentació final que es realitzarà l'última setmana del mes de juny. Aquest temps està valorat en 180 hores, aproximadament, de feina. La suma d'aquestes dues quantitats dona 560 hores de dedicació total a l'elaboració d'aquest treball.

### 5.2 Tasques

#### 5.2.1 Tasques de gestió i documentació

- **GD1 - Contextualització i abast (25h).** Revisió de la documentació a Atenea i redacció del primer lliurament de la gestió del projecte amb el context, justificació, abast i metodologia com a continguts. **Dependències:** Cap.
- **GD2 - Planificació temporal (8h).** Revisió dels documents relatius a l'entrega i redacció del segon lliurament de la gestió del projecte. Aquest document es basa en la planificació del treball. **Dependències:** GD1.
- **GD3 - Pressupost i sostenibilitat (10h).** Aquesta tasca consisteix en revisar la documentació associada que es troba a Atenea i documentar el pressupost del projecte, així com fer un informe de sostenibilitat. **Dependències:** GD2.
- **GD4 - Integració document final (20h).** Unificar en un sol document els diferents lliuraments de les tres tasques anteriors i adaptar el seu contingut per una millor interrelació entre els diferents apartats. **Dependències:** GD3.
- **GD5 - Documentació del treball (80h).** Redactat de la resta de les fases i desenvolupament del treball. **Dependències:** GD4.
- **GD6 - Preparació de la presentació final (30h).** Elaboració de les diapositives i el guió de la presentació final i practicar-ho. **Dependències:** GD5.
- **GD7 - Reunions de seguiment amb el director (10h).** Tot i que hi haurà un seguiment continu, també hi ha programada una reunió de mitja hora cada setmana per fer un seguiment més exhaustiu i on es farà el *sprint planning*. **Dependències:** Cap.
- **GD8 - Reunions de seguiment amb el ponent (10h).** Reunions periòdiques amb el ponent per fer un seguiment del projecte. **Dependències:** Cap.

## 5.2.2 Tasques de desenvolupament

Totes les tasques descrites a continuació, excepte les de la Fase inicial, inclouen tant el temps de desenvolupament de la pròpia funcionalitat com el desenvolupament i execució dels tests unitaris i d'integració.

### Fase inicial

- **FI1 - Formació (100h)**. Formació en tecnologia Blockchain, Xarxa Ethereum, NFTs, Solidiy, Smart Contracts i ReactJS. **Dependències:** Cap.
- **FI2 - Especificació de requisits (10h)**. Identificació dels diferents requisits i funcionalitats del sistema. **Dependències:** Cap.
- **FI3 - Disseny inicial de l'aplicació web (25h)**. Es realitzarà un *mockup* de l'aplicació amb els diferents menús i opcions que té l'usuari al seu abast. **Dependències:** FI2.
- **FI4 - Preparació de l'entorn (5h)**. Creació del repositori de Git, instal·lació del software necessari i configuració de llibreries. **Dependències:** FI2.

### Smart Contract

- **SM1 - Desenvolupament Smart Contract (40h)**. Es tracta de crear l'Smart Contract principal de l'aplicació, que permetrà crear els NFTs i interactuar posteriorment amb ells, i penjar-lo correctament a la xarxa descentralitzada d'Ethereum. **Dependències:** FI1, FI4

### Gestió d'usuari

- **GU1- Inici de sessió (5h)**. Crear la connexió amb la wallet instal·lada al navegador i esperar que l'usuari accepti la sol·licitud enviada des del sistema per accedir a les dades públiques. **Dependències:** FI1.
- **GU2 - Gestió d'usuari (20h)**. Crear els diferents formularis i gestionar la informació que l'usuari vulgui subministrar al sistema. **Dependències:** GU1.
- **GU3 - Consultar perfil (5h)**. Creació de la pantalla d'informació d'usuari que es pot consultar a través de la direcció pública dels usuaris. **Dependències:** Cap.

### Gestió de NFTs

- **GC1 - Crear un nou NFT (40h)**. Crear el formulari per carregar el codi i introduir la corresponent informació, gestionar la càrrega del codi a un servidor descentralitzat i crear el nou NFT connectant-se a l'Smart Contract de l'aplicació. Aquesta funció permetrà penjar un codi de l'ordinador o bé vincular el compte de GitHub i obtenir el codi d'un repositori de l'usuari. **Dependències:** SM1.
- **GC2 - Transferir propietat del NFT (20h)**. Crear el formulari per transferir la propietat d'un NFT i gestionar aquest canvi a través de l'Smart Contract i del propi NFT penjat prèviament a la *blockchain* d'Ethereum. **Dependències:** GC1

- **GC3 - Marcar NFTs com a favorits (10h)**. Aquesta tasca consisteix en gestionar quan un usuari marca un NFT com a favorit. Aquesta informació s'ha de guardar per mostrar-la posteriorment. **Dependències:** CC1, CC2, CC3
- **GC4 - Consulta del codi d'un NFT en VSCode (15h)**. Opció en la consulta d'un codi per obrir una nova pestanya en el navegador amb una instància de Visual Studio Code online per a navegar pel codi de forma molt més còmoda. **Dependències:** CC1

## Consulta de NFTs

- **CC1 - Consultar un NFT (20h)**. Es crearà la pantalla on es mostrarà tota la informació del NFT, amb l'historial d'accions que ha succeït des que s'ha penjat a la xarxa. A més, permetrà navegar entre els diferents fitxers i carpetes. **Dependències:** Cap, coneixent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.
- **CC2 - Consultar NFTs d'un usuari (10h)**. Creació de les pantalles per consultar els NFTs d'altres usuaris de l'aplicació i obtenir la informació de la blockchain. **Dependències:** Cap, sabent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.
- **CC3 - Consultar NFTs del propi usuari (25h)**. Es tracta de crear pantalles per poder consultar el llistat dels NFTs creats per l'usuari, els marcats com a favorits i dels que l'usuari és propietari. **Dependències:** Cap, coneixent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.
- **CC4 - Consulta de NFTs més visitats (15h)**. Consisteix en obtenir la informació dels NFTs més visitats pels usuaris de la plataforma i mostrar-la en la pantalla inicial. **Dependències:** Cap, coneixent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.
- **CC5 - Consulta de NFTs més favorits (15h)**. Consisteix en obtenir la informació dels NFTs més favorits pels usuaris de la plataforma i mostrar-la en la pantalla inicial. **Dependències:** Cap, coneixent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.
- **CC6 - Consulta de NFTs per llenguatge (15h)**. Es tracta d'obtenir els NFTs que estiguin escrits pel llenguatge seleccionat i mostrar la informació en la pantalla inicial. **Dependències:** Cap, coneixent com són les estructures dels NFTs no hi ha cap dependència.

## 5.3 Eines i recursos

Per un projecte, els recursos més rellevants són els humans. En aquest cas, estarà format per 3 persones. En primer lloc, jo mateix (**P**), com a desenvolupador del projecte. En segon lloc, necessitem el director del Projecte, l'Elías Cid (**EC**), qui s'encarregarà de realitzar el seguiment més exhaustiu i facilitant el *feedback* del progrés. Per últim, el ponent del projecte, Carles Farré **CF**, amb qui em reuniré periòdicament per mostrar els avenços, i donarà suport quan sigui necessari; també serà molt útil el seu *feedback* i

ajuda durant tot el procés d'elaboració de la documentació del treball i preparació de la presentació.

El treball serà realitzat a l'oficina i a casa, donat que actualment a l'empresa es treballa amb format híbrid. En qualsevol dels casos, sempre es comptarà amb un mínim de material necessari per treballar amb certes condicions. Aquests recursos materials bàsics són una taula i una cadira. A més, per desenvolupar les diverses tasques és necessari un ordinador, en aquest cas portàtil, subministrat per l'empresa. A casa, utilitzaré un teclat, un ratolí i un monitor de 24" per a una major comoditat.

Finalment, a continuació relacionaré els recursos tecnològics necessaris per realitzar aquest treball de forma satisfactòria:

- **VSC - Visual Studio Code:** Editor de codi pel desenvolupament del projecte.
- **GIT - Git:** Eina de control de versions.
- **MO - Office:** Eines per a la documentació, càlculs, etc. (*Word, Excel*), i per la comunicació interna (*Outlook, Teams*).
- **GS - Google Suite:** Eines per emmagatzematge de fitxers i documentació, i comunicació amb el ponent.
- **B - Brave:** Navegador utilitzat per a la recerca d'informació i execució del codi del projecte.
- **IPFS - IPFS:** Servidor descentralitzat per l'emmagatzematge de fitxers i informació.
- **TS - TeXstudio:** Eina de redacció de documents amb  $\text{\LaTeX}$ , utilitzada per la redacció del projecte.
- **Z - Zotero:** Eina per gestionar la bibliografia del projecte.
- **GP - Gantt Project:** Eina per crear el diagrama de Gantt de l'apartat 6.1.
- **A - Atenea:** Descàrrega de recursos per la realització de la gestió de projectes i eina d'entrega d'aquesta gestió.
- **S - Servidor:** Servidor propi de l'empresa on el penjarà el codi.
- **F - Figma:** Aplicació per realitzar dissenys d'interfícies.



## 6 Estimacions i Gantt

A la Taula 10 es pot veure un resum de totes les tasques comentades anteriorment, amb el número d'hores, dependències i recursos necessaris per realitzar-les.

| ID    | Tasca                          | Hores | Dependències  | Recursos                             |
|-------|--------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------|
| GD1   | Contextualització i abast      | 25h   | -             | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, TS, Z, A  |
| GD2   | Planificació temporal          | 8h    | GD1           | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, TS, A, GP |
| GD3   | Pressupost i sostenibilitat    | 10h   | GD2           | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, TS, A     |
| GD4   | Integració document final      | 20h   | GD3           | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, TS, Z, A  |
| GD5   | Documentació del treball       | 80h   | GD4           | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, TS, Z, A  |
| GD6   | Preparació presentació final   | 30h   | GD5           | P, EC, CF, OFF, MO, GS, B, Z, A      |
| G67   | Reunions amb el director       | 10h   | -             | P, EC, OFF                           |
| G68   | Reunions amb el ponent         | 10h   | -             | P, CF, OFF, GS                       |
| FI1   | Formació                       | 100h  | -             | P, VSC, B, IPFS, IF                  |
| FI2   | Especificació de requisits     | 10h   | -             | P, EC, MO, B, TS                     |
| FI3   | Disseny de l'aplicació web     | 25h   | FI2           | P, EC, F                             |
| FI4   | Preparació de l'entorn         | 5h    | FI2           | P, GIT, B                            |
| SM1   | Desenvolupament Smart Contract | 40h   | FI1           | P, VSC, GIT, B, IPFS, IF             |
| GU1   | Inici de sessió                | 5h    | FI1           | P, VSC, GIT, B                       |
| GU2   | Gestió d'usuari                | 20h   | GU1           | P, VSC, IF, GIT, S, IPFS, B          |
| GU3   | Consultar perfil               | 5h    | GU1           | P, VSC, IF, GIT, S, IPFS, B          |
| GC1   | Crear un nou NFT               | 40h   | SM1           | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| GC2   | Transferir propietat del NFT   | 20h   | GC1           | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| GC3   | Marcar NFTs com a favorits     | 10h   | CC1, CC2, CC3 | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| GC4   | Consulta en VSCode             | 15h   | CC1           | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC1   | Consultar un NFT               | 20h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC2   | Consultar NFTs d'un usuari     | 10h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC3   | Consultar NFTs de l'usuari     | 25h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC4   | Consultar NFTs més consultats  | 15h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC5   | Consultar NFTs més favorits    | 15h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| CC6   | Consultar NFTs per llenguatge  | 15h   | -             | P, VSC, IF, GIT, B, IPFS, S          |
| TOTAL |                                | 588h  |               |                                      |

Taula 1: Resum tasques. Font: Elaboració pròpia

## 6.1 Diagrama de Gantt

A la Figura 3 es pot veure el diagrama de Gantt corresponent a la planificació d'aquest treball respecte les tasques comentades anteriorment.

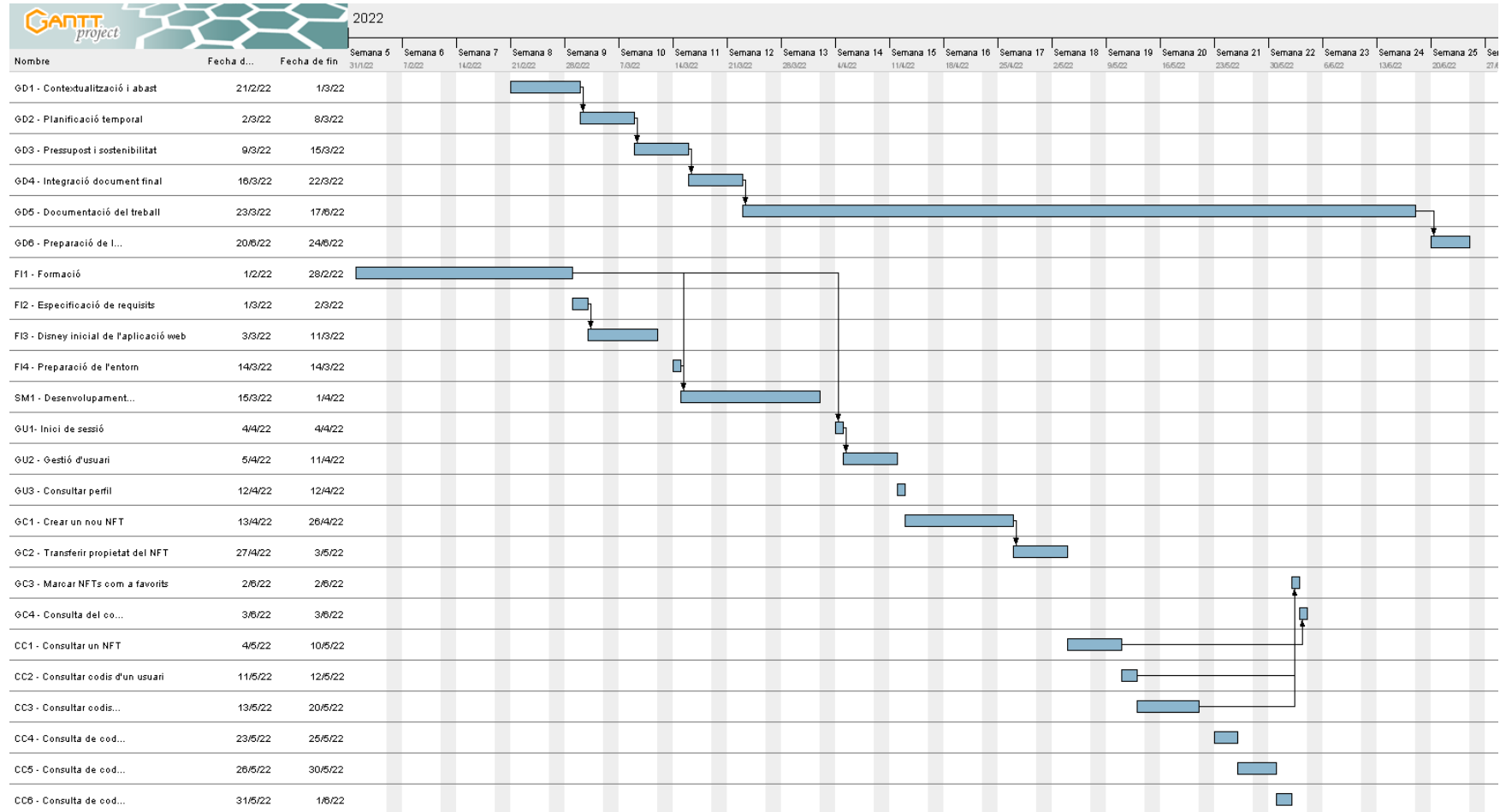


Figura 3: Diagrama de Gantt de les tasques del projecte. Font: Elaboració pròpia

## 7 Gestió del risc

A l'apartat 3.2 vam considerar una sèrie de riscos potencials que podrien afectar a la velocitat del desenvolupament del projecte i, per tant, a l'entrega del mateix, influint en la qualitat del document final o del producte. A continuació es repassaran els diversos riscos identificats i veurem formes de mitigar-los o evitar-los.

### 7.1 R1 - Falta d'experiència en la tecnologia

**Descripció:** Prèviament a aquest treball, cap desenvolupador de l'empresa ni jo mateix hem treballat amb aquesta tecnologia, per tant, l'ajuda en cas d'estancament pot ser més difícil o el propi desenvolupament pot trigar més temps.

**Probabilitat:** La probabilitat d'estancament o de lentitud en alguna ocasió és alta.

**Severitat:** Mitja. Ja està previst en la planificació en la durada de les tasques. Tot i així, en algun cas podria fer augmentar el número d'hores d'alguna tasca.

**Estratègia de mitigació:** La formació en aquesta nova tecnologia és molt important, per això al principi requereix una gran esforç d'aprenentatge a través de cursos i cerca d'informació a Internet.

### 7.2 R2 - Errors i *bugs*

**Descripció:** Ens trobem amb un dels riscos que apareixen en tots els projectes de software, sense importar el nivell d'experiència dels seus desenvolupadors o del coneixement de l'entorn. Sempre apareix algun *bug* o error.

**Probabilitat:** Com s'ha comentat, en tot projecte es troba durant el desenvolupament algun *bug*, per tant la probabilitat que succeeixi és molt alta.

**Severitat:** Mitja. Com en el cas anterior, també està previst en la durada de les tasques en la secció de planificació explicada anteriorment.

**Estratègia de mitigació:** Hi ha una manera de mitigar-los i identificar-los. Estem parlant dels tests, tant unitaris com d'integració. Aquests són claus a l'hora de detectar errors sempre que es realitzin correctament i el *coverage* sigui del 100% o gairebé.

### 7.3 R3 - Modificacions del plantejament

**Descripció:** Aquest és un risc que pot sorgir enmig del desenvolupament, quan després de realitzar una tasca o part d'aquesta, es reconsidera la manera de programar-la per a un benefici posterior, o per incompatibilitats amb altres tasques del projecte.

**Probabilitat:** Aquest risc es considera que té una probabilitat baixa, ja que es realitza una bona gestió del projecte.

**Severitat:** Donat que aquest risc faria refer part del desenvolupament, la severitat podria arribar a ser moderadament alta, també dependent de la tasca en qüestió.

**Estratègia de mitigació:** La manera d'evitar que succeeixi aquest risc és realitzar correctament les reunions de seguiment, tant amb el director com el ponent del projecte, per tal de discutir els processos i així preveure amb antelació aquest possible risc.

## 7.4 R4 - Desviació de la planificació

**Descripció:** La jornada laboral actual és de 8 hores diàries, però el temps destinat a aquest treball és aproximadament la meitat de les hores. No obstant això, en funció de la setmana i la urgència d'altres tasques que tingui durant aquest temps, pot afectar a la previsió inicial de la planificació.

**Probabilitat:** Basant-me en el temps treballat a l'empresa, i algunes de les tasques que he realitzat, la probabilitat és entre baixa i mitja. Pot passar, però no en gran magnitud.

**Severitat:** Com s'ha comentat, en cas que aparegui aquest problema, no seria de gran severitat, ja que no afectaria a moltes hores de diferència.

**Estratègia de mitigació:** En cas que una setmana dediqués molt temps a una altra tasca, la setmana següent la dedicaria més a fer aquest treball, compensant així el temps perdut.

## 7.5 R5 - Dates d'entrega

**Descripció:** Les dates d'entrega són fixes i pot no ser suficient per presentar el treball amb tots els objectius i criteris de fiabilitat complerts.

**Probabilitat:** La probabilitat és molt baixa donada la planificació temporal marcada per cadascuna de les tasques.

**Severitat:** La severitat de no tenir a temps el projecte per la data fixada per la Universitat és molt alta, ja que pot afectar considerablement a la nota final.

**Estratègia de mitigació:** Per reduir el risc al mínim o evitar-lo completament, s'ha de seguir la planificació el màxim possible i evitar deixar tasques per més endavant, com per exemple la redacció del document final, tasca que habitualment es posposada fins als últims dies per part dels estudiants.

## 7.6 R6 - Dependència de serveis i llibreries de tercers

**Descripció:** En la majoria de projectes s'utilitzen llibreries de tercers per tal d'agilitzar el desenvolupament. A més, en aquest projecte es té una dependència molt gran de la xarxa d'Ethereum. En cas que alguna llibreria o servei deixés de funcionar, comportaria aturar el desenvolupament.

**Probabilitat:** Baixa. Els serveis que s'utilitzen són desenvolupats i mantinguts per empreses de prestigi.

**Severitat:** En cas que la xarxa d'Ethereum o algun altre servei o llibreria deixessin de funcionar es considera una severitat baixa.

**Estratègia de mitigació:** En el cas que la xarxa principal Ethereum deixés de funcionar, no afectaria al desenvolupament del projecte. Existeixen diferents xarxes per realitzar tests i utilitzar-les en entorns de desenvolupament. A més, sempre es pot executar una xarxa local i treballar amb ella. Respecte els serveis per connectar-se a les xarxes, existeixen quatre que funcionen molt similar: Metamask, Infura, Alchemy i Moralis. Per tant, es podria canviar la configuració i migrar a un altre servei. Finalment, en el cas de les llibreries, sempre es revisarà la informació, com les empreses que l'utilitzen, mètriques, etc. En el supòsit menys probable que deixés de funcionar, es realitzaria una cerca de llibreries similars.

## 8 Pressupost

Un cop ja especificades les tasques i estimació temporal del projecte fins a la seva finalització, hem de realitzar el pressupost del projecte per veure la viabilitat o no del mateix. Per aquest pressupost s'ha de considerar: els recursos humans necessaris, equipament tecnològic (tant *hardware* com *software*), costos generals (Internet, electricitat, material, logística, etc), els impostos que s'apliquen, contingències i imprevistos.

### 8.1 Identificació i estimació de costos

#### 8.1.1 Recursos humans

Com ja s'ha comentat en anteriors apartats, aquest treball es realitza en col·laboració amb una empresa però, tot i així, serà realitzat per una sola persona. És per aquest motiu que, per realitzar els càlculs econòmics es tindran en compte dues variants:

- **Cas projecte:** Una única persona treballa en el projecte i el salari d'aquesta és de 9€ bruts l'hora, tal i com estableix la Normativa de pràctiques acadèmiques externes de la Facultat d'Informàtica de Barcelona. A aquest cost se li ha de sumar 1,41€ + IVA l'hora que l'empresa ha d'abonar a la universitat en concepte de manteniment del servei i costos de gestió [24].
- **Cas real:** Un equip de persones de l'empresa treballa en el projecte amb rols diferenciats i, en conseqüència, cadascun d'aquests tindrà un salari. Donat el desconeixement del cost que té per a l'empresa, així com el salari de cada treballador, s'han obtingut les dades d'una contractació pública d'una universitat pública de Catalunya amb l'empresa STP, consistent en el manteniment i evolució d'un sistema informàtic. Aquests costos, però, no són els reals per a una empresa, atès que inclouen el benefici [25]. A partir d'aquestes dades i consultant d'altres a través de la plataforma *Glassdoor* [26], d'on obtenim els salaris mitjos anuals, calculem el salari brut per hora treballada dividint aquest salari brut per 1.724 (número d'hores mitjanes treballades en convenis a Espanya l'any 2021 [27]), i multiplicant per 1,3 obtenim el cost total, incloent la Seguretat Social a càrrec de l'empresa. Així s'ha arribat a unes dades d'una previsió de costos que es descriuen a la Taula 2. Per a una major precisió, sense tenir en compte els beneficis d'un projecte, s'utilitzaran els costos de *Glassdoor*, donat que tal i com es pot veure a continuació, els preus amb beneficis es troben força inflats.

| Perfil   | Cost (Cas projecte) | Cost amb benefici | Cost <i>Glass-door</i> (x1.3) | Cost (Cas real) |
|--|---------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| [CP] Cap de projecte                             | 10,71€              | 60,00€            | 33,93€                        | 33,93€          |
| [A] Analista programador                         | 10,71€              | 45,00€            | 28,59€                        | 28,59€          |
| [DG] Dissenyador gràfic i d'experiència d'usuari | 10,71€              | 45,00€            | 25,09€                        | 25,09€          |
| [PF] Programador <i>Frontend</i>                 | 10,71€              | 43,00€            | 29,58€                        | 29,58€          |
| [PB] Programador <i>Blockchain</i>               | 10,71€              | 43,00€            | 30,16€                        | 30,16€          |

Taula 2: Recursos humans del projecte amb els seus costos. Font: Elaboració pròpia

Un cop hem analitzat els costos per cadascun dels rols que formen part d'aquest projecte, es pot especificar, a la Taula 3, el cost que tindrà cadascuna de les tasques detallades en el Diagrama de Gantt, separades per cada rol, i finalment amb el total corresponent.

| ID           | Tasca                                  | Hores<br>Totals | Hores (h) |    |    |      |     | Cost (Cas<br>projecte)<br>(€) | Cost (Cas<br>real)<br>(€) |
|--------------|--|-----------------|-----------|----|----|------|-----|-------------------------------|---------------------------|
|              |  |                 | CP        | AP | DG | PF   | PB  |                               |                           |
| GD1          | Contextualització i abast              | 25h             | 5         | 20 |    |      |     | 267,75                        | 741,45                    |
| GD2          | Planificació temporal                  | 8h              | 7         | 1  |    |      |     | 85,68                         | 266,10                    |
| GD3          | Pressupost i sostenibilitat            | 10h             | 10        |    |    |      |     | 107,10                        | 339,30                    |
| GD4          | Integració document final              | 20h             | 18        | 2  |    |      |     | 214,20                        | 667,92                    |
| GD5          | Documentació del treball               | 80h             | 50        | 30 |    |      |     | 856,80                        | 2.554,20                  |
| GD6          | Preparació de la presentació final     | 30h             | 30        |    |    |      |     | 321,30                        | 1.017,90                  |
| G67          | Reunions de seguiment amb el director* | 10h             | 10        | 10 |    | 10   | 10  | 428,40                        | 1222,60                   |
| G68          | Reunions de seguiment amb el ponent*   | 10h             | 10        | 10 |    | 10   | 10  | 428,40                        | 1222,60                   |
| FI1          | Formació                               | 100h            |           |    |    | 50   | 50  | 1071,00                       | 2.987,00                  |
| FI2          | Especificació de requisits             | 10h             | 3         | 7  |    |      |     | 107,10                        | 301,92                    |
| FI3          | Disney inicial de l'aplicació web      | 25h             |           |    | 25 |      |     | 267,75                        | 627,25                    |
| FI4          | Preparació de l'entorn                 | 5h              |           |    |    | 2,5  | 2,5 | 53,55                         | 149,06                    |
| SM1          | Desenvolupament Smart Contract         | 40h             |           |    |    |      | 40  | 428,40                        | 1.206,40                  |
| GU1          | Inici de sessió                        | 5h              |           |    |    | 3    | 2   | 53,55                         | 149,06                    |
| GU2          | Gestió d'usuari                        | 20h             |           |    |    | 10   | 10  | 214,20                        | 597,40                    |
| GU3          | Consultar perfil                       | 5h              |           |    |    | 2,5  | 2,5 | 53,55                         | 149,35                    |
| GC1          | Crear un nou NFT                       | 40h             |           |    |    | 15   | 25  | 428,40                        | 1.197,70                  |
| GC2          | Transferir propietat del NFT           | 20h             |           |    |    | 5    | 15  | 214,20                        | 600,30                    |
| GC3          | Marcar NFTs com a favorits             | 10h             |           |    |    | 2,5  | 7,5 | 107,10                        | 300,15                    |
| GC4          | Consulta del codi d'un NFT en VSCode   | 15h             |           |    |    | 12   | 3   | 160,65                        | 445,44                    |
| CC1          | Consultar un NFT                       | 20h             |           |    |    | 15   | 5   | 214,20                        | 594,50                    |
| CC2          | Consultar NFTs d'un usuari             | 10h             |           |    |    | 7    | 3   | 107,10                        | 297,54                    |
| CC3          | Consultar NFTs del propi usuari        | 25h             |           |    |    | 17,5 | 7,5 | 267,75                        | 743,85                    |
| CC4          | Consulta de NFTs més consultats        | 15h             |           |    |    | 10   | 5   | 160,65                        | 446,60                    |
| CC5          | Consulta de NFTs més favorits          | 15h             |           |    |    | 10   | 5   | 160,65                        | 446,60                    |
| CC6          | Consulta de NFTs per llenguatge        | 15h             |           |    |    | 10   | 5   | 160,65                        | 446,60                    |
| <b>Total</b> |  | <b>588h</b>     |           |    |    |      |     | <b>6.940,08€</b>              | <b>19.719,08€</b>         |

Taula 3: Taula dels costos estimats de les tasques. Font: Elaboració pròpia

\* Només es té en compte un cop per al còmput total

### 8.1.2 Equipament hardware

Per desenvolupar el software del projecte, és necessari tenir un mínim d'equipament físic on poder treballar, com són un ordinador, un teclat i un ratolí; i, en aquest cas, també un monitor secundari per treballar amb una major comoditat. A la Taula 4 s'observen els costos i les amortitzacions d'aquests elements. Per al càlcul de les amortitzacions, hem seguit la taula d'amortitzacions publicades per Hisenda, segons el Reial Decret 1777/2004 [28].

El cost de l'amortització es realitza de la següent manera:

$$\frac{\text{Cost (Euros)}}{\text{Vida útil (Anys)} \times \text{Hores dedicades/any}} \times \text{Duració projecte (h)}$$

| Material                           | Cost      | Vida útil (Anys) | Amortització   |
|------------------------------------|-----------|------------------|----------------|
| Portàtil MSI GP63 Leopard 8RE [29] | 1.389,00€ | 4                | 156,30€        |
| Teclat Logitech MX Keys [30]       | 88,05€    | 4                | 9,91€          |
| Ratolí MX Master 3 [31]            | 78,99€    | 4                | 8,89€          |
| Monitor BenQ GW2470HE [32]         | 99,00€    | 4                | 11,14€         |
| <b>TOTAL</b>                       |           |                  | <b>186,24€</b> |

Taula 4: Taula dels costos del equipament de hardware necessari en el cas del projecte. Font: Elaboració pròpia

Per obtenir els costos del projecte en el cas real, hauríem de multiplicar aquestes xifres per 5. D'aquesta manera, els 5 integrants del projecte disposarien de l'equip necessari per al desenvolupament.

### 8.1.3 Equipament software

A la Taula 5 s'especifiquen els costos dels diferents programaris software necessaris per al desenvolupament, comunicació i execució del projecte. Com es pot veure, la majoria dels productes són softwares gratuïts. D'altra banda, les llicències de Microsoft Office són de tipus mensual. En el cas de qualsevol programa informàtic, segons Hisenda, es pot amortitzar en un període mínim de 3 anys, donat que el percentatge màxim és del 33% [28].

Per al cas de la subscripció de Microsoft Office, és de 10,50€ mensual per cada usuari [33]. Per tant, en el cas real, com pel que fa als equips informàtics *hardware*, s'haurien d'adquirir 5 llicències.

El servidor utilitzat per al projecte es tracta d'un App Service d'Azure de nivell bàsic amb un cost mensual de 54,75€ [34], [35].

Tant la subscripció com el pagament del servidor mensual, que són els dos únics serveis de pagament, són despeses no amortitzables, ja que al ser subscripcions no són bens que posseïx l'empresa.



| Software           | Cost (Anual)   |
|--------------------|----------------|
| Visual Studio Code | Gratuït        |
| Git                | Gratuït        |
| Microsoft Office   | 52,50€         |
| Google Suite       | Gratuït        |
| Brave              | Gratuït        |
| IPFS               | Gratuït        |
| TeXstudio          | Gratuït        |
| Zotero             | Gratuït        |
| Gantt Project      | Gratuït        |
| Servidor           | 273,75€        |
| Figma              | Gratuït        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>326,25€</b> |

Taula 5: Taula dels costos del software requerit per al projecte. Font: Elaboració pròpia

A continuació hem de considerar els costos generals del projecte com poden ser el material d'oficina (taula, cadira) o altres elements com són els desplaçaments, electricitat, etc. Per al primer cas, l'amortització mínima que Hisenda permet aplicar és de 10 anys. [28]. D'altra banda, el cost del desplaçament es farà tenint en compte el preu de la benzina en data de la gestió inicial d'aquest projecte (març 2022), que és de 1,689€ el litre de carburant [36], sent 6 quilòmetres d'anada i tornada. Això fa un total de 0.81€ per cada jornada que es desplaça, que són dos cops per setmana. El cost de l'electricitat es calcula a partir de la suma dels elements que s'han comentat anteriorment, que són: l'ordinador (180W [37]), el monitor (23W [32]) i un parell de llums (20W cadascuna). En total, 243 W de consum, tant si em trobo a l'oficina com teletreballant a casa durant 97 dies laborables entre les dates d'inici i finalització del conveni, a 0,45€/dia. El preu a data de la gestió del projecte amb el que es realitzaran els càlculs és de 0,32335€/kWh de mitjana [38]. Finalment, donat que treballo més dies a casa que a l'oficina, el càlcul s'ha realitzat valorant els elements que tinc a casa.

Tenint en compte aquests aspectes, a la Taula 6 es poden consultar els costos generals del projecte. Aquesta taula reflecteix el cas del projecte, i per obtenir els costos en un cas real, s'hauria de multiplicar per 5.

### 8.1.4 Costos generals

| Costos           | Cost    | Amortització   |
|------------------|---------|----------------|
| Taula [39], [40] | 268,00€ | 12,06€         |
| Cadira [41]      | 89,95€  | 4,00€          |
| Desplaçament     | 32,40€  | No aplica      |
| Electricitat     | 43,65€  | No aplica      |
| Internet [42]    | 48,90€  | No aplica      |
| <b>TOTAL</b>     |         | <b>141,01€</b> |

Taula 6: Taula dels costos dels costos generals del projecte. Font: Elaboració pròpia

Per últim, hem de considerar els costos dels diversos riscos i imprevistos esmentats i documentats anteriorment. Aquests costos estan especificats a la Taula 7. En el cas del projecte, es calcula el temps multiplicat pel cost/hora (10,71€). En canvi, per al cas real, com aquests riscos i imprevistos afectaran als desenvolupadors (tant *frontend* com *blockchain*), es multiplica el temps per la mitja dels dos salaris en parts iguals (29,87€).

| Risc                           | Probabilitat | Temps | Cas Projecte (€) |                | Cas Real (€) |                |
|--------------------------------|--------------|-------|------------------|----------------|--------------|----------------|
|                                |              |       | Cost estimat     | Cost           | Cost estimat | Cost           |
| Falta d'experiència            | 50%          | 20h   | 214,20           | 107,10         | 597,40       | 298,70         |
| Errors i <i>bugs</i>           | 80%          | 20h   | 214,20           | 171,36         | 597,40       | 477,92         |
| Modificacions del plantejament | 5%           | 20h   | 214,20           | 10,71          | 597,40       | 29,87          |
| Desviació del planning         | 15%          | 5h    | 53,55            | 8,03           | 149,35       | 22,40          |
| Dates d'entrega                | 5%           | 10h   | 107,10           | 5,36           | 298,70       | 14,94          |
| Dependència de tercers         | 5%           | 5h    | 53,55            | 2,68           | 149,35       | 7,47           |
| <b>TOTAL</b>                   |              |       |                  | <b>305,24€</b> |              | <b>851,30€</b> |

Taula 7: Taula dels costos dels imprevistos. Font: Elaboració pròpia

Un cop revisats i desglossats tots els costos del projecte, podem calcular el cost total estimat del projecte. Es pot veure en la següent taula, 8, el cost de cada partida i el total del projecte.

Per a aquest projecte, s'ha establert uns costos de contingència del 15%, tenint en compte que els projectes informàtics és entre el 10% i 20%.

|                       | Cost (Cas Projecte) | Cost (Cas Real)   |
|-----------------------|---------------------|-------------------|
| Costos de les tasques | 6.940,08€           | 19.719,08€        |
| Costos Generals       | 653,50€             | 1976,90€          |
| Contingència          | 1.139,04€           | 3.254,40€         |
| Imprevistos           | 305,24€             | 851,30€           |
| <b>TOTAL</b>          | <b>9.037,86€</b>    | <b>25.801,68€</b> |

Taula 8: Taula dels costos totals del projecte. Font: Elaboració pròpia

## 8.2 Control de gestió

Fins ara hem realitzat l'estimació prèvia a l'inici del projecte, i per tant, és una estimació prevista i no pas la definitiva. Durant el desenvolupament cal tenir constància dels costos i dedicació real per tal de comparar el que s'ha estimat amb la realitat. Això s'aconseguirà tenint comptabilitzades aquestes dades. A mida que es vagin dedicant hores a una tasca, s'anirà guardant aquest valor per tal d'aconseguir les diverses desviacions que pugui tenir el projecte:

Desviació temporal en preu = (cost estimat – cost real) × hores dedicades

Desviació en consum = (consum hores estimades - consum hores reals) × cost estimat

Desviació en costos imprevistos = cost imprevist estimat - cost imprevist real

Desviació total hores = hores estimades - hores reals

Desviació total costos = costos totals estimats - costos totals reals

Un cop finalitzat el desenvolupament es realitzaran els càlculs, i així s'obtindran els desviaments finals del projecte, podent-los desglossar i analitzar si s'han estimat o no correctament aquests costos i el perquè de les desviacions.

## 9 Especificació del sistema

### 9.1 Requisits funcionals

Els requisits funcionals són aquells que defineixen els efectes de la funcionalitat del sistema de software que ha de tenir en el seu entorn. En aquest apartat es realitza l'estudi dels requisits funcionals que s'apliquen a aquest sistema.

#### 9.1.1 Diagrama de casos d'ús

Els diagrames de comportament UML permeten documentar el comportament i interacció entre els diversos casos d'ús que apliquen. La Figura 4 mostra aquest diagrama en el qual es pot observar que només existeix una entitat que interacciona amb el sistema, l'usuari.

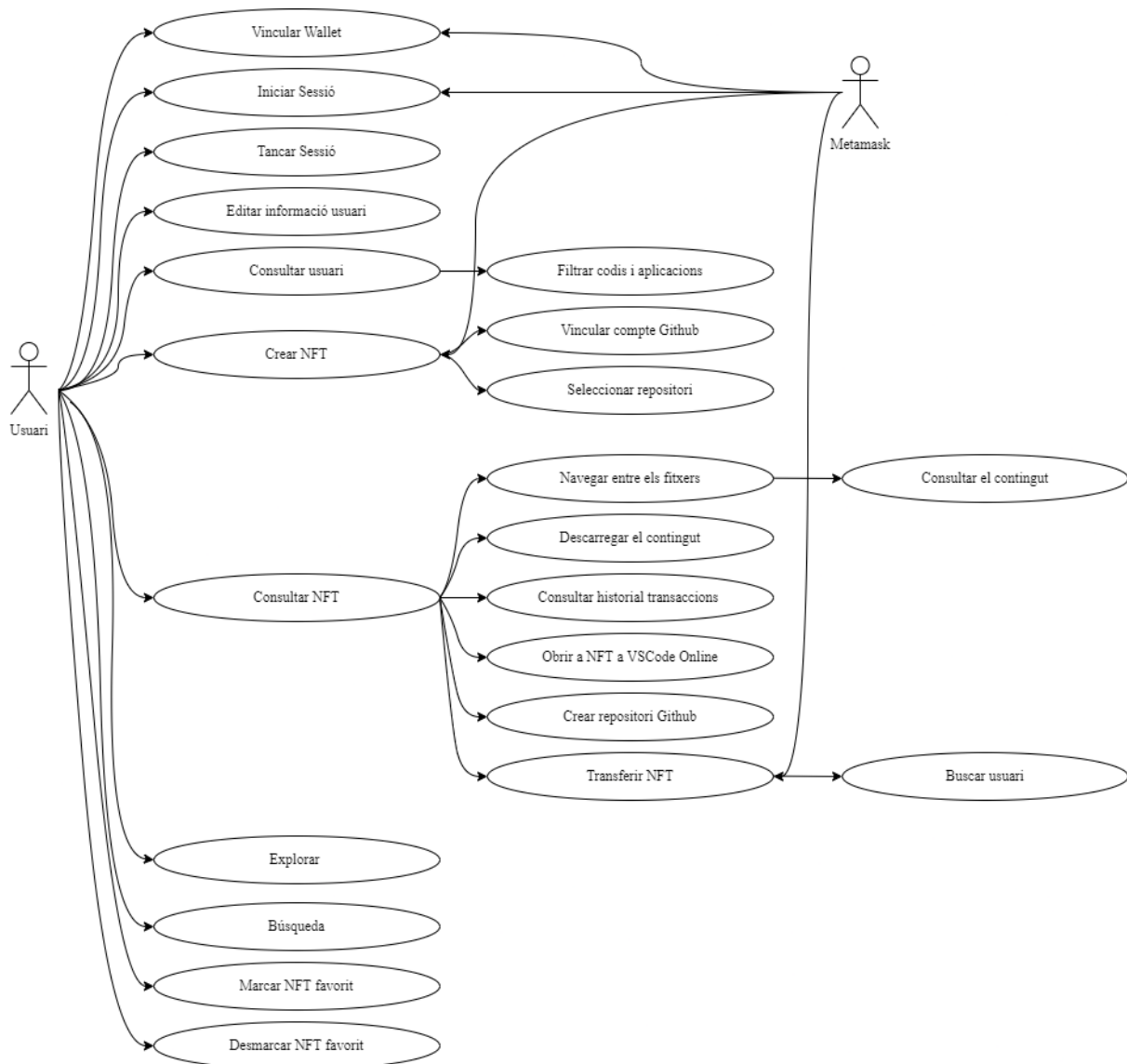


Figura 4: Diagrama de casos d'ús UML. Font: Elaboració pròpia

### 9.1.2 Casos d'ús *brief style*

En aquesta secció s'especifiquen les funcionalitats del sistema indicades en el diagrama de casos d'ús en format *brief style*.

- UC01 - Vincular *wallet*. L'usuari pot vincular la seva *wallet* amb el proveïdor de *Metamask*. La vinculació serà efectiva fins la seva desvinculació per part de l'usuari a l'extensió
- UC02 - Iniciar sessió. L'usuari pot iniciar sessió signant una operació dins l'extensió de *Metamask* per tal d'autoritzar-lo dins l'aplicació.
- UC03 - Tancar sessió. L'usuari pot tancar la seva sessió i eliminar les seves dades.
- UC04 - Editar informació personal. L'usuari pot modificar les seves dades personals en un formulari.
- UC05 - Consultar usuari. L'usuari pot consultar el seu propi perfil o d'un altre usuari.
- UC06 - Filtrar codis i aplicacions. L'usuari pot filtrar els codis i aplicacions d'un usuari per "Codis", "Aplicacions", "Creaats" i "Favorits".
- UC07 - Crear NFT. L'usuari pot crear un nou NFT introduint la informació relativa i adjuntant els fitxers.
- UC08 - Vincular compte de Github. L'usuari pot vincular el seu compte de Github amb el sistema.
- UC09 - Seleccionar repositori. L'usuari pot seleccionar un repositori propi d'on obtenir els fitxers.
- UC10 - Consultar NFT. L'usuari pot consultar la informació de qualsevol NFT penjat a la plataforma.
- UC11 - Navegar entre els fitxers. L'usuari pot navegar entre els diferents directoris i fitxers existents en el NFT.
- UC12 - Consulta el contingut. L'usuari pot consultar el contingut dels fitxers que el sistema pot llegir.
- UC13 - Descarregar el contingut - L'usuari pot descarregar els fitxers del NFT que s'està consultant.
- UC14 - Consultar historial de transaccions - L'usuari pot consultar la informació detallada de qualsevol de les transaccions a través d'un enllaç directa a l'aplicatiu web Etherscan.
- UC15 - Obrir NFT a VSCode Online - L'usuari pot obrir el codi de l'aplicació a Visual Studio Code Online.
- UC16 - Crear repositori a Github. L'usuari pot crear un repositori privat al seu compte de Github amb el codi del NFT que està consultant.
- UC17 - Transferir NFT. L'usuari propietari d'un NFT pot transferir la propietat del codi a un altre usuari, sigui o no usuari de l'aplicació.

- UC18 - Introduir usuari. L'usuari pot buscar usuaris existents a la plataforma o introduir l'adreça de la *wallet* d'una persona per a transferir el NFT.
- UC19 - Explorar. L'usuari pot accedir a la pantalla d'explorar per veure NFTs de la plataforma.
- UC20 - Cerca. L'usuari pot fer una recerca a la barra superior de l'aplicació.
- UC21 - Marcar NFT favorit. L'usuari pot marcar un NFT com a favorit.
- UC22 - Desmarcar NFT favorit. L'usuari pot desmarcar un NFT que havia marcat com a favorit.

En aquest treball, quan es fa referència a *codi* s'entén com un únic o conjunt de fitxers i directoris que formen part de l'adjunt dels NFTs, dels quals es vol garantir l'autoria.

### 9.1.3 Casos d'ús detallats

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC01 - Vincular <i>wallet</i></b>                    |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari  |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té instal·lada l'extensió Metamask             |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol accedir al seu perfil i carregar les dades |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click a l'icona de la foto.</li> <li>2. Es mostra un <i>popup</i> indicant que ha d'acceptar la vinculació.</li> <li>3. L'extensió de Metamask mostra una nova pantalla demanant confirmació per a la vinculació.</li> <li>4. L'usuari selecciona la <i>wallet</i> que desitja vincular.</li> <li>5. L'usuari confirma la vinculació.</li> <li>6. Metamask notifica al sistema l'acceptació i informa de l'adreça.</li> <li>7. Es carrega la fotografia de l'usuari i permet accedir al menú.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>5a. L'usuari denega la vinculació. <ol style="list-style-type: none"> <li>5a.1. Es tanca el popup de Metamask.</li> <li>5a.2. Es tanca el popup de l'aplicació.</li> </ol> </li> </ol>  |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Acció</b>  | <b>UC02 - Iniciar sessió</b>  |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari  |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té instal·lada l'extensió Metamask i té la sessió iniciada |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol iniciar sessió   |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click a un botó que impliqui iniciar sessió.</li> <li>2. L'aplicació comparteix amb Metamask el codi a signar per l'usuari.</li> <li>2. Metamask mostra un popup amb la sol·licitud de firma</li> <li>4. L'usuari signa aquest missatge.</li> <li>5. Metamask envia la signatura a l'aplicació.</li> <li>6. El sistema verifica la signatura.</li> <li>7. El sistema desencadena l'acció que l'usuari volia realitzar.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2a. L'usuari no té la <i>wallet</i> vinculada. <ol style="list-style-type: none"> <li>2a.1. Es realitza el cas d'ús UC01.</li> </ol> </li> <li>4a. L'usuari cancel·la la signatura. <ol style="list-style-type: none"> <li>4a.1. El sistema informa l'usuari que no pot realitzar l'acció sense l'inici de sessió.</li> </ol> </li> </ol>  |   |

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Acció</b>  | <b>UC03 - Tancar sessió</b>    |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari                         |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té la sessió iniciada |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol tancar sessió     |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |                                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari obre el menú fent click a la seva fotografia.</li> <li>2. L'usuari prem el botó de tancar la sessió.</li> <li>3. El sistema elimina les dades de l'usuari.</li> <li>4. No es permet obrir el menú personal.</li> </ol>   |                                |
| <b>Extensions</b>   |                                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>3a. L'usuari es troba en una pantalla en la que es necessita que l'usuari tingui la sessió iniciada. <ol style="list-style-type: none"> <li>3a.1. Es demana confirmació per part de l'usuari per no perdre els canvis realitzats.</li> <li>3a.2. L'usuari confirma el tancament de sessió.</li> <li>3a.3. Es realitzen les accions 3 i 4.</li> <li>3a.4. Es redirigeix a l'usuari a la pantalla inicial. <ol style="list-style-type: none"> <li>3a.2a. L'usuari cancel·la el tancament de sessió. <ol style="list-style-type: none"> <li>3a.2a.1. Es tanca el missatge.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |                                |

|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC04 - Editar informació usuari</b> |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                                 |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té la sessió iniciada         |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol editar les seves dades    |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari obre el menú fent click a la seva fotografia.</li> <li>2. L'usuari prem el botó de configuració.</li> <li>3. El sistema mostra el formulari.</li> <li>4. L'usuari omple els camps que desitja omplir i/o modificar.</li> <li>5. L'usuari prem el botó de guardar.</li> <li>6. El sistema guarda les dades.</li> </ol> |  |
| <b>Extensions</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>6a. L'usuari ha modificat la seva fotografia. <ol style="list-style-type: none"> <li>6a.1. El sistema actualitza la imatge en el menú superior.</li> </ol> </li> </ol>  |  |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Acció</b>  | <b>UC05 - Consultar usuari</b>   |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari                           |
| <b>Precondició</b>  | Cap                              |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol consultar un usuari |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |                                  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un usuari.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació d'usuari.</li> <li>3. El sistema carrega en la pantalla tota la informació de l'usuari.</li> </ol>                   |                                  |
| <b>Extensions</b>   |                                  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1a. L'usuari té la seva <i>wallet</i> vinculada. <ol style="list-style-type: none"> <li>1a.1. L'usuari fa click a la seva fotografia.</li> <li>1a.2. L'usuari prem el botó per accedir al perfil.</li> <li>1a.3. Es continua per l'acció 2.</li> </ol> </li> </ol> |                                  |



|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC06 - Filtrar codis i aplicacions</b>                  |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari   |
| <b>Precondició</b>   | Cap  |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol consultar els codis i aplicacions de l'usuari |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un usuari.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació d'usuari.</li> <li>3. El sistema mostra els diferents filtres per als codis i les aplicacions disponibles.</li> <li>4. L'usuari prem la pestanya que vol consultar.</li> <li>5. El sistema mostra els codis i/o aplicacions públics de l'usuari per al filtre seleccionat.</li> </ol>   |  |
| <b>Extensions</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1a. L'usuari té la seva <i>wallet</i> vinculada. <ol style="list-style-type: none"> <li>1a.1. L'usuari fa click a la seva fotografia.</li> <li>1a.2. L'usuari prem el botó per accedir al perfil.</li> <li>1a.3. Es continua per l'acció 2.</li> </ol> </li> <li>5a. L'usuari té la sessió iniciada i està consultant el seu propi perfil. <ol style="list-style-type: none"> <li>5a.1. El sistema mostra els codis i/o aplicacions públics i privats de l'usuari per al filtre seleccionat.</li> </ol> </li> </ol> |  |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Acció</b>   | <b>UC07 - Crear NFT</b>        |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                         |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té la sessió iniciada |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol crear un nou NFT  |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |                                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en el botó de crear.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla de creació.</li> <li>3. L'usuari introdueix les dades obligatòries.</li> <li>4. L'usuari prem el botó de guardar.</li> <li>5. El sistema prepara el codi penjat per l'usuari.</li> <li>6. El sistema una sol·licitud a Metamask per a la signatura de la transacció.</li> <li>7. El sistema, a través de Metamask, demana a l'usuari acceptar i signar la transacció.</li> <li>8. L'usuari confirma la transacció.</li> <li>9. El sistema crea el nou NFT.</li> <li>10. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> </ol>  |                                |
| <b>Extensions</b>  |                                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>4a. L'usuari no introdueix algun dels camps obligatoris. <ol style="list-style-type: none"> <li>4a.1. El sistema mostra un missatge d'error.</li> <li>4a.2. Es torna al punt 3.</li> </ol> </li> <li>8a. L'usuari denega la transacció. <ol style="list-style-type: none"> <li>8a.1. El sistema mostra un missatge d'error informant que ha d'acceptar per a poder prosseguir.</li> <li>8a.2. Es torna al punt 4.</li> </ol> </li> <li>8b. L'usuari no té prou criptomonedes disponibles a la seva <i>wallet</i> per tal de pagar les comissions de la transacció. <ol style="list-style-type: none"> <li>8a.1. El sistema mostra un missatge d'error informant que ha d'obtenir prou Ethers per a realitzar la transacció.</li> <li>8a.2. Es torna al punt 4.</li> </ol> </li> </ol> |                                |

|   |   |
|---|---|
| <b>Acció</b>  | <b>UC08 - Vincular compte de Github</b>   |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari  |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té la sessió iniciada. L'usuari no ha vinculat prèviament el compte de Github. |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari desitja vincular el seu compte de GitHub                                       |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un botó que requereix accedir a la informació de GitHub de l'usuari.</li> <li>2. El sistema obre una nova finestra en el navegador amb una direcció d'inici de sessió de Github.</li> <li>3. L'usuari introdueix les seves credencials d'accés.</li> <li>4. Github mostra una pantalla de l'autorització que l'aplicació demana.</li> <li>5. L'usuari confirma aquesta autorització.</li> <li>6. El sistema tanca automàticament aquesta nova finestra.</li> <li>7. El sistema vincula el compte de Github amb l'usuari actual.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2a. L'usuari ja té la sessió iniciada de Github en el navegador. <ol style="list-style-type: none"> <li>2a.1. Es passa al punt 4.</li> </ol> </li> <li>5a. L'usuari denega l'autorització. <ol style="list-style-type: none"> <li>5a.1. El sistema tanca automàticament la finestra.</li> <li>5a.2. Es mostra un missatge d'error a l'usuari i no es realitza cap altra acció.</li> </ol> </li> </ol>  |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC09 - Seleccionar repositori</b>   |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari   |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té la sessió iniciada. L'usuari té vinculat prèviament el compte de Github. |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari desitja seleccionar un repositori per a penjar els fitxers                  |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en el botó de seleccionar un repositori.</li> <li>2. L'aplicació mostra un popup amb un camp desplegable amb tots els repositoris (públics i privats) de l'usuari.</li> <li>3. L'usuari selecciona un repositori del llistat.</li> <li>4. L'usuari prem el botó d'acceptar.</li> <li>5. El sistema tanca el popup.</li> <li>6. S'informa a l'usuari del repositori seleccionat i desapareix el quadre de pujada de fitxers.</li> </ol> |  |
| <b>Extensions</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>4a. L'usuari no selecciona cap repositori. <ol style="list-style-type: none"> <li>4a.1. Es demana a l'usuari que seleccioni un repositori.</li> <li>4a.2. Es torna al punt 3.</li> </ol> </li> <li>4b. L'usuari prem el botó de cancel·lar. <ol style="list-style-type: none"> <li>4b.1. El sistema tanca el popup i no es realitza cap altra acció.</li> </ol> </li> </ol>   |  |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| <b>Acció</b>  | <b>UC10 - Consultar NFT</b>   |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari                        |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té accés al NFT      |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol consultar un NFT |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |                               |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema carrega en la pantalla tota la informació del NFT.</li> </ol> |                               |
| <b>Extensions</b>   |                               |
| <p>3a. El NFT es privat i no pertany a l'usuari.</p> <p>3a.1. El sistema mostra un missatge d'error indicant que no té permisos per a consultar el NFT.</p> <p>3a.2. El sistema redirigeix l'usuari a la pantalla d'inici</p>   |                               |

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC11 - Navegar entre els fitxers</b>     |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                                      |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                    |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol consultar els fitxers d'un NFT |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema carrega un apartat amb els directoris i fitxers del NFT.</li> <li>4. L'usuari fa click en una carpeta.</li> <li>5. El sistema actualitza el llistat de fitxers i carpetes dins la carpeta seleccionada.</li> <li>6. L'usuari prem l'icona d'anar enrere.</li> <li>7. El sistema torna a carregar el llistat de fitxers i carpetes de nivell superior.</li> </ol> |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC12 - Consulta el contingut</b>                       |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari  |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                                  |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol consultar el contingut dels fitxers d'un NFT |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema carrega un apartat amb els directoris i fitxers del NFT.</li> <li>4. L'usuari fa click en un fitxer.</li> <li>5. El sistema mostra el contingut del fitxer indicant el número de línia.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>  |   |
| <p>4a. El fitxer no admet el tipus de fitxer per a la seva lectura.</p> <p>4a.1. Es mostra un missatge de fitxer no admès.</p>   |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC13 - Descarregar el contingut</b>        |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari  |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                      |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol descarregar els fitxers d'un NFT |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema carrega un apartat amb els directoris i fitxers del NFT.</li> <li>4. L'usuari prem l'icona de descarregar.</li> <li>5. El sistema descarrega els fitxers en format zip a l'ordinador de l'usuari.</li> </ol> |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC14 - Consultar historial de transaccions</b>          |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari   |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                                   |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol consultar l'historial de transaccions del NFT |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema carrega una taula amb l'historial de transaccions del NFT.</li> <li>4. L'usuari prem el botó d'enllaç en una de les files de l'historial.</li> <li>5. L'aplicació obre una nova pestanya en el navegador accedint a la pàgina web d'Etherscan, apuntant al <i>hash</i> de la transacció per consultar totes les dades detallades.</li> </ol> |  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC15 - Obrir NFT a VSCode Online</b>     |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                                      |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                    |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari consulta el codi del NFT a VS Code |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. L'usuari prem el botó d'obrir a VSCode.</li> <li>4. El sistema informa de la creació d'un repositori privat per a obrir el VS Code.</li> <li>5. L'usuari confirma l'acció.</li> <li>6. El sistema crea un nou repositori de Github privat al compte de l'usuari amb el codi.</li> <li>7. S'obre una nova pestanya amb el Visual Studio Code online apuntant al repositori creat.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>3a. L'usuari no té el compte de Github vinculat. <ol style="list-style-type: none"> <li>3a.1. Es realitza el cas d'ús UC09.</li> <li>3a.1. Es continua al pas 4.</li> </ol> </li> <li>5a. L'usuari denega l'acció. <ol style="list-style-type: none"> <li>5a.1. Es tanca el missatge i no realitza cap acció.</li> </ol> </li> </ol>  |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Acció</b>   | <b>UC16 - Crear repositori a Github</b>   |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                                    |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari té accés al NFT                  |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol crear un repositori del codi |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. L'usuari prem el botó de crear repositori a Github.</li> <li>4. El sistema informa a l'usuari que es crearà un repositori privat al seu compte.</li> <li>5. L'usuari confirma l'acció.</li> <li>6. El sistema crea un nou repositori de Github privat al compte de l'usuari amb el codi.</li> <li>7. S'obre una nova pestanya amb el repositori de Github creat.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>  |   |
| <p>3a. L'usuari no té el compte de Github vinculat.</p> <p>3a.1. Es realitza el cas d'ús UC09.</p> <p>3a.1. Es continua al pas 4.</p> <p>5a. L'usuari denega l'acció.</p> <p>5a.1. Es tanca el missatge i no realitza cap acció.</p>   |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC17 - Transferir NFT</b>   |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari   |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari és propietari del NFT. L'usuari té la <i>wallet</i> vinculada |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol transferir el NFT a una altra <i>wallet</i>               |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en un enllaç de l'aplicació relatiu a un NFT.</li> <li>2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pantalla d'informació del NFT.</li> <li>3. El sistema mostra el botó de transferir el NFT.</li> <li>4. L'usuari prem aquest botó.</li> <li>5. El sistema mostra un popup amb un camp per introduir la nova <i>wallet</i>.</li> <li>6. L'usuari introdueix l'adreça de la <i>wallet</i> a la qual vol transferir el NFT.</li> <li>7. L'usuari prem el botó d'acceptar.</li> <li>8. El sistema demana, a través de Metamask, la confirmació i signatura de la transacció.</li> <li>9. L'usuari signa la transacció.</li> <li>10. El sistema tanca el popup.</li> <li>11. El sistema actualitza el propietari del NFT.</li> <li>12. El sistema elimina el botó de transferir.</li> <li>13. El sistema actualitza la taula de transaccions.</li> </ol> |  |
| <b>Extensions</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>7a. L'usuari no ha indicat cap adreça ni seleccionat cap usuari. <ol style="list-style-type: none"> <li>7a.1. Es mostra un missatge d'error.</li> <li>7a.2. Es torna al pas 6.</li> </ol> </li> <li>7b. L'usuari prem el botó de cancel·lar. <ol style="list-style-type: none"> <li>7b.1. Es tanca el popup i no realitza cap altra acció.</li> </ol> </li> <li>8a. L'usuari denega la transacció. <ol style="list-style-type: none"> <li>8a.1. Es tanca aquesta sol·licitud i es mostra un missatge d'error.</li> </ol> </li> <li>8b. L'usuari no té prou criptomonedes per poder pagar les comissions de la transacció. <ol style="list-style-type: none"> <li>8b.1. Es tanca aquesta sol·licitud i es mostra un missatge d'error.</li> </ol> </li> <li>10a. El codi és privat.</li> <li>10b. Es redirigeix l'usuari a la pantalla d'inici de l'aplicació.</li> </ol> |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Acció</b>   | <b>UC18 - Introduir usuari</b>   |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari   |
| <b>Precondició</b>   | L'usuari és propietari del NFT. L'usuari té la <i>wallet</i> vinculada |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol buscar un usuari a transferir el NFT                      |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari introdueix text en comptes de l'adreça.</li> <li>2. Es mostra un autocompletat d'usuaris que continguin el text escrit en el seu nom d'usuari.</li> <li>3. L'usuari selecciona un d'aquests usuaris.</li> </ol> |  |
| <b>Extensions</b>  |  |
| <p>1a. No existeix cap usuari que en el seu nom d'usuari contingui el text escrit.</p> <p>1a.1. El sistema mostra un missatge en el desplegable indicant que no hi ha opcions per a seleccionar</p>  |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Acció</b>  | <b>UC19 - Explorar</b>                          |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari  |
| <b>Precondició</b>  | Cap   |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol explorar els NFTs de la plataforma |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem l'enllaç d'explorar en el menú.</li> <li>2. El sistema redirigeix l'usuari a la pantalla per explorar.</li> <li>3. El sistema mostra per defecte el llistat de NFTs públics ordenats per data de creació.</li> <li>4. L'usuari navega entre les diverses pestanyes que existeixen.</li> <li>5. El sistema mostra els NFTs públics corresponents al filtre de la pestanya seleccionada.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>   |   |
| <p>2a. L'usuari té la <i>wallet</i> vinculada. 2a.1. El sistema mostra per defecte el llistat de NFTs públics i privats ordenats per data de creació.</p> <p>2a.2. Es continua al pas 4.</p> <p>4a. L'usuari té la <i>wallet</i> vinculada.</p> <p>4a.1. El sistema mostra els NFTs públics i privats de l'usuari corresponents al filtre de la pestanya seleccionada.</p>  |   |



|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <b>Acció</b>   | <b>UC20 - Cerca</b>                   |
| <b>Actor principal</b>   | Usuari                                |
| <b>Precondició</b>   | Cap                                   |
| <b>Trigger</b>   | L'usuari vol buscar un NFTs o usuaris |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>   |                                       |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa clic en la barra de cerca del menú superior.</li> <li>2. L'usuari escriu un text en aquesta barra.</li> <li>3. El sistema mostra en forma de llistat els NFTs públics que continguin en el seu nom, descripció o <i>tags</i> el text escrit.</li> <li>4. El sistema mostra en forma de llistat els comptes d'usuari que continguin en el seu nom o nom d'usuari el text escrit.</li> <li>5. L'usuari pressiona sobre un dels NFTs o usuaris.</li> <li>6. El sistema navega a la pantalla d'informació del NFT o usuari seleccionat.</li> </ol> |                                       |
| <b>Extensions</b>  |                                       |
| <p>2a. L'usuari té la <i>wallet</i> vinculada. 2a.1. El sistema mostra en forma de llistat els NFTs públics i privats de l'usuari que continguin en el seu nom, descripció o <i>tags</i> el text escrit.</p> <p>2a.2. Es continua al pas 4.</p> <p>2b. No existeix cap NFT que compleixi el paràmetre de cerca.</p> <p>2b.1. En el llistat de NFTs apareix un missatge indicant que no existeixen resultats.</p> <p>2c. No existeix cap usuari que compleixi el paràmetre de cerca.</p> <p>2c.1. En el llistat d'usuaris apareix un missatge indicant que no existeixen resultats.</p>               |                                       |

|   |  |
|---|--|
| <b>Acció</b>  | <b>UC21 - Marcar NFT favorit</b>         |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari                                   |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té la <i>wallet connectada</i>  |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol marcar un NFT com a favorit |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en el cor d'un dels NFTs que el sistema mostra per pantalla.</li> <li>2. El sistema registra l'acció.</li> <li>3. El sistema omple el cor de color vermell i actualitza la xifre de favorits d'aquest NFT.</li> </ol> |  |
| <b>Extensions</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1a. L'usuari no té la sessió iniciada.</li> <li>1a.1. Es realitza el cas UC02.</li> <li>1a.2. Es continua en el pas 2.</li> </ol>  |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Acció</b>  | <b>UC22 - Desmarcar NFT favorit</b>         |
| <b>Actor principal</b>  | Usuari                                      |
| <b>Precondició</b>  | L'usuari té la <i>wallet connectada</i>     |
| <b>Trigger</b>  | L'usuari vol desmarcar un NFT com a favorit |
| <b>Escenari principal d'èxit</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari fa click en el cor d'un dels NFTs que el sistema mostra per pantalla.</li> <li>2. El sistema registra l'acció.</li> <li>3. El sistema buida el cor de color vermell i es torna blanc, i actualitza la xifra de favorits d'aquest NFT.</li> </ol> |   |
| <b>Extensions</b>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1a. L'usuari no té la sessió iniciada. <ol style="list-style-type: none"> <li>1a.1. Es realitza el cas UC02.</li> <li>1a.2. Es continua en el pas 2.</li> </ol> </li> </ol>  |   |

## 9.2 Requisits no funcionals

Per a que el projecte sigui un èxit, no només ha de complir els requisits funcionals, sinó que també necessita satisfer els requisits no funcionals. En el cas d'aquest projecte, els requisits no funcionals treballats a partir de la plantilla de Volere [43] a satisfer són:

|   |  |
|---|--|
| <b>Requisit</b>   | <b>RNF01 - Estil</b>   |
| <b>Descripció</b>   | L'aplicació ha de produir sensació de seguretat  |
| <b>Justificació</b>   | L'aplicació utilitza pagaments en criptomonedes i té com a finalitat la gestió de propietats |
| <b>Criteris d'acceptació</b>  |  |
| - Com a mínim el 70% dels usuaris de l'aplicació han de tenir la sensació que poden confiar en l'aplicació. |  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF02 - Fàcil d'utilitzar</b>  |
| <b>Descripció</b>  | L'aplicació ha de ser fàcil d'utilitzar i ha d'evitar que els usuaris facin accions perilloses sense voler-ho |
| <b>Justificació</b>  | L'aplicació és crítica ja que gestiona propietats i treballa amb carteres de criptomonedes                    |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema ha de garantir en un 90% que els usuaris no realitzin una acció involuntària.</li> <li>- Al cap d'una setmana d'ús, el 75% dels usuaris han de saber utilitzar el sistema sense dificultat.</li> </ul> |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF03 - Aprenentatge</b>  |
| <b>Descripció</b>  | L'aplicació ha de poder ser usat per els usuaris sense haver de rebre cap formació prèvia. |
| <b>Justificació</b>  | El sistema és complex, i utilitza una tecnologia relativament nova                         |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El 80% dels usuaris no poden tancar l'aplicació perquè no saben com realitzar una acció.</li> <li>- Al cap d'una setmana d'ús, el 75% dels usuaris han de saber utilitzar el sistema sense dificultat.</li> </ul> |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Requisit</b>   | <b>RNF04 - Comprensió i cortesia</b>                                     |
| <b>Descripció</b>   | El sistema ha d'utilitzar símbols i paraules comprensibles pels usuaris. |
| <b>Justificació</b>   | Al sistema es pot accedir des de qualsevol indret del món.               |
| <b>Criteris d'acceptació</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El 95% dels usuaris han d'entendre tots els textos i icones de l'aplicació.</li> </ul> |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF05 - Precisió</b>  |
| <b>Descripció</b>  | El sistema informarà les comissions de les transaccions amb els decimals necessaris                          |
| <b>Justificació</b>  | El sistema treballa amb criptomonedes que el seu valor dels decimals equivalen a moltes diferències en euros |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El 100% de les operacions mostraran tots els decimals que siguin informats al sistema.</li> </ul> |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Requisit</b>   | <b>RNF06 - Interfície amb sistemes adjacents</b>  |
| <b>Descripció</b>   | El sistema web ha de poder-se executar en les últimes versions dels navegadors web més utilitzats |
| <b>Justificació</b>   | El sistema ha de ser accessible al màxim d'usuaris possibles                                      |
| <b>Criteris d'acceptació</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema ha de ser accessible des dels quatre navegadors on l'extensió Metamask està accessible (Microsoft Edge, Google Chrome, Mozilla Firefox i Brave).</li> </ul> |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF07 - Adaptabilitat</b>   |
| <b>Descripció</b>  | El producte ha de poder ser utilitzat en qualsevol mercat on es parli anglès |
| <b>Justificació</b>  | El sistema ha de ser accessible al màxim d'usuaris possibles                 |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El 100% del sistema ha d'estar escrit per ser entès per qualsevol persona que parli o entengui l'anglès.</li> </ul> |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF08 - Accés</b>   |
| <b>Descripció</b>  | El sistema ha de garantir que l'usuari només tingui accés a la informació amb permís |
| <b>Justificació</b>  | El sistema és crític ja que gestiona propietats                                      |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |  |
| - El sistema no permet cap actualització de cap dada no associada amb el compte de l'usuari. |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Requisit</b>   | <b>RNF09 - Integritat</b>  |
| <b>Descripció</b>   | L'aplicació ha de garantir que l'usuari no introdueixi dades errònies        |
| <b>Justificació</b>   | El sistema és crític ja que gestiona propietats i treballa amb criptomonedes |
| <b>Criteris d'acceptació</b>  |  |
| - El sistema ha de garantir en un 90% que els usuaris no introdueixin dades errònies. |  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Requisit</b>  | <b>RNF10 - Privacitat</b>   |
| <b>Descripció</b>  | El sistema ha de garantir la privacitat de les dades obtingudes de l'usuari |
| <b>Justificació</b>  | El sistema ha de complir la llei de protecció de dades                      |
| <b>Criteris d'acceptació</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El producte ha d'informar a l'usuari de l'ús de les dades obtingudes.</li> <li>- El sistema no pot compartir dades privades de l'usuari.</li> <li>- El sistema notificarà a l'usuari en cas de canvis de política.</li> </ul> |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Requisit</b>                                       | <b>RNF11 - Legalitat</b>  |
| <b>Descripció</b>                                     | El sistema ha de complir amb les lleis  |
| <b>Justificació</b>                                   | Qualsevol sistema s'ha de regir per les lleis del país o comunitat on té mercat |
| <b>Criteris d'acceptació</b>                          |   |
| - El sistema ha de garantir el compliment de la RGPD. |   |

### 9.3 Model conceptual

Per poder satisfer els requisits funcionals descrits, el sistema ha de treballar amb un conjunt de dades especificades en la Figura 5 seguint l'estàndard del Model conceptual de dades UML.

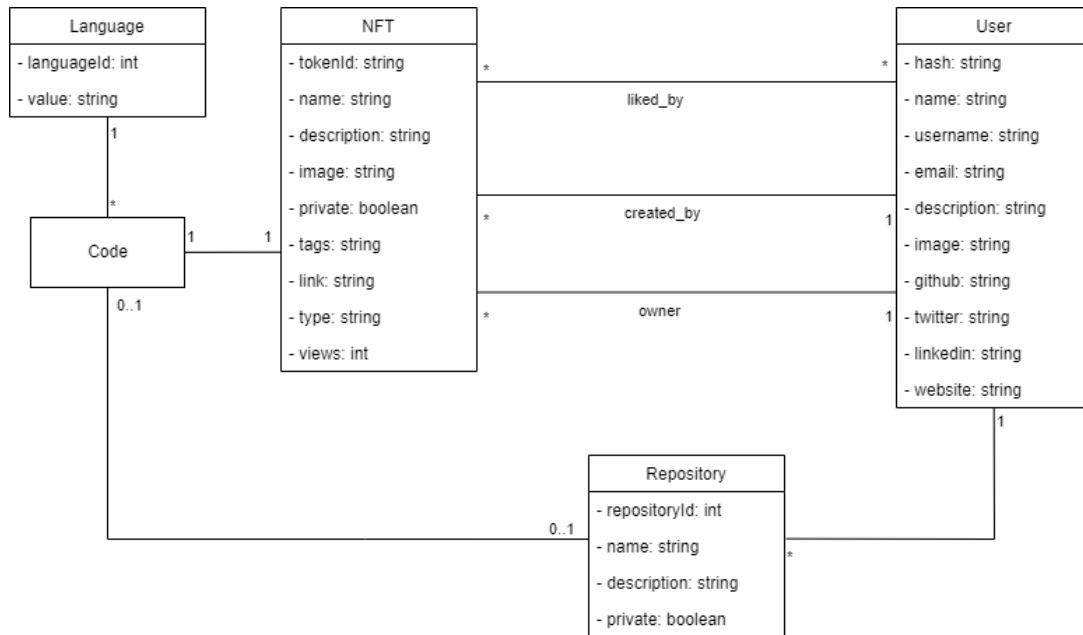


Figura 5: Model conceptual de dades - Especificació. Font: Elaboració pròpia

### Restriccions textuais

- **RT1.** Claus externes de les classes no associatives: (NFT, tokenId); (User, hash), (Language, languageId), (Repository, repositoryId)

*Aclariment.* Donat que en aquest projecte, un usuari està relacionat amb una cartera virtual, no es diferencia entre persona física o jurídica. Per tant, ambdues opcions encaixen en el model **User** del domini.

Un cop especificats tots el requisits del sistema, gràcies a l'eina **Figma** s'ha fer un primer disseny de l'aplicació (*mockup*) per facilitar la tasca de desenvolupament a l'hora de dissenyar i maquetar l'aplicació web amb la qual l'usuari interactuarà. Es pot consultar el disseny a la següent adreça: <https://www.figma.com/file/fmFQDg0bhITeOAB2wa1LLa/WEB?node-id=0%3A1>

## 10 Disseny del sistema

### 10.1 Arquitectura física

El nostre sistema està conformat per diversos serveis que interaccionen entre sí, amb el *frontend* de l'aplicació com a nucli central. A la Figura 6 es poden veure com interaccionen les diverses parts.

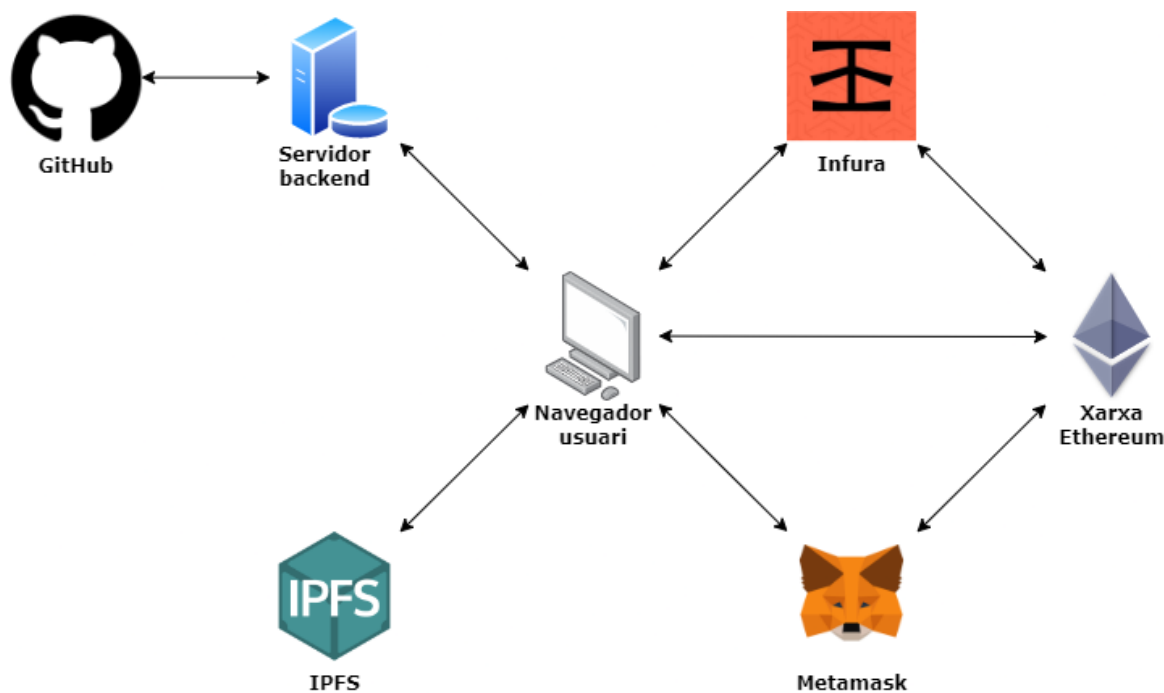


Figura 6: Arquitectura física del sistema. Font: Elaboració pròpia

#### 10.1.1 Navegador Usuari

És al navegador del dispositiu que l'usuari estigui utilitzant on es pot interactuar amb tot el sistema. Com s'ha comentat, és el nucli, ja que és el que interactua amb la resta d'elements gràcies a peticions HTTP al servidor *backend* com al servidor IPFS. D'altra banda, aquest es comunica amb el *Smart Contract* desenvolupat, i allotjat a la xarxa d'Ethereum gràcies a dos proveïdors. El primer d'ells és Metamask i el segon Infura. Aquest *frontend* és una de les parts desenvolupades durant aquest treball.

#### 10.1.2 Servidor backend

Hi ha moltes aplicacions anomenades *DApps* (Decentralized application) [44], que es basen en emmagatzemar tota la informació a la *blockchain* i no disposar d'un *backend* per a aquesta. En aquest cas, no s'ha utilitzat aquesta metodologia pel desenvolupament d'aquest sistema per un motiu evident: la privadesa de les dades.

En primer lloc, s'ha de tenir en compte que l'aplicació ha de complir amb la llei de protecció de dades. Per això, es va considerar no guardar aquestes dades a la *blockchain*, per poder garantir d'una forma més eficaç i segura les dades que l'usuari desitja introduir al nostre sistema. Es va considerar la idea de guardar aquestes dades de forma xifrada per garantir aquesta seguretat, però es va acabar desestimant perquè les dades emmagatzemades a una xarxa descentralitzada fa que aquestes siguin immutables i que no es puguin eliminar. Per tant, si estan xifrades o no, seguirien estant guardades a la xarxa per sempre. Això contradiu la llei de protecció de dades que recull el dret de supressió, on qualsevol persona pot demanar l'eliminació completa de les seves dades personals si així ho sol·licita [45].

En segon lloc, l'usuari pot vincular el seu compte de GitHub amb l'aplicació. Per a la finalitat d'aquesta vinculació, es requereix d'un accés extens tant en lectura com escriptura del compte de l'usuari i, per evitar el robatori del *token* obtingut de l'usuari com de les claus privades per a l'obtenció del mateix, s'ha conclòs que la millor manera de realitzar aquestes operacions sigui a través d'un *backend*.

En aquesta ocasió, i donat el cas que no es farà ús de cap funcionalitat avançada de la base de dades i es realitzaran consultes senzilles, no es existeix gran diferència entre diferents gestors de bases de dades i, per això, s'ha escollit utilitzar una base de dades MySQL [46] per ser el gestor instal·lat en el servidor utilitzat a l'empresa per a les bases de dades.

### 10.1.3 GitHub

Atès que el sistema es basa en la publicació de software per gestionar la propietat, es va considerar que vincular d'alguna manera el nostre servei amb GitHub era clau per al context en el qual s'engloba el projecte.

L'aplicació disposa de dues funcionalitats lligades amb aquesta plataforma que són: l'obtenció de codi d'un repositori per a crear nous NFTs i la creació de nous repositoris privats a partir de NFTs. La segona funcionalitat necessita tenir permisos d'escriptura en repositoris de l'usuari. I si el desig és de maximitzar l'experiència de l'usuari, la primera funcionalitat hauria de poder accedir no només a repositoris públics de l'usuari sinó també privats.

Per aquests dos factors, és necessari l'autorització i vinculació de l'usuari amb el seu compte de GitHub. Per aconseguir-ho i poder interactuar, cal crear una *OAuth* dins de GitHub [47]. Gràcies a aquesta aplicació podem obtenir un *token* de l'usuari i connectar-nos a l'API de GitHub i a l'escriptura de repositoris.

### 10.1.4 IPFS

Per emmagatzemar dades com contractes a la xarxa d'Ethereum és necessari fer el pagament de les comissions de la mineria d'aquestes dades dins la *blockchain*. El problema principal és la mida de les dades que es necessiten emmagatzemar en aquest projecte. Estem tractant amb codis software i aplicacions que poden arribar a ocupar molt d'espai i, com més grans són aquests fitxers, més cara és la comissió donat el cost de la mineria d'aquesta quantitat de dades.

Per tant, és inviable emmagatzemar aquest volum de dades a la xarxa d'Ethereum sense haver de pagar grans quantitats de diners per cadascuna de les transaccions. Per solucionar aquest problema s'utilitza el servei IPFS, que ens permet emmagatzemar dades a una xarxa descentralitzada, de la qual obtenim un enllaç per accedir a la informació. D'aquesta manera, es pot guardar els fitxers en aquesta plataforma, i només haver d'emmagatzemar a la *blockchain* aquesta adreça que recollim.

### 10.1.5 Metamask

La connexió amb la *blockchain* no es realitza amb el mateix protocol que amb el backend de l'aplicació o amb qualsevol altra API amb la que puguem estar acostumats a treballar habitualment. La xarxa descentralitzada es comunica entre els diferents nodes utilitzant *Peer-to-peer*.

És per això que és necessari comunicar-se a través d'un proveïdor que es connecti a aquesta xarxa de nodes. Metamask ens ofereix aquest servei per poder-nos connectar. A més, l'inici de sessió amb la *blockchain* és totalment diferent a l'habitual. No hem d'omplir cap formulari amb usuari i contrasenya. En aquest cas, l'únic pas a realitzar és accedir a l'extensió amb la seva contrasenya de l'extensió que l'usuari ha instal·lat al seu navegador, escollir quina *wallet* vincular i confirmar. Això ens estalvia grans quantitats de validacions. A més, és la pròpia extensió, que a l'hora de fer una petició a la *blockchain*, envia la informació de l'usuari sense poder ser falsejada.

Aquest servei té un desavantatge, i és que quan un usuari no té vinculada una *wallet*, no podem interactuar amb la xarxa donat que no disposem d'una cartera amb les seves claus públiques ni privades per identificar l'usuari que envia les peticions. Això suposa un inconvenient en algunes de les pantalles de l'aplicació web, com poden ser la pantalla d'inici, o de consulta d'algunes dades generals, on no es necessari que hagi vinculat la cartera. Per posar remei a aquest problema, s'ha de fer ús d'un altre proveïdor com poden ser Alchemy, Infura, Moralis, etc.

### 10.1.6 Infura

Amb la necessitat de solucionar el problema exposat en l'apartat anterior, i comptant amb diversos proveïdors per triar, s'ha escollit Infura. No hi ha cap motiu per haver seleccionat aquest i no un altre. Els tres esmentats treballen de forma molt similar i amb el mateix grau de satisfacció dels usuaris que els utilitzen. S'ha seleccionat aquest per ser l'últim treballat durant la fase de formació del treball.

Aquest servei ens permet poder-nos connectar amb el nostre *smart contract* mentre l'usuari no hagi vinculat la seva cartera per obtenir la informació que l'aplicació necessita per funcionar.

En el moment en què un usuari connecta la seva *wallet*, automàticament es passa a utilitzar Metamask com a proveïdor, i així fer les peticions amb l'adreça de l'usuari com a remitent.



### 10.1.7 Xarxa Ethereum - *Smart Contract*

Gràcies als dos proveïdors explicats amb anterioritat, podem accedir i interactuar amb la xarxa d'Ethereum i més, concretament, en aquest cas amb el *Smart Contract* desenvolupat, i també a l'historial de transaccions que han ocorregut amb els NFTs del nostre contracte.

## 10.2 Arquitectura lògica

### 10.2.1 Aplicació web

L'aplicació web que visualitza l'usuari segueix una estructura força habitual en molts sistemes web complexos que han de tractar amb dades i interaccionar amb l'usuari i serveis externs, i és MVC (Model-View-Controller). Aquesta metodologia permet separar, en tres capes diferenciades, diferents comportaments de l'aplicació i així adquirir una arquitectura robusta.

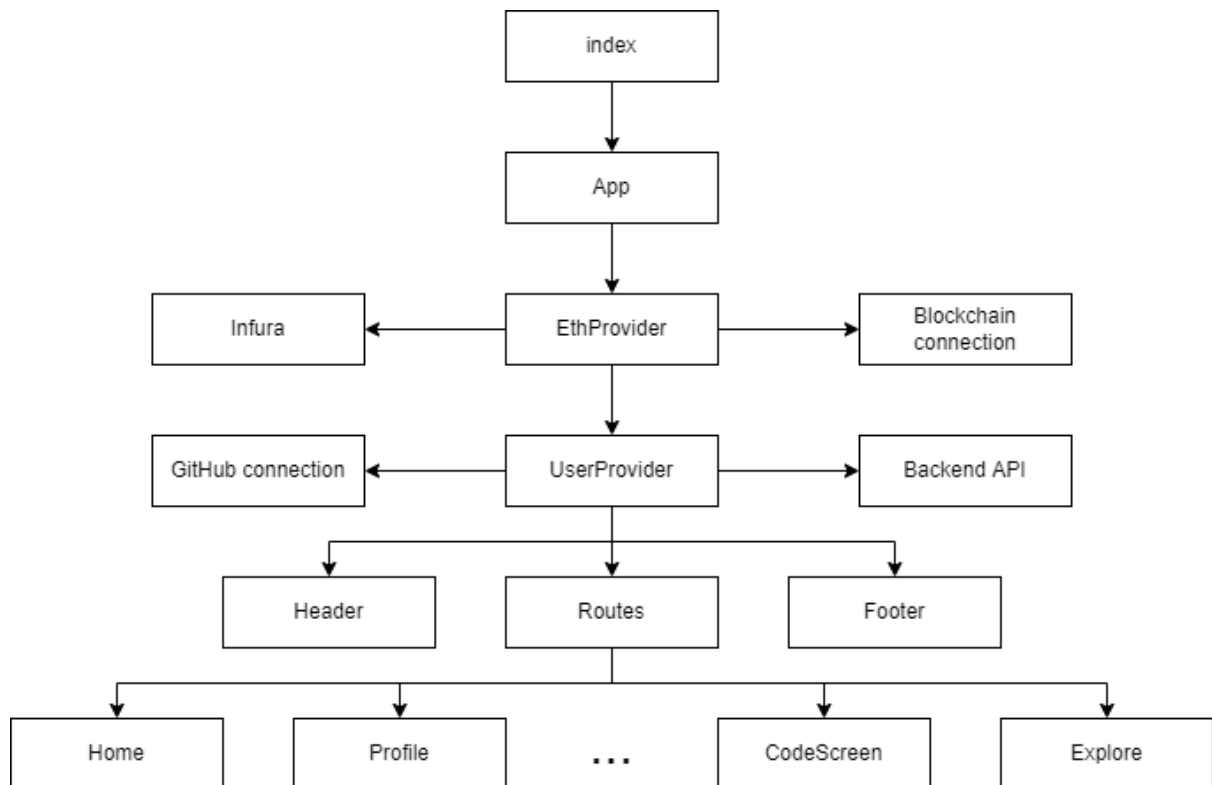


Figura 7: Arquitectura lògica aplicació web. Font: Elaboració pròpia

A la Figura 7 es pot veure com s'ha aplicat l'arquitectura MVC a l'aplicació de forma simplificada i com funcionen els components de React.

En un inici ens trobem amb un fitxer `index` encarregat d'inicialitzar i d'executar tota l'estructura i vincular-ho a la vista per a que finalment el codi JavaScript executat es transformi en elements visibles per a l'usuari a la pantalla.

Aquest fitxer crida al primer component de la nostra aplicació, i és en aquest component on s'indica l'estructura de l'aplicació. I és en aquest punt on comença realment l'aplicació i on es comença a aplicar el patró MVC i on es gestiona les rutes de les diferents pantalles a través del component **Router**.

El primer component és el controlador de l'estat i lògica de totes les dades i NFTs que estan relacionades amb la *blockchain* i, d'aquest en penja el controlador de l'usuari. És a dir, és l'encarregat de mantenir i controlar les dades i lògica de l'usuari i connexions amb l'API del servidor. És molt important seguir un ordre correcte a l'hora de declarar els components creats, donat que els components que controlen estats, permeten accedir a les seves dades des d'altres components que es troben per sota seu, però no a l'inrevés. Com que necessitem disposar d'informació del controlador de la *blockchain* (adreça pública del usuari, identificador dels NFTs) des del controlador de l'usuari, era molt important seguir aquest ordre.

Aquests dos controladors són els encarregats d'interactuar amb els serveis que connecten amb les diferents APIs i *endpoints* als quals hem d'accedir per tal de recuperar o guardar la informació. De la mateixa manera que els controladors s'han creat diferents serveis per tal de gestionar els diferents conceptes. D'una banda, el component **EthProvider** és l'encarregat d'accedir als serveis de connexió i amb la *blockchain* i, de forma anàloga, el component **UserProvider**, és el responsable d'accedir als serveis de la nostra API.

Un cop ja tenim els controladors definits, i sabem que tot element que pengi d'aquests podrà accedir als seus mètodes i variables per a la seva consulta, es pot crear l'arbre de components que fan referència a les vistes. Deixant a banda els components i serveis, l'arbre de components de les vistes comença amb tres elements. Aquests són: el **Header**, **Routes** i **Footer**. La idea d'aquesta implementació és que tant la capçalera com el peu de la pàgina és immutable i no varia depenent de la pàgina en què l'usuari accedeixi. Per tant, la part de la pàgina en funció de l'enllaç accedit que és modificada és el contingut principal. És per aquest motiu que l'encaminament dels diversos components que es corresponen a pàgines es fan en un segon nivell.

A partir d'aquest punt, els components existents fan referència a les diverses pantalles que un usuari pot accedir. I, finalment, existeix una llarga sèrie de components més petits que no apareixen en el diagrama de la Figura 7, els quals tenen a veure amb seccions o elements petits que es repeteixen al llarg de les diverses pantalles i que es poden reutilitzar. Alguns exemples són els botons, *selects*, *popups*, pestanyes, etc.

### 10.2.2 Aplicació backend

En aquest desenvolupament s'ha usat el *framework* de Django REST per al desenvolupament del *backend* de l'aplicació. Django utilitza per defecte l'arquitectura MVT (Model-View-Template) per a crear les seves aplicacions. Aquesta arquitectura és molt semblant a la que hem vist anteriorment (MVC). La diferència entre les dues és que en el cas de MVC és la vista l'encarregada de gestionar com es mostra la informació, mentre que en MVT, la vista és el controlador, i *template* el responsable de gestionar la visualització.

Donat que estem treballant amb una API i no pas amb una aplicació que gestiona vistes tant des del servidor com el propi Django o d'altres com PHP o Ruby, no es treballa amb l'arquitectura sencera, sinó que obviarem el *template* i treballarem únicament amb

el model, encarregat d'accedir a base de dades per executar les consultes i actualitzacions, i la vista amb el propòsit de rebre peticions i retornar una resposta.

### 10.2.3 Smart Contract

El contracte desenvolupat per gestionar la propietat dels codis i aplicacions penjats a la plataforma pels usuaris no té una arquitectura lògica definida atès que es tracta d'un únic fitxer que té aquest contracte. Per simplificar, un contracte és equivalent a una classe, que conté els seus atributs (públics i/o privats), una constructora i una sèrie de mètodes.

## 10.3 Patrons de disseny

Per a que un sistema software sigui robust i escalable és necessari que, a part de tenir una bona estructura es segueixin, en la mesura que sigui possible i sempre adaptant-se a les especificacions i necessitats de cada desenvolupament, una sèrie de patrons de disseny. En aquest apartat s'expliquen els diferents patrons utilitzats durant el desenvolupament del projecte.

### 10.3.1 Patró Singleton

El patró singleton permet tenir una única instància d'una classe o objecte. El procediment per a la utilització d'aquest patró és el següent:

1. Es crea la definició de la classe o objecte.
2. Es crea un mètode `getInstance` o similar que té accés a una variable que conté instància de la classe o objecte.
3. Un mètode qualsevol vol obtenir la instància de l'element i crida a `getInstance`.
4. `getInstance` inicia la seva execució consultant si la variable a la que té accés és nul·la o no. En el primer cas, crearà una instància de la classe o objecte, guardarà la referència en aquesta variable inicialment nul·la i retorna la instància. En cas que no sigui nul·la, simplement retorna la instància.

En el cas del sistema que ens ocupa, aquest patró ha sigut utilitzat a l'aplicació web per tenir una única instància del servei que connecta amb la API del nostre sistema. Aquest servei s'ha volgut adaptar específicament per al sistema perquè tingui certs paràmetres i accions predefinides, però sense haver-ne de crear una instància cada cop que es volia fer una connexió amb base de dades.

Gràcies a aquest patró, s'ha aconseguit empaquetar la configuració perquè qualsevol petició realitzada cap a la API del sistema tingui per defecte la URL base que apunti al servidor, a més d'una configuració perquè, en cas de retornar un error 401 `Unauthorized`, redirigeixi l'usuari automàticament a la pàgina d'inici de l'aplicació.

### 10.3.2 Patró Observador

Aquest patró consisteix en observar un valor a l'espera de modificacions, i realitzar una acció en el moment en el qual aquesta modificació es produeix. React, en aquest sentit té un mecanisme molt senzill per utilitzar aquest patró; es tracta del *hook* `useEffect`.

Aquesta metodologia rep com a primer paràmetre un mètode que s'executarà cada cop que el valor o valors observats, que s'inclouen com a segon paràmetre dins d'un *array*, són modificats. Aquest mètode, també és executat el primer cop que es carrega el component. En el Codi 1 es pot observar un exemple de com és la implementació d'aquest patró a React.

---

```
1 useEffect(() => {  
2   // Codi executat el carregar el component i quan myVar es modificat  
3 }, [myVar])
```

---

Codi 1: Exemple `useEffect`

## 10.4 Gestió de dades

A l'apartat 9.3 s'ha definit a nivell d'especificació el model conceptual de dades que es necessita gestionar per complir els requisits funcionals. En aquest punt s'explicarà com es fa el pas de l'especificació a la implementació a partir d'aquest model.

### User

L'entitat User és emmagatzemada a la base de dades del sistema de la següent manera:

- **id** [int, pk]. Valor intern generat automàticament per Django.
- **hash** [string(42), unique]. Adreça pública de la *wallet* l'usuari.
- **nonce** [string(100)]. Text a signar per l'usuari per l'inici de sessió.
- **name** [string(100), nullable]. Nom de l'usuari.
- **username** [string(100), nullable]. Nom d'usuari de l'usuari.
- **description** [string(1000), nullable]. Descripció de l'usuari.
- **image** [string(100), nullable]. Adreça de l'imatge de l'usuari (la imatge es guardada al servidor i guardem l'adreça relativa).
- **githubToken** [string(100), nullable]. Token d'accés al GitHub de l'usuari.
- **github** [string(100), nullable]. Enllaç al GitHub de l'usuari.
- **twitter** [string(100), nullable]. Enllaç al Twitter de l'usuari.
- **linkedin** [string(100), nullable]. Enllaç al LinkedIn de l'usuari.
- **website** [string(100), nullable]. Enllaç a la pàgina web de l'usuari.

## Code

Aquesta entitat està separada en dos parts del sistema. Gran part de la informació d'aquesta entitat és emmagatzemada al servei IPFS, enllaçat amb el NFT corresponent. Els atributs esmentats en el model es reparteixen en el sistema depenent del seu ús i intenció, per després unir totes les dades a l'aplicació web i gestionar-ho com a un sol objecte.

El contracte penjat a la xarxa d'Ethereum conté un *array* d'un *struct* que conté la següent informació:

- **tokenId**: [bigint]. És l'identificador únic del token (NFT) assignat al crear-se.
- **createdBy**: [address]. Adreça de la *wallet* de l'usuari creador.
- **owner**: [address]. Adreça de la *wallet* de l'usuari posseïdor.
- **private**: [boolean]. Indica si el NFT és privat o públic.

Aquest *struct* no conté en sí el NFT, sinó que associem l'*struct* amb el *token* a partir del **tokenId**. La informació que sí que conté l'NFT és informació fixa que no pot modificar-se i que està penjada al servei IPFS com a metadades i associada directament amb el NFT amb l'adreça d'accés. Aquestes metadades tenen la següent estructura de tipus JSON:

```
1 {  
2   name: /* Nom del NFT */,  
3   description: /* Descripció del NFT */,  
4   image: /* Enllaç a la imatge del NFT penjada a IPFS */,  
5   code: /* Enllaç al fitxer del codi o aplicació penjada a IPFS */,  
6   attributes: {  
7     tags: /* Tags separats per comes (',') */,  
8     link: /* Enllaç introduït per l'usuari relatiu al NFT */,  
9     language: /* Llenguatge principal del codi o aplicació */,  
10    type: /* Indica si s'usa codi o aplicació */  
11  }  
12 }
```

---

Codi 2: Metadades NFT

Finalment, hi ha una última informació que es guarda en la base de dades del nostre sistema. Aquesta informació és la relativa a les visites que ha tingut un NFT a l'aplicació web.

- **id**: [int, pk]. Valor intern generat automàticament per Django.
- **token\_id**: [int, unique]. És l'identificador únic del *token* (NFT) assignat al crear-se.
- **views**: [int, default=0]. Número de visites del NFT.

Com es pot observar, en tots els serveis, es guarda sempre l'identificador del *token* del NFT amb la resta d'informació per recuperar tota la informació de forma congruent.

## LikedBy

Aquesta entitat es dona per l'associació que existeix entre **Code** i **User**, atès que es tracta d'un vincle \* - \*. Això fa necessari crear un model associatiu entre els dos models. La definició a base de dades és molt senzilla ja que només s'ha de guardar la clau primària de cadascun dels models implicats:

- **id**: [int, pk]. Valor intern generat automàticament per Django.
- **token\_id**: [int]. És l'identificador únic del *token* (NFT) assignat al crear-se.
- **hash**: [string(42)]. Adreça pública de l'usuari.

Per a garantir que un usuari no pugui fer *like* més d'una vegada a un NFT, s'ha de garantir que la parella (token\_id i hash) siguin **unique**.

## Language

L'entitat **Language** fa referència als llenguatges que pot seleccionar l'usuari per a assignar a un NFT com a llenguatge principal del codi o aplicació. La definició a base de dades és molt senzilla perquè és únicament el llistat de llenguatges que existeixen amb el seu identificador.

- **id**: [int, pk]. Valor intern generat automàticament per Django.
- **name**: [string(100)]. Nom del llenguatge de programació.

## Repository

Els repositoris són un model que gestiona únicament GitHub i que és recuperat pel nostre sistema a través d'una API. En el codi 3 es pot observar part del JSON recuperat que fa referència a un repositori de l'usuari. La informació recuperada és molt més extensa però el sistema només necessita aquesta informació que es mostra.

---

```
1 {
2   "id": 1296269,
3   "name": "Hello-World",
4   "full_name": "octocat/Hello-World",
5   "private": false,
6   "description": "This your first repo!",
7   "url": "https://api.github.com/repos/octocat/Hello-World",
8   "language": null,
9   "topics": [
10    "octocat",
11    "atom",
12    "electron",
13    "api"
14  ]
15 }
```

---

Codi 3: Informació recuperada del repositori

## 10.5 Aplicació web

A continuació es descriuen i es mostren les diverses pantalles i components que té l'aplicació web i per les quals l'usuari pot navegar.

### Capçalera

El primer component que l'aplicació web mostra és la capçalera (Figura 8). Aquest component està format pel nom de l'aplicació que actua com a enllaç per redirigir a l'usuari a la pàgina principal, la barra de cerca, un enllaç a la pantalla d'explorar i crear.

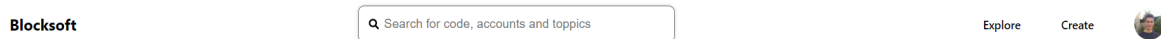


Figura 8: Vista de la capçalera. Font: Elaboració pròpia

Quan l'usuari clica sobre la seva imatge es mostra el menú de la Figura 9

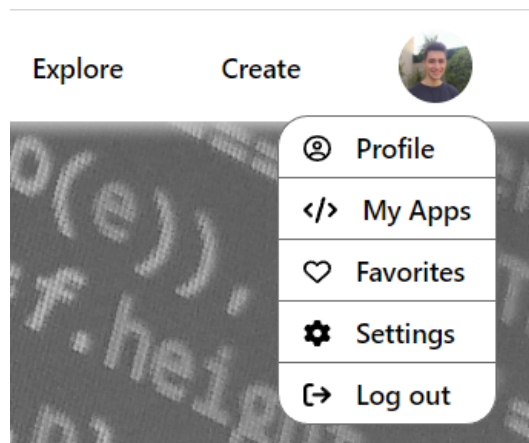


Figura 9: Vista del menú de l'usuari. Font: Elaboració pròpia

Aquesta barra de cerca mostra un desplegable en el moment que l'usuari comença a escriure. En aquest es diferencien dos apartats: *codes* (NFTs) i *accounts* (Usuaris). El sistema realitza el filtre i mostra tots els NFTs amb la seva imatge i nom, i també els usuaris que compleixen amb els criteris de cerca, amb la seva imatge i *username*.

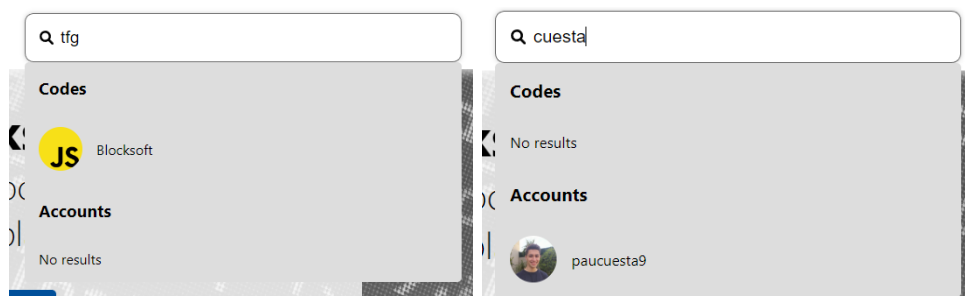


Figura 10: Vista de la cerca. Font: Elaboració pròpia

## Peu de pàgina

Juntament amb el Header, és l'únic component que es repeteix en totes les pantalles de l'aplicació. Com es mostra a la Figura 11, es troben enllaços a la gran majoria de pantalles de l'aplicació, juntament amb enllaços a xarxes socials i, finalment, a l'avís legal, política de privacitat i *cookies*.

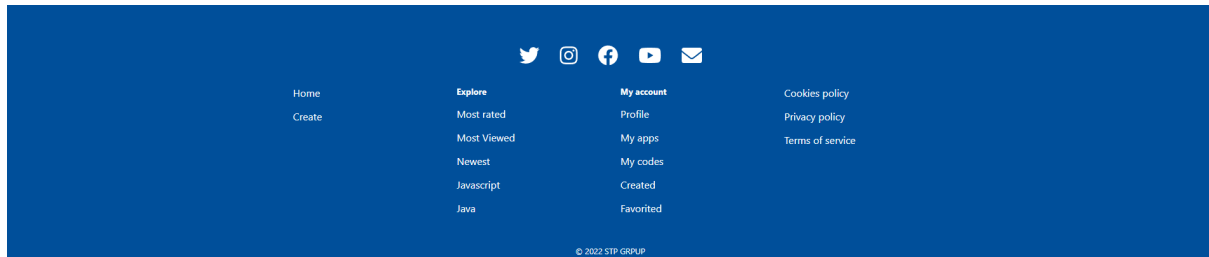


Figura 11: Vista del peu de pàgina. Font: Elaboració pròpia

## Inici

Aquesta vista fa referència a la pantalla principal de l'aplicació. A la Figura 12 es pot observar com es mostra un primer títol amb el botó per a crear un nou NFT, i més abaix es relacionen els tres NFTs més visitats i els tres més favorits pels usuaris de la plataforma.

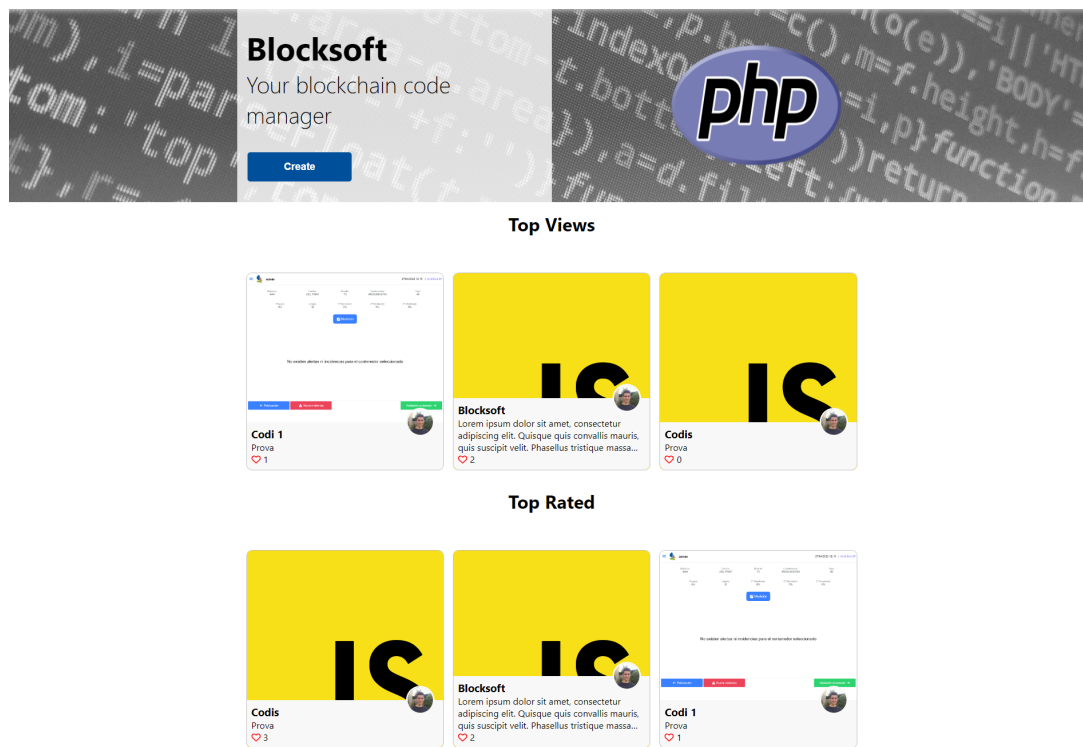


Figura 12: Vista de la pantalla principal. Font: Elaboració pròpia



# Explorar

En aquesta pantalla, pot navegar entre diferents pestanyes per a filtrar tots els NFTs que existeixen a la plataforma. A la Figura 13 es pot veure un exemple dels NFTs filtrats per data de creació.

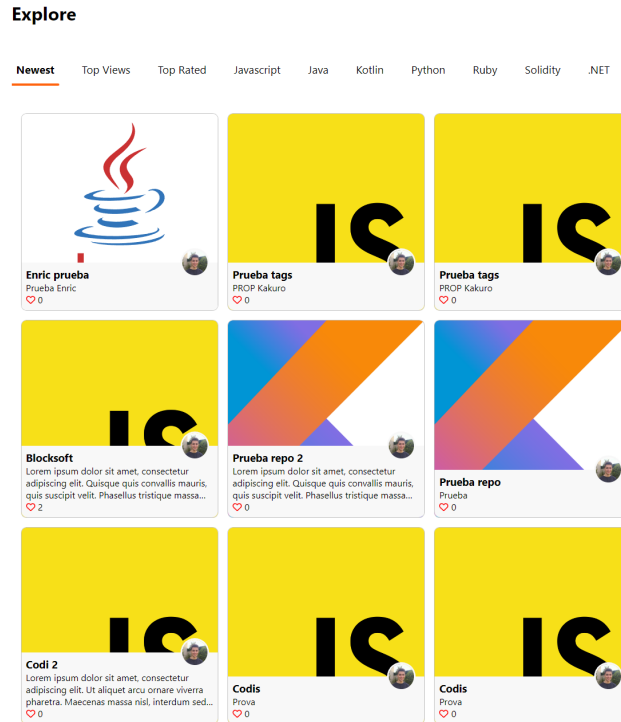


Figura 13: Vista de la pantalla d'explorar. Font: Elaboració pròpia

## Crear

La vista de creació inclou tots els camps necessaris, tant els obligatoris com opcionals, per a la creació d'un NFT a la *blockchain*. A la Figura 14 s'observa el formulari emplenat amb tots els camps.

**Upload new item**

Name: SGC

Visibility: Public | Number to be minted: 1

Language: Java | Type: Code

Upload code

- AlertaDto.java
- ArticuloDto.java
- Attachment.java
- AttachmentDto.java
- BaseResponse.java
- BlobRequest.java
- BlobResponse.java
- EquipoDto.java

or

[Upload from Github repository](#)

Link: www.stp.es

Description: SGC for a logistics company

Tags: sgc, stp, tfg

**Create**

Figura 14: Vista de la pantalla de creació. Font: Elaboració pròpia

## Perfil

La Figura 15 es mostra la vista del perfil d'un usuari. A la part superior es pot observar la informació personal que l'usuari ha desitjat introduir, juntament amb l'adreça pública de la seva *wallet*. Aquesta es troba tallada donat que són 42 caràcters, però permet copiar-la simplement clicant sobre ella. Just sota la informació hi ha la mateixa vista que hem observat a la pantalla d'explorar en forma de pestanyes (reutilització de components), en la qual es poden filtrar els codis i aplicacions de l'usuari, els NFTs creats per ell, tot i que no sigui propietari en l'actualitat i, finalment, els NFTs que li agraden.

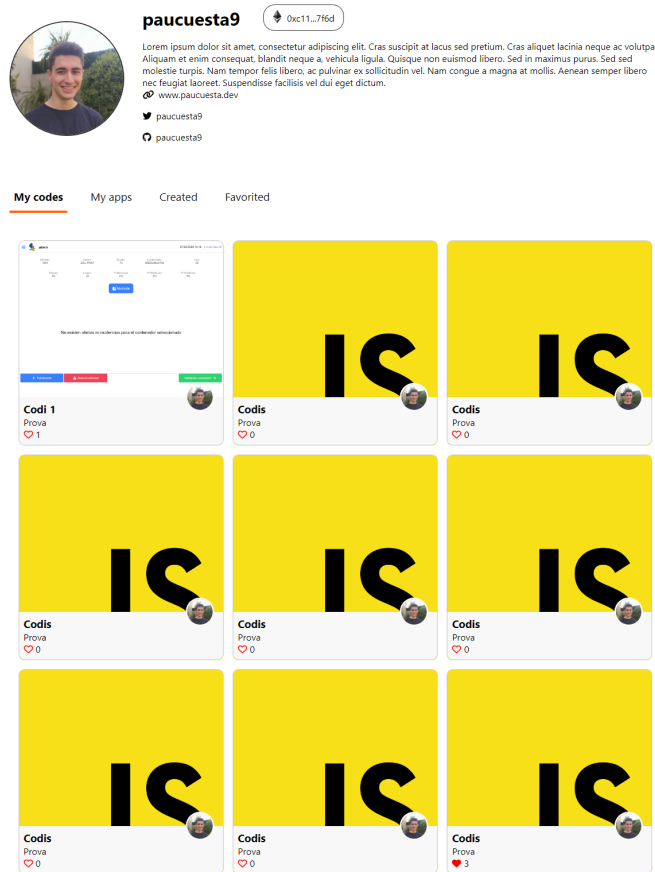


Figura 15: Vista de la pantalla d'un usuari. Font: Elaboració pròpia

## Edició perfil

El sistema no obliga als usuaris a introduir cap dada si així ho desitgen. De totes maneres, tenen l'opció de fer-ho a través d'un formulari com el de la Figura 16, on l'usuari pot omplir els camps que vulgui sense cap restricció.

**Edit profile**

Name  
Pau

Username  
pauquesta9

Email  
pau.cuesta@gmail.com

Github  
https://github.com/pauquesta9

Twitter  
https://twitter.com/pauquesta9

LinkedIn

Website  
www.pauquesta.dev

Description  
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras suscipit et lacinia sed pretium. Cras aliquet lacinia neque ac volutpat. Aliquam et enim consequat, blandit neque n, vehicula ligula. Quisque non euismod libero. Sed in metus purus. Sed sed molestie turpis. Nam tempor

Save


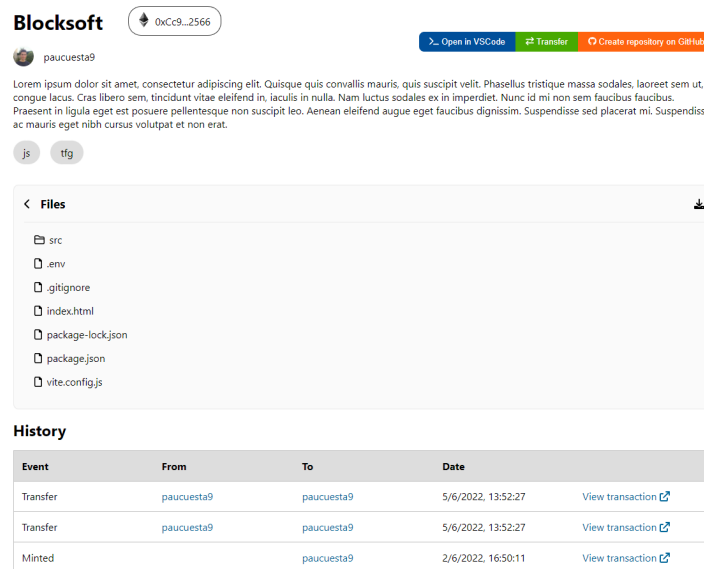


Figura 16: Vista de la pantalla d'edició perfil usuari. Font: Elaboració pròpia

## Vista NFT

En aquesta pantalla es mostra tota la informació relativa a un NFT. De forma molt semblant al perfil d'usuari, a la part superior es mostra la fotografia del NFT, amb el seu nom, descripció, enllaç en cas d'haver-se introduït i tags.



**Blocksoft** 0xCc9...2566

paucuesta9

Open in VSCode Transfer Create repository on GitHub

js tfg

**Files**

- src
- .env
- .gitignore
- index.html
- package-lock.json
- package.json
- vite.config.js

**History**

| Event    | From       | To         | Date               |                                  |
|----------|------------|------------|--------------------|----------------------------------|
| Transfer | paucuesta9 | paucuesta9 | 5/6/2022, 13:52:27 | <a href="#">View transaction</a> |
| Transfer | paucuesta9 | paucuesta9 | 5/6/2022, 13:52:27 | <a href="#">View transaction</a> |
| Minted   |            | paucuesta9 | 2/6/2022, 16:50:11 | <a href="#">View transaction</a> |

Figura 17: Vista de la pantalla d'un NFT. Font: Elaboració pròpia

Just sota aquest bloc d'informació es mostra un explorador dels diferents fitxers i directoris associats al NFT, permetent accedir als directoris i obrir els fitxers per a la seva lectura. A la Figura 18 es mostra un exemple de com es visualitza un fitxer d'aquest mateix projecte.

```

< Codes.jsx
1. import styles from '@styles/CodesComponents.module.css'
2. import { Link } from 'react-router-dom'
3. import { langToImage } from '../utils/langToImage'
4. import Placeholder from '../img/placeholder.jpg'
5. import { FontAwesomeIcon } from '@fortawesome/react-fontawesome'
6. import { faHeart } from '@fortawesome/free-regular-svg-icons'
7. import { faHeart as faHeartSolid } from '@fortawesome/free-solid-svg-icons'
8. import useUser from '../hooks/useUser'
9.
10. export const CodeSection = ({ codes }) => {
11.   return (
12.     <div className={styles.tabs_content}>
13.       {codes.map(code => (
14.         <CodeItem key={code.id} code={code} />
15.       ))}
16.     </div>
17.   )
18. }
19.
20. export const CodeItem = ({ code }) => {
21.   const { likeCode, unlikeCode, isLoggedIn, signAndLogin, favs } = useUser()
22.
23.   const handleLikeCode = (e) => {
24.     e.preventDefault()
25.     if (isLoggedIn) {
26.       signAndLogin({
27.         callback: () => {
28.           if (favs.findIndex(fav => fav.eq(code.id)) !== -1) {
29.             unlikeCode(code.id)
30.             code.likes = code.likes - 1
31.           } else {
32.             likeCode(code.id)
33.             code.likes = (code.likes || 0) + 1
34.           }
35.         }
36.       })
37.     } else if (favs.findIndex(fav => fav.eq(code.id)) !== -1) {
38.       unlikeCode(code.id)
39.       code.likes = code.likes - 1
40.     } else {
41.       likeCode(code.id)
42.       code.likes = (code.likes || 0) + 1
43.     }
44.   }
45.
46.   return (
47.     <Link to={`/code/${code.id}`}>
48.       <div className={styles.tabs_content_item} key={code.id}>
49.         <figure className={styles.tabs_content_item_img}>
50.           <img
51.             src={code.image} alt={code.title} onError={e => {
52.               e.target.src = code.language ? langToImage[code.language] : langToImage.javascript
53.               e.onerror = null
54.             }}
55.           />
56.         </figure>
57.         <div className={styles.tabs_content_item_info}>
58.           {code.owner && (
59.             <Link to={`/profile/${code.owner}`} className={styles.tabs_content_item_ownerImage}>
60.               <img
61.                 src={code.ownerImage} alt={code.owner} onError={e => {
62.                   e.target.src = Placeholder
63.                   e.onerror = null
64.                 }}
65.               />
66.             </Link>
67.           )}
68.           <h3 className={styles.tabs_content_item_info_title}>{code.title}</h3>
69.           <p className={styles.tabs_content_item_info_description}>
70.             {code.description}
71.           </p>
72.           <div className={styles.tabs_content_item_info_heart} onClick={handleLikeCode}>
73.             <FontAwesomeIcon color='red' icon={favs.findIndex(fav => fav.eq(code.id)) !== -1 ? faHeartSolid : faHeart}
74.             <span>{code.likes || 0}</span>
75.           </div>
76.         </div>
77.       </div>
78.     </Link>
79.   )
80. }
81.

```

Figura 18: Vista del codi d'un NFT. Font: Elaboració pròpia

Finalment, l'última secció d'aquesta pantalla inclou una taula on es pot consultar tot l'historial de transaccions que ha tingut aquest NFT, incloent la primera transacció de creació, i després totes les transferències de propietat.

## Metamask i Infura

Gràcies a l'extensió de Metamask i Infura podem sol·licitar certa informació o realitzar algunes accions sense l'us del contracte o el servidor propi. Aquestes accions són:

- **Signatura d'inici de sessió.** Metamask permet signar de forma local un text amb la clau privada de la *wallet*. Simplement, fent una petició a través d'una llibreria, l'extensió obre un nou *popup* a la pantalla de l'usuari amb el missatge a signar i aquest confirma la signatura. Aquesta és enviada al *backend* del sistema per a l'autorització de l'usuari.
- **Obtenció de l'historial.** Amb l'objectiu d'aprofitar un dels avantatges que té la blockchain que és la immutabilitat de totes les dades i, per tant, de tot l'històric d'operacions, ni el nostre sistema ni el contracte han d'emmagatzemar totes les transaccions realitzades, sinó que es la pròpia xarxa qui ho fa per nosaltres. Això ens permet estalviar gran quantitat d'espai i dades a la base de dades. Per obtenir totes aquestes dades, només hem d'accedir al nostre contracte, que té una referència a totes les transaccions que s'han realitzat, i filtrant aquestes, per l'identificador del NFT del que volem obtenir l'historial, obtenim quin tipus d'acció es va realitzar, la data, les *wallets* implicades i altra informació irrellevant pel sistema.

### 10.6 Aplicació servidor

Un cop vista la necessitat de desenvolupar un *backend* del sistema, s'havia de prendre la decisió sobre el llenguatge i *frameworks* a utilitzar. Després de realitzar una cerca de les diverses opcions, es van seleccionar dues possibilitats, utilitzar Javascript (com en el frontend) amb el *framework* `Express.js` o bé fer ús de Python amb el *framework* `Django REST`.

Al final es va decidir desenvolupar aquesta part del sistema amb la segona opció. La decisió va ser presa tenint en compte el caràcter innovador i d'aprenentatge que té aquest Treball de Fi de Grau, ja que no havia realitzat cap projecte amb Python i desconeixia el seu ús en profunditat. No obstant això, tot i els reptes i riscos que aquesta decisió podrien suposar, es va apostar per aquesta opció.

Cal destacar el mètode per iniciar sessió amb l'API. Qualsevol sistema que tingui un *backend* per a una aplicació i necessita comprovar quin tipus d'usuari està fent cadascuna de les peticions, està obligada a realitzar algun procés d'inici de sessió. Habitualment el mètode típic és utilitzar una combinació d'usuari i contrasenya creat pel propi usuari. En aquest cas, aprofitant les tècniques que ens ofereix la *wallet* per signar missatges, podem aconseguir fer aquest procés d'una forma molt més còmoda i senzilla per a l'usuari, ja que només s'ha de fer clic a un botó de l'extensió Metamask per signar un missatge. El procediment és el següent:

1. Un usuari prèviament no autenticat desencadena una acció que requereix tenir la sessió activa.
2. L'aplicació fa una petició al *backend* per obtenir un codi que s'associa a l'usuari en qüestió.

3. L'aplicació rep el codi, i demana a l'usuari, a través de l'extensió de Metamask, que signi aquest codi.
4. Quan l'usuari signa el missatge, Metamask el signa gràcies a la clau privada de la *wallet* de l'usuari utilitzant un mecanisme criptogràfic anomenat criptografia de corba el·líptica [48].
5. L'aplicació envia al servidor l'adreça pública de l'usuari juntament amb la signatura realitzada.
6. Donat el tipus de mecanisme criptogràfic que utilitza, és possible extreure l'adreça pública del compte que ha signat el missatge. Per tant, el servidor extreu l'adreça i la compara amb la que ha rebut de l'usuari. Si aquestes dues adreces són exactament iguals, es confirma l'inici de sessió i es genera i es retorna un *token* de sessió.
7. L'aplicació rep el *token* i l'usa per fer les peticions que necessitin verificar l'usuari.

A continuació es documenten els *endpoints* acceptats per a l'API del sistema.

## Usuaris

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Llistar Usuaris</b>  |
| <b>URI</b>                | /users  |
| <b>Query Params</b>       | query=[String]: optional  |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>{ "hash": String, "username": String, "nonce": String } |
| <b>Resposta amb error</b> | 404 Not Found<br>{ message: "No users found with that query" }    |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Crear usuari</b>   |
| <b>URI</b>                | /users  |
| <b>Mètode</b>             | POST  |
| <b>Body</b>               | { "hash": String, }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 201 Created<br>{ "hash": String, "name": String, "username": String, "email": String, "description": String, "github": String, "linkedin": String, "website": String, "twitter": String,, "liked": ArrayOf(int) } |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{ message: "Hash not valid or repeated" }  |



|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir usuari</b>  |
| <b>URI</b>                | /users/:hash   |
| <b>Mètode</b>             | GET  |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br><pre>{ "hash": String, "name": String, "username": String, "email": String, "description": String, "github": String, "linkedin": String, "website": String, "twitter": String, "liked": ArrayOf(int) }</pre> |
| <b>Resposta amb error</b> | 404 Not Found<br><pre>{message: "User does not exist" }</pre>  |

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Títol</b>             | <b>Obtenir imatge usuari</b> |
| <b>URI</b>               | /users/:hash/image           |
| <b>Mètode</b>            | PUT                          |
| <b>Resposta amb èxit</b> | 200 OK<br>image: File        |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Actualitzar usuari</b>   |
| <b>URI</b>                | /users/:hash  |
| <b>Mètode</b>             | PUT   |
| <b>Body</b>               | <pre>{ "name": String, "username": String, "email": String, "description": String, "image": File, "github": String, "linkedin": String, "website": String, "twitter": String, "liked": ArrayOf(int) }</pre>   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br><pre>{ "hash": String, "name": String, "username": String, "email": String, "description": String, "github": String, "linkedin": String, "website": String, "twitter": String,, "liked": ArrayOf(int) }</pre>                                     |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br><pre>{message: "Key does not exist" }</pre> 401 Unauthorized<br><pre>{message: "Unauthorized" }</pre> 403 Forbidden<br><pre>{message: "Can't modify other profile" }</pre> 404 Not Found<br><pre>{message: "User does not exist" }</pre> |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir <i>nonce</i> usuari</b>  |
| <b>URI</b>                | /auth   |
| <b>Query Params</b>       | publicAddress=[String]: required  |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK — 201 Created <sup>a</sup><br>{ "hash": String, "nonce": String }<br><hr/> <sup>a</sup> En el cas que l'usuari no existeixi, aquest és creat |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "publicAddress is required" }  |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Iniciar sessió</b>   |
| <b>URI</b>                | /auth   |
| <b>Mètode</b>             | POST  |
| <b>Body</b>               | { "hash": String, "signature": String }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>{ "token": String, "githubToken": Boolean }   |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Signature is not valid" }<br>404 Not Found<br>{message: "User does not exist" } |

## NFTs

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Llistar NFTs</b>  |
| <b>URI</b>                | /codes   |
| <b>Query Params</b>       | liked_by=[String]: optional<br>sort=[String]: optional   |
| <b>Mètode</b>             | GET  |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>{ "token_id": Int, "views": Int }  |
| <b>Resposta amb error</b> | 404 Bad Request<br>{message: "Sort accept values 'viewed' or 'liked'" }<br>404 Not Found<br>{message: "No codes found" } |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Crear NFT</b>   |
| <b>URI</b>                | /codes   |
| <b>Mètode</b>             | POST   |
| <b>Body</b>               | { "token_id": Int, }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 201 Created<br>{ "token_id": Int, "views": Int }   |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Token not valid or repeated"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"} |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir NFT</b>   |
| <b>URI</b>                | /codes/:token_id   |
| <b>Mètode</b>             | GET  |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK — 201 Created <sup>a</sup><br>{ "token_id": Int, "views": Int } |
|                           | <sup>a</sup> En el cas que el codi no existeixi, aquest és creat       |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Token not valid"}                        |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir likes d'un NFT</b>                     |
| <b>URI</b>                | /codes/like/:token_id                             |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>{ "liked": Int }                        |
| <b>Resposta amb error</b> | 404 Not Found<br>{message: "Code does not exist"} |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Fer like a un NFT</b>   |
| <b>URI</b>                | /codes/like/:token_id  |
| <b>Mètode</b>             | POST   |
| <b>Body</b>               | { "token_id": Int, }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 201 Created<br>{ "success": Boolean }  |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Token not valid"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"}<br>409 Conflict<br>{message: "Already liked"} |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Títol</b>              | <b>Eliminar like a un NFT</b>  |
| <b>URI</b>                | /codes/like/:token_id  |
| <b>Mètode</b>             | DELETE   |
| <b>Body</b>               | { "token_id": Int, }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 204 No Content   |
| <b>Resposta amb error</b> | 401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"}<br>404 Not Found<br>{message: "Code does not exist"}<br>409 Conflict<br>{message: "Not liked"} |

## GitHub

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir token usuari GitHub</b>  |
| <b>URI</b>                | /github/githubAccessToken   |
| <b>Mètode</b>             | POST  |
| <b>Body</b>               | { "code": String, }   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>{success: "Access token successfully linked to user."}                              |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Invalid code"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"} |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir repositoris usuari</b>   |
| <b>URI</b>                | /github/githubUserRepos   |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>file: application/zip   |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Invalid access token"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"} |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir repositoris usuari</b>   |
| <b>URI</b>                | /github/githubUserRepos   |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br><sup>a</sup> { "id": Int, "name": 'String, "full_name": String, "private": Boolean, "description": String, "url": String, "language": String, "topics": ArrayOf(String) }<br><hr/> <sup>a</sup> Es retornen totes les dades obtingudes de l'API de GitHub. Es mostren només els camps que s'utilitzen |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Invalid access token"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"}<br>404 Not Found<br>{message: "No access token linked to user"}   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Obtenir fitxers d'un repositori</b>  |
| <b>URI</b>                | /github/githubRepoFiles/:repoName   |
| <b>Mètode</b>             | GET   |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 200 OK<br>file: Application/zip   |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "Invalid access token"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"}<br>404 Not Found<br>{message: "No access token linked to user"} |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Crear un repositori</b>  |
| <b>URI</b>                | /github/createRepo  |
| <b>Mètode</b>             | POST  |
| <b>Body</b>               | { "repoName": String, "description": String, "code": Application/zip }  |
| <b>Resposta amb èxit</b>  | 201 OK<br>{ "success": "Repo created successfully", "url": String }   |
| <b>Resposta amb error</b> | 400 Bad Request<br>{message: "No code provided"}<br>401 Unauthorized<br>{message: "Unauthorized"}<br>404 Not Found<br>{message: "No access token linked to user"} |

## Languages

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Títol</b>             | <b>Obtenir llenguatges</b>                       |
| <b>URI</b>               | /languages                                       |
| <b>Mètode</b>            | GET  |
| <b>Resposta amb èxit</b> | 201 OK<br>ArrayOf({ "id": Int, "name": String }) |

### 10.7 Smart Contract

Aquest contracte ha estat desenvolupat amb el llenguatge de programació **Solidity**, principal en l'ecosistema de xarxes descentralitzades com Ethereum o Polygon, i és l'encarregat de la creació i gestió de tots els NFTs per aconseguir la finalitat d'aquest projecte que és la gestió de la propietats de les fonts i solucions software que un usuari penja a través de la plataforma. Cadascun dels NFTs creats s'associen a l'usuari que els està creant i, a l'emmagatzemar-se aquesta informació a la *blockchain*, és pràcticament impossible de ser modificat.

Un cop es compila aquest contracte, un fitxer de tipus JSON és generat i s'inclou a l'aplicació *frontend*. Amb aquest fitxer que funciona com a referència per saber de quina manera es pot interactuar amb el contracte (atributs, mètodes, paràmetres, resultats esperats) i amb la seva adreça és possible, mitjançant a un proveïdor, interaccionar i intercanviar dades.

A continuació, es detalla seguint el mateix estil que en l'aplicació servidor, les diverses crides del contracte. El codi font del contracte està disponible a l'Annex 1.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Crear un NFT</b>   |
| <b>Funció</b>            | createCode  |
| <b>Tipus</b>             | uint256   |
| <b>Paràmetres</b>        | codeURI=[String]: required<br>isPrivate=[Boolean]: required |
| <b>Resposta amb èxit</b> | newTokenId: uint256   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Títol</b>              | <b>Transferir un NFT</b>  |
| <b>Funció</b>             | transferCode  |
| <b>Tipus</b>              | void  |
| <b>Paràmetres</b>         | tokenId=[uint256]: required<br>to=[address]: required                                     |
| <b>Resposta amb error</b> | message: "Only owner can transfer code"<br>message: "You can't transfer code to yourself" |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Llistar NFTs</b>   |
| <b>Funció</b>            | fetchCodes  |
| <b>Tipus</b>             | Code[]  |
| <b>Resposta amb èxit</b> | ArrayOf({ "tokenId": uint256, "createdBy": address, "owner": address, "isPrivate": Boolean, } ) |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Llistar NFTs propietat de l'usuari</b>   |
| <b>Funció</b>            | fetchUserOwnerCodes   |
| <b>Tipus</b>             | Code[]  |
| <b>Paràmetres</b>        | owner=[String]: required  |
| <b>Resposta amb èxit</b> | ArrayOf({ "tokenId": uint256, "createdBy": address, "owner": address, "isPrivate": Boolean, } ) |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Llistar NFTs creats per l'usuari</b>   |
| <b>Funció</b>            | fetchCodesCreatedByUser   |
| <b>Tipus</b>             | Code[]  |
| <b>Paràmetres</b>        | user=[String]: required   |
| <b>Resposta amb èxit</b> | ArrayOf({ "tokenId": uint256, "createdBy": address, "owner": address, "isPrivate": Boolean, } ) |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Llistar NFTs per tokenId</b>   |
| <b>Funció</b>            | fetchCodesByToken   |
| <b>Tipus</b>             | Code[]  |
| <b>Paràmetres</b>        | tokenIds=[ArrayOf(uint256)]: required   |
| <b>Resposta amb èxit</b> | ArrayOf({ "tokenId": uint256, "createdBy": address, "owner": address, "isPrivate": Boolean, } ) |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Títol</b>             | <b>Obtenir un NFT per tokenId</b>   |
| <b>Funció</b>            | fetchCode   |
| <b>Tipus</b>             | Code  |
| <b>Paràmetres</b>        | tokenId=[uint256]: required   |
| <b>Resposta amb èxit</b> | { "tokenId": uint256, "createdBy": address, "owner": address, "isPrivate": Boolean, } |

## 10.8 GitHub

El primer pas per realitzar sol·licituds a l'API de GitHub per aconseguir informació de l'usuari i dels seus repositoris és obtenir el token de l'usuari. El procediment a seguir és el següent [47]:

1. Creem una aplicació OAuth dins de GitHub a l'apartat de desenvolupadors. Amb això, ens proporcionen un identificador únic de l'aplicació i una clau secreta.
2. Quan l'usuari vol vincular el compte, obrim una nova finestra al navegador enviant l'usuari a l'inici de sessió de github amb el nostre identificador de l'aplicació per tal que ens doni permís. Un cop acceptat, GitHub ens retorna un codi temporal.
3. Un cop obtingut aquest codi temporal, fem una petició a GitHub enviant-li l'identificador, la clau privada i el codi temporal de l'usuari. Si les dades són correctes, se'ns retorna finalment el *token* de l'usuari amb el que podem enviar les peticions a l'API de GitHub.
4. Aquest *token* s'emmagatzema a la base de dades del sistema relacionat amb l'usuari, i d'aquesta manera evitem realitzar aquest procediment cada cop que l'usuari vulgui fer ús de la plataforma.

Com totes les peticions que es realitzen són per obtenir informació pública i privada, aquest *token* és adjuntat a les capçaleres.

D'altra banda, aquest *token* no serveix només per a comunicar-se amb l'API, sinó que també és acceptat a l'hora d'executar diverses comandes a la terminal del servidor. Això permet, un cop creat un repositori privat en el compte de l'usuari a mitjançant de l'API, poder penjar tot el codi de cop d'una forma molt més efectiva que fer-ho a través de crides HTTP.

## 10.9 IPFS

Aquest servei permet l'emmagatzematge de fitxers en una altra xarxa descentralitzada que no pertany a Ethereum. Aquesta té el benefici de no tenir comissions pel seu servei. La forma de connectar-nos a aquesta xarxa és a través de la creació d'un node local que es connecta a la resta del sistema.

Quan instal·lem i executem aquest node, se'ns proporcionen una sèrie d'*endpoints* locals als que nosaltres podem accedir per tal de realitzar diverses accions. Per a aquest projecte, les crides necessàries per a la compliment dels requisits funcionals són:

| Títol             | Penjar fitxer                         |
|-------------------|---------------------------------------|
| URI               | /api/v0/add                           |
| Mètode            | POST                                  |
| Capçalera         | 'Content-Type': 'multipart/form-data' |
| Body              | { "file": File, }                     |
| Resposta amb èxit | 200 OK<br>{ data: URL }               |



|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Títol</b>             | <b>Descarregar fitxer</b>                |
| <b>URI</b>               | Adreça proporcionada a la crida anterior |
| <b>Mètode</b>            | GET                                      |
| <b>Capçalera</b>         | 'responseType': 'blob'                   |
| <b>Resposta amb èxit</b> | 200 OK<br>{ "file": File, }              |

## 11 Desenvolupament

Per al desenvolupament de tot el sistema ha sigut necessari l'ús de diverses eines de desenvolupament, llenguatges de programació, *frameworks* associats a aquests llenguatges, llibreries de tercers, aplicacions externes, entre d'altres.

Durant aquest document s'ha explicat les diferents decisions preses per a l'elecció dels llenguatges. Pel que fa a les llibreries, atès que no disposava del coneixement de totes les opcions que existeixen, s'han seleccionat les més descarregades i famoses, tot i que pot existir alguna alternativa que s'adapti més a la solució del problema, però es desconeix.

### 11.1 Aplicació web

El llenguatge per al desenvolupament de l'aplicació web ha sigut **JavaScript**. És el principal llenguatge de la web, però també es pot utilitzar fora gràcies a motors d'execució com `Node.js` o `Deno`. Aquest llenguatge és base per poder utilitzar React, la llibreria escollida per al desenvolupament.

Altres llenguatges de programació utilitzats en aquesta part del sistema són:

- **HTML**. Creació de la base de la pàgina web on s'inclou el primer fitxer JavaScript que genera tot el contingut a través de React.
- **CSS**. Llenguatge de programació per oferir estils a la pàgina web. Cadascun dels components de l'aplicació tenen el seu propi fitxer `css` associat. També existeix un fitxer d'estils globals de l'aplicació.
- **JSON**. És l'estàndard de la web per realitzar els intercanvis de dades entre diferents aplicacions. A més, també s'utilitza per carregar tota la informació del contracte del sistema amb el que s'ha de connectar per gestionar els NFTs.

Llibreries:

- **React**. Llibreria base per al desenvolupament del projecte. Es tracta d'una llibreria que ens permet gestionar el contingut de la pàgina web a través de components que més tard es compilen per a produir fitxers JavaScript habituals.
- **React Helmet**. A l'utilitzar React, només existeix un fitxer `index.html`, en el que gràcies al JavaScript compilat va canviant el seu contingut. Per tant, tota la informació associada a la pàgina que s'encapsula dins l'etiqueta `head` del HTML, no és dinàmica. Gràcies a aquesta llibreria, es permet canviar propietats d'aquest element (títol que apareix a la pestanya del navegador, descripció de la pàgina, icona, etc), depenent del component que estiguem mostrant en aquell moment.
- **React Router DOM**. Aquesta llibreria ens permet gestionar les rutes de l'aplicació. En una web on existeixen diversos fitxers HTML o PHP, habitualment, la direcció de la pàgina concorda amb els noms dels directoris i fitxers. En aquest cas, al només tenir un, hem de gestionar les direccions d'una altra manera. Aquesta llibreria ens ajuda en aquesta tasca, obtenint la direcció introduïda per l'usuari i mostrant el component seguint una estructura definida.

- **JSZip**. Donat que l'aplicació gestiona fitxers, per poder enviar tots els fitxers i emmagatzemar-los d'una forma més àgils, es comprimeixen en un fitxer de tipus zip. Aquest procés és possible gràcies a aquesta extensió.
- **Ethers**. Aquesta llibreria és clau per a la connexió amb la blockchain i més concretament amb el nostre contracte. Aquesta llibreria ens permet llegir el fitxer JSON generat al compilar el contracte, per així connectar-se a ell amb els mètodes i paràmetres adients. També ens permet gestionar el procés de signatura per a l'inici de la sessió de l'usuari amb el servidor.
- **Crypto.js**. Es tracta d'una llibreria de criptografia. S'utilitza per a l'encriptament dels fitxers adjuntats en el cas que el NFT hagi de ser privat. Com que el propi NFT no pot ser privat per estar a la blockchain, el que fem es encriptar els fitxers i garantir d'aquesta manera la privacitat.
- **Axios**. Llibreria utilitzada per fer crides als diversos *endpoints* amb els que es comunica el sistema. Aquesta llibreria ens permet configurar accions predeterminades, a més de retornar una resposta amb més informació que amb el mètode propi `fetch` de Javascript .
- **NextUI**. Llibreria de components predefinitos utilitzada per mostrar la imatge de l'usuari amb efecte d'ampliació quan es passa el cursor per sobre.
- **LottieFiles**. Aquesta llibreria creada per l'empresa Airbnb, permet mostrar animacions a través d'un gran catàleg que es descarreguen en format JSON.
- **FontAwesome**. Llibreria que conté un catàleg intern d'icones. Totes les icones de l'aplicació són d'aquesta llibreria.
- **Standard.js**. Aquesta llibreria és de tipus desenvolupament. Això vol dir que quan aquest projecte és compilat per generar fitxers estàtics, aquesta llibreria no és compilada. Bàsicament es tracta d'un *linter* que permet, durant el desenvolupament del propi codi, mantenir uns estàndards de disseny. És molt útil quan diverses persones treballen, però també per a una sola persona per mantenir un codi llegible i amigable.
- **Jest**. Llibreria que funciona com a motor d'execució en un entorn fora del navegador per als tests automatitzats realitzats.
- **React Testing Library**. Conjunt d'eines optimitzades per a React per realitzar uns tests unitaris d'una forma més còmode i eficaç.

L'entorn de desenvolupament escollit per a desenvolupar l'aplicació web és **Visual Studio Code**. És un editor de text desenvolupat per Microsoft i que conté gran nombre d'extensions per treballar amb diferents llenguatges i tecnologies. És molt habitual utilitzar aquest entorn de treball pel desenvolupament en JavaScript, ja que funciona molt bé.

## 11.2 Aplicació *backend*

En aquest cas, el llenguatge escollit per aquesta part del sistema és **Python**. És un llenguatge de propòsit general utilitzat en gran varietat d'àmbits. És molt comú escollir

aquest llenguatge en àmbits com la intel·ligència artificial, *machine learning* o per a computació científica. Tot i això, també és molt utilitzat per al desenvolupament de serveis web com és el nostre cas.

Python ha estat escollit juntament amb el *framework* **Django REST**. Es basa en el *framework* de Django per construir aplicacions web completes amb part visual inclosa, però adaptat per crear APIs REST.

En el servidor també s'ha utilitzat el llenguatge **JSON** per tal de rebre i enviar dades amb l'aplicació web.

Llibreries:

- **web3**. Llibreria utilitzada per la verificació de la signatura de l'usuari amb Meta-mask.
- **eth\_account**. Juntament amb l'anterior llibreria, permet verificar la signatura de l'usuari per confirmar la seva identitat.
- **jwt**. Aquesta llibreria permet generar *tokens* d'usuari, permetent adjuntar informació útil. S'utilitza per generar un *token* un cop verificada l'identitat i assegurar la privacitat de les dades en les següents connexions.
- **zipfile**. Seguint el mateix comportament que en l'aplicació web, en el servidor també s'han de gestionar els diferents fitxers que l'usuari penja. Per aquest motiu, és necessari l'ús d'aquesta llibreria.
- **pytest**. Llibreria que permet la generació i execució de tests unitaris.

En aquest cas, i tenint en compte el llenguatge de programació utilitzat, s'ha decidit utilitzar l'entorn de desenvolupament ofert per l'empresa JetBrains dissenyat exclusivament per Python: **PyCharm**.

### 11.3 Smart Contract

Per al desenvolupament del contracte s'ha fet ús de dos llenguatges de programació. El primer és el necessari per crear el propi contracte que s'anomena **Solidity**. És el llenguatge principal per al desenvolupament de contractes per a la *blockchain*.

D'altra banda, també ha sigut necessari utilitzar un *framework* basat en **Python** anomenat **Brownie**, possibilitant la realització del procés de creació, de proves i de penjar a la xarxa descentralitzada, d'una forma molt més senzilla.

Per al desenvolupament del contracte, ha sigut necessari dependre de dos contractes ja generats i penjats a la blockchain.

- **ERC721URIStorage**. Aquest primer contracte és el que permet crear NFTs dintre del nostre contracte amb l'estàndard ERC721 [49], afegint-li també la possibilitat d'adjuntar-li un enllaç a un fitxer amb les metadades que contenen tant la informació com l'enllaç a IPFS que conté el codi.

- **Conters.** Aquest contracte actua com a llibreria i permet crear un comptador que es va incrementant cada cop que es vol crear un nou NFT, donat que cadascun dels *tokens* dins d'un mateix contracte, mai poden tenir el mateix identificador.

Seguint el cas anterior, donat que no existeix cap entorn de desenvolupament específic per a Solidity i que s'ha usat un *framework* de Python per al desenvolupament conjunt del contracte, s'ha optat per utilitzar també l'IDE **PyCharm**.

## 12 Testing i Software Quality

Un projecte de software passa per diferents fases fins que es dona per finalitzat, sense tenir en compte un possible manteniment del servei. Aquest no és el cas d'aquest projecte, ja que un cop defensat aquest treball, d'entrada, no es preveu una continuïtat del projecte ni posada a producció.

Les fases habituals d'un projecte d'aquest estil són:

- **Obtenció de requisits.** Primera fase on es recullen tots els requisits dels *stakeholders* involucrats en el projecte. Un cop obtinguts, es defineixen els requisits funcionals i no funcionals del projecte.
- **Disseny.** A continuació, a partir dels requisits, es realitza el disseny funcional i un prototip del sistema.
- **Desenvolupament.** Fase en que es realitza la construcció del sistema.
- **Testing.** Fase que ocupa aquesta secció. Es tracta de crear els diversos tests a executar i validar el correcte funcionament de l'aplicació tenint com a referència els requisits definits a la primera fase.
- **Publicació.** Es compilen les diverses parts del sistema, es penjen als servidors i són executats perquè puguin accedir els usuaris finals.

### 12.1 Proves funcionals

Per la validació dels requisits funcionals establerts es realitzen un seguit de proves funcionals del programari. Gràcies a aquests tests podem garantir un bon funcionament del sistema i, a més, garantir que les funcionalitats anteriors continuen el flux esperat després de modificacions del sistema.

En el desenvolupament dels tests de cadascuna de les parts del sistema s'han hagut d'adoptar algunes mesures per garantir l'aïllament de l'objecte a provar.

En tots els casos, s'han realitzat proves unitàries del comportament de cada objecte de forma automàtica gràcies a les eines que ens ofereixen cadascun dels llenguatges, llibreries i *frameworks*. El resultat de les execucions dels tests de les diferents parts es troben a l'Annex 2. D'altra banda, no ha sigut possible realitzar uns tests d'integració vàlids per al sistema amb el programari utilitzat. Això és degut a la interacció necessària per al sistema de l'extensió de Metamask i el bloqueig de les peticions a IPFS, servei on s'emmagatzemen totes les metadades dels NFTs. És una eina, que amb el programari que es té a l'abast no ha sigut possible de simular, ja que per poder automatitzar test d'integració i *end to end*, s'ha d'executar en un navegador de proves i aquest no integra l'eina.

S'ha fet ús del servei `Cypress.io` sense èxit per les causes esmentades [50]. Aquest servei proporciona un mecanisme pel qual el programador introdueix les tasques que el sistema ha de realitzar i el resultat esperat a mostrar. Un cop definides les directrius, aquest és executat en un client del navegador escollit, i es pot consultar totes les fases i tots els moviments que realitza, podent tornar enrere ja que realitza captures de tot el procés

per trobar el punt de l'errada. Per aquest motiu, i per no deixar part de les proves sense realitzar, s'ha decidit realitzar-les manualment.

El procediment manual ha consistit en redactar una bateria de proves amb la seva descripció i resultat esperar i realitzar cadascuna d'aquestes proves manualment interaccionant directament amb el sistema. Aquest conjunt de proves es pot consultar a l'Annex 3.

### 12.1.1 Aplicació web

Per a l'aplicació web s'ha fet ús del motor d'execució **Jest**, conjuntament amb la llibreria **React Testing Library**. Aquestes dos eines són les recomanades pel propi equip de React en la pròpia documentació [51]. **Jest** s'encarrega d'executar el codi a provar d'una forma local i sense haver d'executar un servidor local i obrir un navegador web. En el cas de **React Testing Library**, es tracta d'una llibreria amb eines per la realització de tests amb React.

Per elaborar aquestes proves unitàries, s'ha aïllat cada component de tota comunicació amb altres funcions i components que puguin modificar el comportament. Això significa que importacions d'imatges, d'icones i semblants no s'han modificat, però sí tots aquells que carregaven altres components o obtenien informació variant dependent de la consulta i els paràmetres.

També s'han creat *mocks* de totes les peticions a les APIs i *blockchain* perquè retornin sempre el mateix objecte fixe especificat en el propi test.

### 12.1.2 Backend

Per al cas del servidor, s'ha fet ús de **pytest**, una llibreria dissenyada per a Python, que es pot fer servir per qualsevol *framework* escollit.

S'han hagut de realitzar *mocks* de les comunicacions amb la API de GitHub seguint la mateixa dinàmica que en el *frontend* de l'aplicació per aconseguir construir les proves unitàries de forma correcta, és a dir, fent que aquestes consultes no facin la petició real, sinó que retornin automàticament un objecte definit.

D'altra banda, gràcies a l'ús del framework de **Django**, detecta automàticament que s'estan realitzant test, i per cada execució de les proves es crea una nova base de dades amb totes les entitats definides en el sistema i aquests tests es connecten a aquesta base de dades en comptes de l'original. D'aquesta manera permet realitzar les proves sense perill a afectar dades reals. Aquesta base de dades es esborrada automàticament quan totes les proves executades han finalitzat.

## 12.2 Smart contract

En aquesta part del sistema també s'ha fet ús de Python per a les proves unitàries, i la llibreria per a l'execució de les proves automàtiques és també **pytest**.

En el cas de les proves del contracte, és cert que no té cap dependència del que s'ha

d'aïllar per l'execució de les proves, exceptuant la pròpia xarxa descentralitzada. Durant el desenvolupament del projecte s'ha utilitzat una de les xarxes de proves més populars, *Rinkeby*, i es podria fer servir aquesta per a les proves unitàries. Però per aconseguir un aïllament més complet, la connexió en les proves del contracte es fa amb una xarxa creada en el propi sistema on s'executen les proves, anomenada *Ganache*. Aquesta xarxa s'executa en mode local a l'ordinador i és accessible només des de la xarxa local. Només modificant la configuració del *framework* escollim la xarxa on volem penjar el contracte.

### 12.3 Proves d'acceptació

Tot i que un sistema hagi passat satisfactòriament les proves funcionals, és necessari que els *stakeholders* del projecte provin realment el producte i validin el seu comportament a nivell funcional, com validar l'acceptació dels requisits no funcionals definits en primera instància.

Per a la realització d'aquesta fase, i donat que no es tracta d'un projecte real sense estar accessible a un servidor públic, s'ha requerit de l'ajuda de diversos companys de feina, encarregats de provar l'aplicació i, a través del *feedback* proporcionat i de preguntes realitzades, validar el comportament del sistema. Aquests usuaris, utilitzant la xarxa local de l'oficina s'han connectat a l'ordinador on s'estava executant tot el sistema.

El resultat d'aquestes proves han resultat en:

- Validació dels requisits funcionals del sistema.
- Criteris d'acceptació dels requisits no funcionals aconseguits.
- Identificats petites errades de comportament en el sistema, que han sigut solucionats i tornats a validar per l'usuari.
- Recomanacions per la millora del sistema. Algunes de les peticions s'han pogut implementar i, d'altres, no ha sigut possible pel termini establert.



## 13 Identificació de lleis i regulacions

Com qualsevol projecte es troba sota una serie de lleis i de regulacions que s’han de complir. Principalment s’han de complir dues lleis, que qualsevol pàgina web ha de tenir present: la llei de protecció de dades i la llei de *cookies* de la Unió Europea.

### 13.1 Normativa del Treball de Final de Grau

Aquest treball està subjecte a una normativa establerta per la Facultat d’Informàtica de Barcelona, en la qual es determinen les condicions amb les que s’han de desenvolupar el treball [24]. Aquest document recull informació relativa a la càrrega de treball, inscripció i matriculació, les diferents modalitats que es poden realitzar, les fites i mètodes d’avaluació, formalització del tribunal, continguts de la memòria, i el marc jurídic imposat per la Universitat Politècnica de Catalunya per l’assignació de mencions de Matrícules d’Honor.

### 13.2 Llei de Protecció de dades

En el primer dels cassos, la llei de protecció de dades afecta en el cas que l’usuari vulgui introduir les seves dades per compartir-les amb la resta que utilitzi la plataforma. Aquest usuari, pot introduir les dades que ell o ella vulgui, no hi ha cap dada obligatòria a l’hora d’emplenar el formulari d’usuari. De fet, no cal ni que l’usuari accedeixi a aquest formulari si no ho creu oportú.

### 13.3 Llei de *cookies* Europea

Com a segona llei, ens trobem amb la llei de *cookies* de la Unió Europea. L’aplicació no utilitza *cookies* directament, però sí que hi ha alguna llibreria, sobretot a l’hora de gestionar el *token* de l’usuari per connectar-se amb el *backend* de la nostra aplicació que sí n’utilitza. Per aquest motiu, hem d’assegurar-nos de complir la llei. Per complir la normativa, un cop finalitzat el desenvolupament s’ha de consultar quines *cookies* està guardant la nostra aplicació per mostrar un missatge a l’usuari el primer cop que obri l’aplicació, per tal que accepti explícitament l’ús de les *cookies* necessàries per al funcionament de l’aplicació.

### 13.4 Avís legal de l’aplicació

L’avís legal i d’ús de la nostra aplicació, ha de remarcar que l’aplicació es desentén completament del contingut dels codis i aplicacions que els usuaris vulguin penjar a la *blockchain* a través de la nostra plataforma. De la mateixa manera, no és responsable de robatoris de codi i aplicacions que es vulguin fer. És a dir, si un usuari penja un codi a la plataforma i aquest és utilitzat sense permís. També en el cas que un codi sigui propietat d’una persona física o jurídica, aquest sigui obtingut per algú altra, i el pengi a la plataforma sense el permís corresponent.

### 13.5 Termes i Condicions dels serveis Infura i Metamask

Infura i Metamask són dos dels serveis externs utilitzats pel desenvolupament del sistema. Aquests dos són propietat de la mateixa companyia Consensys [52]. En aquest cas, seguint els enllaços de les diferents pàgines web, ens adonem que els dos serveis comparteixen les mateixes condicions d'ús.

En aquest treball no s'entrarà en profunditat en tots els detalls de les condicions, però sí que es realitza un breu resum dels aspectes més importants a tenir en compte.

- **Responsabilitats.** L'usuari és l'únic responsable de l'ús dels seus serveis. Això implica que és l'usuari qui ha de vetllar per complir la llei, protegir els seus comptes de possibles robatoris i fer còpies de seguretat en cas necessari.
- **Suspensió i limitacions.** Es pot suspendre l'ús del servei en cas que pugui causar un risc per al servei, no s'estiguin complint les condicions d'ús o no s'estiguin realitzant els pagaments. A més, en cas de suspensió s'haurà de fer càrrec de les comissions i cobraments durant aquest període. Es limitarà també el nombre de crides a la API en cas que s'excedeixi el número de peticions usuales o establerts com ús correcte.
- **Drets de propietat.** No es formalitza cap acord sobre el contingut que l'usuari pugui penjar al seu servei, però s'accepta l'ús del contingut per oferir el servei.

### 13.6 Termes i Condicions de la API de GitHub

GitHub, com un altre servei utilitzat pel nostre sistema, també determina algunes limitacions pel seu ús [52]. Les condicions establertes són:

- Les sol·licituds abusives poden resultar la suspensió temporal o permanent del compte a la API.
- No es poden compartir *tokens* de la API per a excedir les limitacions de velocitat.
- No es pot fer ús de la API per a la descàrrega de contingut amb la finalitat de fer *spamming* o vendre informació personal.
- Complir amb la declaració de privacitat de GitHub.

### 13.7 Llicències de llibreries i programari

Durant el desenvolupament del projecte s'ha fet ús de serveis de tercers per agilitzar alguns processos. Totes aquestes llibreries tenen algun tipus de llicència.

La llibreria per al llenguatge de programació Python `zipfile` utilitza un tipus de llicència "Python Software Foundation License". Aquest tipus de llicència és de programari lliure permissiva, permetent modificacions de codi font com crear nous projectes a partir d'aquesta [53].

Una llibreria també de Python que utilitza un altre tipus de llicència és `jwt`. En aquest cas opta per una llicència “Apache Software License”. Com en el cas anterior, és de programari lliure permissiu. Es permet utilitzar el codi per qualsevol propòsit, distribució o modificació. En aquest cas sí que té la condició que existeixi un avís que informi que s’ha utilitzat codi amb aquest tipus de llicència, i que s’adjunti la còpia d’aquesta llicència en el directori principal del paquet que es distribueixi. [54]

La resta de llibreries esmentades a la secció 11 utilitzen la llicència “MIT” [55]. Com en els casos anteriors, és de tipus lliure permissiu. La condició imposada és que s’inclougui la nota de *copyright* i de drets en totes les còpies del *software*.

### 13.8 NFTs i la propietat intel·lectual

Cal fer un èmfasi especial en com afecta a dia d’avui la propietat intel·lectual en els NFTs. Una persona que posseïx un NFT no significa que tingui la propietat intel·lectual sobre el contingut, sinó que el que succeïx és que queda registrat a la *blockchain*. És a dir, una base de dades descentralitzada i immutable, una transacció on s’associa aquell objecte amb la direcció pública que un usuari ha creat a través d’un servei com és Metamask per a crear carteres en la plataforma.

Per tant, si aquestes persones volen certificar a nivell legal que realment posseïxen aquest objecte o contingut, han d’obtenir una llicència sobre aquests drets de la persona o empresa que ha creat aquest contingut, i que ha convertit en un NFT [56].

## 14 Planificació final

### 14.1 Anàlisi d'alternatives

Durant l'execució del projecte s'han hagut de prendre decisions i/o canvis en la manera de fer algunes tasques de diversos punts.

El primer dels casos ha estat la decisió de crear un *backend* per a la nostra aplicació i no utilitzar únicament la *blockchain*. Era un tema que havia estat revisant amb el meu cap i director de projecte perquè fins a l'hora de posar-nos no teníem clar si seria realment necessari. Al final, un cop començat el desenvolupament hem arribat a la conclusió que sí que seria necessari, principalment, perquè són dades molt variables i les dades que es guarden a la *blockchain* no es poden modificar ni eliminar. Per tant, són dades que quedarien allà per sempre, cosa que no volem, també per la llei de protecció de dades. El nostre interès era tenir nosaltres la gestió, poder eliminar les dades i assegurar que no estiguin penjades a la xarxa per la nostra gestió.

Un cop vist que sí havíem de tenir un *backend* propi per guardar les dades personals i gestionar-les, s'havia de decidir en quin llenguatge es desenvolupava. Teníem dues alternatives: desenvolupar-lo en el mateix llenguatge que el *frontend*, és a dir, en Javascript; o bé, donat que es tracta d'un projecte innovador que utilitza tecnologies amb les que encara no havia treballat, com són tecnologies *blockchain* i Raact, utilitzar una tecnologia que no hagués treballat abans. Per decisió pròpia i amb l'ambició de conèixer noves tecnologies, vaig decidir la segona opció. Vaig fer una investigació dels llenguatges més utilitzats per *backends* i vaig veure que els dos més utilitzats eren Javascript i Python. En el meu cas, només havia treballat amb aquest últim llenguatge per scripts molt petits, per tant, era una tecnologia nova per a mi, així que encaixava amb el meu interès. Com a *framework* de desenvolupament es va decidir utilitzar Django, que és un dels més utilitzats per a Python.

La vinculació i ús de GitHub ha fet prendre diverses decisions i canvis en la manera de realitzar els procediments. El primer cas es tracta de com gestionar l'obtenció de recursos del compte de GitHub de l'usuari. Aquest pas succeeix a l'hora de crear un nou NFT, ja que hi ha dues maneres de penjar un codi font. La primera és arrossegant o pitjant per obrir el explorador d'arxius i adjuntant fitxers, o bé vinculant el perfil amb el compte de Github i obtenir el fitxers dels repositoris. Per poder tenir l'experiència completa, s'ha de sol·licitar a l'usuari que iniciï sessió a GitHub per tal d'acceptar els permisos i així tenir accés no només als repositoris públics, sinó també als privats. El procés és el següent:

1. Creem una aplicació OAuth dins de GitHub a l'apartat de desenvolupadors. Amb això, ens proporcionen un identificador únic de l'aplicació i una clau secreta.
2. Quan l'usuari vol vincular el compte, obrim una nova finestra al navegador enviant l'usuari al login de github amb el nostre identificador de l'aplicació per tal que ens doni permís. Un cop acceptat, GitHub ens retorna un codi temporal.
3. Un cop obtingut aquest codi temporal, fem una petició a GitHub enviant-li l'identificador, la clau privada i el codi temporal de l'usuari. Si les dades són correctes, se'ns retorna finalment el token de l'usuari amb el que podem enviar les peticions a l'API de GitHub.

En aquest punt, veiem dos punts de vulnerabilitat en el sistema en el cas que féssim totes les peticions des del *frontend* de l'aplicació.

El primer punt es troba en el moment d'enviar les dades per obtenir el *token* de l'usuari. En aquesta petició, s'adjunta també la clau privada de la nostra aplicació. Per tant, qualsevol persona que miri les peticions que el seu navegador està realitzant podria obtenir la clau, amb els problemes de seguretat corresponents.

El segon aspecte és el propi *token* de l'usuari. Hem de tenir present que per poder accedir als repositoris privats de l'usuari, ens ha d'autoritzar l'accés total als seus repositoris, tant lectura com escriptura. Per tant, un cop obtingut aquest token amb tants nivells d'accés, seria molt perillós si pogués ser interceptat, ja que podria perjudicar directament a l'usuari.

Per aquests motius, es va prendre la decisió de fer totes les gestions amb GitHub a través del *backend* de la nostra aplicació. D'aquesta manera, la nostra clau privada mai s'enviaria al nostre *frontend* ni tampoc el *token* de l'usuari. És cert que perdem certa velocitat a l'hora de connectar i obtenir les dades, però d'altra banda guanyem molta seguretat, tant nostra com de l'usuari. Finalment, després d'aplicar aquesta correcció per a la realització des del *backend*, el procediment d'autorització és el descrit en l'apartat 10.8

Com es pot veure, d'aquesta manera cap clau ni *token* viatja i, per tant, és molt complicat que pugui ser interceptat.

El segon canvi de procediment respecte la comunicació amb GitHub es dona a l'hora de crear un repositori en el compte de l'usuari que, prèviament, ha sincronitzat. La idea inicial era realitzar totes les comunicacions directament amb la API, inclòs el procés de pujada dels fitxers.

A través de la pròpia API GitHub no permet penjar un únic fitxer comprimit per crear un nou *commit*, descomprimint automàticament el fitxer adjuntat. Per tant, el procediment comença penjant cadascun dels fitxers en una crida separada. A continuació, s'han de crear els arbres de directoris indicant quins fitxers s'inclouen dins de cada arbre. Un cop fet aquest procés, s'obté la referència a l'arbre principal i es crea un nou *commit* fent referència a l'arbre [57].

Es va desenvolupar aquesta metodologia però, a l'hora de provar el seu funcionament, va sobtar la duració de tot el procés. Penjar un projecte com el propi *frontend* del sistema d'aquest projecte durava més de quinze minuts. Això és degut a haver de fer una crida per cadascun dels fitxers, quan un projecte d'aquest estil té un mínim de cent documents de diferents mides. Però no és tant la mida dels fitxers (que també), el problema ve motivat pel nombre de crides.

Per solucionar aquest problema, el procés final desenvolupat ha estat el següent:

1. Es descarrega en el servidor el codi a penjar a GitHub.
2. Es crea el repositori a través d'una crida API.
3. S'inicialitza un repositori en el codi descarregat.
4. Es crea un *commit* inicial.
5. Gràcies a que el *token* de l'usuari serveix no només per l'API sinó que també per la

línia de comandes, es vincula per línia de comandes el repositori local amb el creat a GitHub.

6. S'executa la comanda `git push origin master` per a penjar tots els fitxers de cop.

Finalment, l'últim aspecte del que s'ha hagut de buscar una alternativa per al bon funcionament de l'aplicació és un problema que hi havia en el cas que un usuari encara no tingués instal·lada l'extensió de Metamask però volgués consultar i navegar per l'aplicació. Fins ara, era necessari que l'usuari disposés d'aquesta extensió ja que, a part de ser la *wallet*, actua com a proveïdor per accedir a la *blockchain*; per tant, sense aquesta no es podia recuperar cap informació. No és el cas quan sí es té l'extensió instal·lada però sense vincular, en aquesta situació sí que es pot connectar.

Per aconseguir solucionar aquest problema per tal de garantir una bona experiència d'usuari s'ha fet ús d'un servei extern que actuï com a proveïdor només en aquells casos en que l'usuari no disposi de l'extensió instal·lada. D'aquesta manera, utilitzarà aquesta. En aquesta ocasió, s'ha optat per utilitzar un servei anomenat **Infura** (Explicat a la secció 10.1.6).

## 14.2 Canvis i desviacions

Tenint com a referència la planificació que es va establir durant la fase inicial de la gestió del projecte (secció 5), analitzarem els canvis que s'han produït a la mateixa.

El primer període del treball on es duia a terme la formació en les tecnologies *blockchain* i React (framework de Javascript en el qual es realitza el *frontend* de l'aplicació), es va dur a terme en el termini establert. De la mateixa manera, els diferents lliuraments de l'assignatura de GEP es van complir en el temps marcat per la pròpia facultat.

Mentre s'elaboraven aquests documents, tenia previst realitzar l'especificació de requisits del projecte, el disseny de l'aplicació web, preparació de l'entorn i l'inici del desenvolupament del *smart contract*. Aquesta fase també s'ha aconseguit finalitzar a temps. Tot i això, cal esmentar que durant el procés de desenvolupament de la resta del projecte s'han realitzat modificacions en aquest contracte, nucli del projecte, per tal de satisfer necessitats que no s'havien detectat amb anterioritat. Aquests canvis i millores no han tingut afectació directa a la planificació, ja que que són necessitats específiques molt clares i concretes, que no han requerit de gaire esforç i que ja s'havia contemplat en el temps de dedicació de les tasques posteriors.

Seguit d'aquest desenvolupament del contracte amb Solidity, ja començava la construcció de l'aplicació web. L'inici de sessió que es realitza a través del navegador amb l'extensió de la *wallet* de Metamask es va realitzar sense cap endarreriment. A partir d'aquest punt, havíem de començar a gestionar informació de l'usuari, que va plantejar prendre una decisió que ja ens feia dubtar anteriorment. Al final es va prendre la decisió de treballar, a més de la *blockchain*, amb un *backend* propi per a la nostra aplicació, d'aquesta manera podríem gestionar la informació dels nostres usuaris d'una forma més senzilla. A més, també ens seria més fàcil garantir la privadesa d'aquestes dades i complir amb el reglament de la protecció de dades. Per aquest motiu, es va destinar una setmana a la preparació de l'entorn i a la formació en el *framework* de Django escollit per realitzar aquest *backend*.

Aquest contratemps va afectar a la planificació. No obstant això, atès que es tractava

d'un aspecte que ja tenien alguns dubtes de com fer la implementació, valorant-se que podria afectar, es va tenir en compte part d'aquest temps dedicat en diverses tasques, sobretot, en les vinculades a la gestió de l'usuari.

En aquest punt, just després de comptar amb l'estructura del *backend* de l'aplicació i la gestió de l'usuari finalitzada, es va haver de reduir considerablement el número d'hores dedicades al projecte per donar prioritat a altres tasques urgents a realitzar a l'empresa, d'altres projectes que s'havien d'entregar als clients.

Aquest contratemps va fer endarrerir el projecte dues setmanes. Després no es va poder realitzar una compensació d'hores dedicades en aquell moment, per la implicació directa en un nou projecte d'un client que se'm va assignar i que requeria començar el desenvolupament en aquell precís moment. Per tant, es va seguir amb la dedicació prevista de mitja jornada, i es va continuar amb la funcionalitat de la creació d'un nou NFT. Després d'aquesta tasca, s'han realitzat les tasques de consulta de NFTs dels usuaris, més vistos i favorits, en lloc de les que hi havia previstes de transferència de codi i consulta de la informació d'un codi.

Aquesta modificació de la planificació es planteja, perquè donada l'estructura i modalitat de desenvolupament de React per components, era molt més senzill i ràpid fer aquestes fases seguides.

A continuació es va desenvolupar la consulta de NFTs més favorits. D'altra banda, es va realitzar una modificació de precedències en les tasques restants. Primer s'ha realitzat la tasca de consulta d'un codi i després la transferència. Això és perquè aquest pas es realitza dins la pantalla de consulta. És cert que el codi del contracte que realitzarà aquesta acció estava prèviament elaborada, però no a nivell de l'aplicació.

Un cop finalitzat el procés de desenvolupament, s'han realitzat totes les proves, tant unitàries com d'integració. Aquesta última tasca s'ha realitzat fora del termini establert en un inici, corresponent a la setmana següent a la finalització prevista del desenvolupament del projecte (sense tenir en compte la documentació).

Per últim, esmentar que hi ha algunes tasques no definides a la planificació inicial i que han estat incorporades. Aquestes són:

- Consulta de codi font a VSCode Online. Dins la consulta d'un codi, hi haurà un botó que obrirà una nova pestanya al navegador utilitzant l'eina de Visual Studio Code online per visualitzar el codi font d'una forma més senzilla, inclosa l'edició del mateix, tot i aquesta modificació no afectaria al codi penjat com a NFT.
- Cerca. En el menú superior de l'aplicació existeix una barra de cerca que ha de permetre cercar NFTs per nom, descripció i tags, i també usuaris pel seu nom d'usuari.

### 14.3 Impacte econòmic

Tot i els inconvenients i problemes sorgits durant el desenvolupament del projecte, el número d'hores que s'han dedicat al projecte són les mateixes que es veuen reflectides a la gestió inicial. Cal dir que certes tasques s'han aconseguit desenvolupar amb menys

temps del previst, aconseguint així compensar els imprevistos i la incorporació de dues tasques noves no previstes.

Per contra, sí que ha hagut una modificació en la planificació inicial. Com s'ha comentat anteriorment, motivada per la necessitat de donar resposta, amb caràcter urgent, a altres projectes i tasques dins l'empresa, que va provocar aturar durant dues setmanes el desenvolupament del projecte. Per aquest motiu, tot i que teníem prevista com a data de finalització del desenvolupament el dia 3 de juny a partir del diagrama de Gantt (secció 6.1, s'ha finalitzat realment el dia 16, és a dir, gairebé dues setmanes més tard. Aquesta diferència temporal concorda amb l'aturada prèvia que hi va haver.

Per tant, la planificació en termes d'impacte econòmic en recursos humans no ha estat modificada, igual que l'equipament hardware que no ha estat modificat durant els mesos de desenvolupament.

L'equipament software sí que ha estat lleugerament modificat, i aquest canvi afecta a la planificació econòmica inicial. S'ha d'incloure l'ús del servei **Infura** com a recurs. Aquest recurs, però, no té cost i, per tant, no té afectació.

D'altra banda, s'ha eliminat un servei software que sí que tenia un cost econòmic. Aquest és el servidor, que tenia un cost total de 273,75€ durant tot el període del projecte. Aquest cost s'ha aconseguit eliminar, ja que al final no ha sigut necessària la compra d'un servidor perquè tot el codi s'ha realitzat en un entorn local de desenvolupament, i aquesta aplicació no tindrà una vida útil un cop finalitzat el projecte.

Tenint en compte que el pressupost software inicial ascendia a un total de 326,25€, s'ha aconseguit reduir a **50,50€**.

Continuem amb les despeses generals. Aquest apartat inclou els materials complementaris necessaris com el cost dels serveis d'electricitat, Internet, etc. Tenint en compte la situació actual de l'increment del preu de l'electricitat i de la benzina, considerarem que la despesa final tant del desplaçament com de l'electricitat ha augmentat en cinc euros cadascuna d'elles, causant un increment dels costos generals de 10€.

A la Taula 9 es pot observar la diferència entre els costos plantejats inicialment i els totals, amb la diferència.

|                       | <b>Cost (Fita inicial)</b> | <b>Cost (Fita final)</b> |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| Costos de les tasques | 6.940,08€                  | 6.940,08€                |
| Costos Generals       | 653,50€                    | 389,75€                  |
| Contingència          | 1.139,04€                  | 1.099,47€                |
| Imprevistos           | 305,24€                    | 305,24€                  |
| <b>TOTAL</b>          | <b>9.037,86€</b>           | <b>8.734,54€</b>         |

Taula 9: Taula comparació dels costos totals finals del projecte respecte els inicials. Font: Elaboració pròpia

Finalment, podem afirmar que el projecte s'ha aconseguit realitzar amb un estalvi total de 303,32€.



## 15 Sostenibilitat

### 15.1 Autoavaluació

A diari ens trobem als diferents mitjans de comunicació notícies o mencions a conceptes de sostenibilitat, l'economia circular, l'Agenda 2030, etc. És per aquest motiu, que tot i creure tenir els coneixements en aquest aspecte, després de realitzar l'enquesta m'he adonat que no he adquirit els coneixements necessaris.

És cert que els conceptes a nivell general de la societat sí els conec, però després, a mida que avança el qüestionari, hi ha preguntes que fan referència a la sostenibilitat en l'àmbit professional i de projectes. Són tots aquests aspectes els que m'he adonat que no els conec i, per tant, no tinc en compte ni aplico en el meu dia a dia.

Cal, per tant, fer un treball de reflexió sobre com s'estan realitzant els diferents processos tant en aquest projecte com d'altres, i també conèixer les diferents mètriques per analitzar aquests factors per saber on i com es poden millorar.

### 15.2 Projecte Posat en Producció

#### 15.2.1 Àmbit ambiental

##### **Fita inicial**

En tots els costos que s'han analitzat en aquest document, s'han tingut en compte els recursos ja existents i que s'utilitzen per altres funcions i/o projectes. No hi ha cap dispositiu ni *software* (excepte el servidor específic per al projecte), que no s'utilitzi en altres casos.

Cal comentar que actualment, el mecanisme que utilitza la xarxa d'Ethereum per tal d'aconseguir una xarxa estable i fiable és diu *Proof of Work* (POW) [58, postnote]. Aquest mecanisme necessita una gran quantitat d'energia a més d'una gran inversió a l'inici per poder utilitzar-lo. Aquests dos factors fan que, actualment, no sigui la millor tecnologia per al medi ambient.

És per aquest motiu que, al llarg d'aquest any, la xarxa s'actualitzarà amb una nova versió que canviarà aquest mecanisme a *Proof of Stake* (POS). D'aquesta manera, reduiran considerablement l'energia necessària per a treballar-hi, i millorarà notablement la seva afectació al medi. [59]

##### **Fita final**

Finalment, s'ha decidit prescindir del servidor web, donat que durant el desenvolupament del projecte, no és necessari, ja que es van fer les proves i s'executa en el propi ordinador on es desenvolupa el projecte. D'aquesta manera, hem pogut reduir tant les despeses econòmiques com les ambientals relatives al consum d'energia, i la contaminació que pot produir.

També s'ha intentat reduir al màxim el nombre de transaccions que es realitzaven amb la *blockchain* de proves durant tota la fase de desenvolupament. D'aquesta manera evitem utilitzar tanta energia requerida per al procés per a minar cada transacció i reduir

l'impacte ambiental.

La resta de recursos utilitzats són estrictament necessaris, i per tant, seria complicat realitzar aquest projecte amb menys recursos. De fet, l'únic aspecte d'on podríem reduir recursos seria en el cas de treballar exclusivament des de casa, ja que ens evitariem la contaminació que produeix un vehicle de dièsel en el trasllat des de casa a l'oficina i a l'inrevés.

### **15.2.2 Àmbit econòmic**

#### **Fita inicial**

En aquest mateix document s'ha analitzat la gestió econòmica del projecte, tenint en compte els recursos humans i materials necessaris per a la correcta realització del mateix.

#### **Fita final**

Com s'ha detallat a l'apartat anterior, el cost final del projecte és força semblant al que s'havia previst en primera instància. La diferència total és de 303,23€ en positiu, és a dir, d'estalvi. Aquesta xifra s'ha aconseguit reduint les despeses innecessàries, principalment del servidor, que no ha calgut durant tot el període d'aquest Treball de Fi de Grau, i d'intentar seguir dintre les possibilitats la planificació establerta.

### **15.2.3 Àmbit social**

#### **Fita inicial**

A nivell personal, aquest projecte m'aportarà, principalment, una gran formació en aquesta nova tecnologia innovadora amb previsió de creixement a futur que és la *blockchain*. A més, aprendré a realitzar projectes a nivell professional en una empresa del sector, tenint en compte els diferents processos que es duen a terme en una empresa i la comunicació entre companys i departaments.

#### **Fita final**

Aquest Treball de Fi de Grau m'ha aportat un ampli coneixement en noves tecnologies, l'ètica d'ús de les xarxes *blockchain*, i informar-me de com s'estan utilitzant en l'actualitat les criptomonedes i els NFTs a la societat, que pràcticament són per a invertir. A nivell professional, atès que s'ha realitzat aquest projecte en el marc d'un conveni de cooperació educativa amb una empresa del sector, m'ha aportat una rellevant experiència de l'aplicabilitat dels coneixements adquirits durant el grau a la vida real i empresarial.

## **15.3 Vida útil**

Aquest projecte no té prevista una vida útil, ja que no es publicarà de forma definitiva en un entorn de producció. És per això que només es farà referència als aspectes de la fita inicial de la vida útil.

### **15.3.1 Àmbit ambiental**

Aquest projecte pretén optimitzar el procés de validació de la propietat de fonts i solucions de software, evitant així desplaçaments a institucions públiques i/o privades, per al registre d'una propietat o del traspàs de la mateixa a una altra persona física o jurídica.

### **15.3.2 Àmbit econòmic**

Com ja s'ha esmentat, aquest projecte vol evitar la dependència de terceres organitzacions per garantir la propietat del *software*. Per l'ús dels serveis d'aquestes organitzacions, es sol pagar un cost força elevat. Gràcies a aquesta proposta s'aconseguirà garantir la propietat amb un petit cost de la transacció que es farà un sol cop i quedarà guardada la informació per sempre de forma gratuïta per part de l'usuari.

### **15.3.3 Àmbit social**

Aquest projecte té com a finalitat donar la facilitat a les persones i empreses de poder garantir la propietat del seu codi de forma senzilla sense necessitat de tenir coneixement legislatiu ni demanar ajuda a advocats o gestors que tenen un cost elevat per a la realització dels tràmits pertinents en l'organització corresponent.

Aquest projecte té la necessitat real de realitzar-se donat que actualment a Internet es poden trobar gran quantitat de codis a moltes pàgines web, que en molts casos no es coneix la seva procedència i, per tant, tampoc es pot conèixer el tipus de llicència que té, si es troba protegit o no, i conseqüentment, si es pot utilitzar per a nivell personal o professional.

## **15.4 Riscos**

### **15.4.1 Àmbit ambiental**

La petjada ecològica d'aquest projecte depèn molt del mecanisme de verificació de la xarxa. En el cas que es modifiqués per un mecanisme molt més efectiu i sostenible, milloraria substancialment la petjada ecològica del projecte. En cas contrari, segurament el projecte seria cada cop més contaminant ja que serien necessaris més ordinadors i més potents per poder mantenir el sistema.

### **15.4.2 Àmbit econòmic**

Un factor que no depèn de nosaltres però pot tenir un impacte negatiu en l'àmbit econòmic del projecte, és el canvi de polítiques dels diferents serveis externs utilitzats pel sistema. En el supòsit que es decideixi establir un sistema de pagament per a la seva utilització, provocaria un nou concepte de despesa no contemplat en el pressupost.

### **15.4.3 Àmbit social**

Aquest projecte no és perjudicial per a cap segment de la població. Tot i això, sí que és cert que, tractant-se d'una tecnologia innovadora, hi ha alguns col·lectius que no tenen accés i/o no disposen d'una formació suficient per a poder-ne fer ús. Aquest factor pot tenir una incidència directa en aquelles persones que estan més afectades per la bretxa digital.

## 16 Integració de coneixements

En aquest projecte s'estan fent ús de molts coneixements, molts apresos durant el grau, sobretot en l'especialitat, i d'altres més concrets com poden ser les tecnologies que s'estan aprenent durant el propi desenvolupament del projecte. A continuació, passo a detallar els coneixements aplicats adquirits en les assignatures del grau.

Aquest projecte té com a base la creació d'una aplicació web, desenvolupada a través de la programació i la programació basada en objectes per al *backend*. Per tant, s'han aplicat coneixement de les assignatures de Programació 1 i Programació 2, on s'aprenen les bases de la programació i orientació d'objectes, seguint amb aspectes de la pròpia programació.

Hi ha altres assignatures fora de l'especialitat que també han ajudat a desenvolupar aquest projecte. Un exemple d'això és IDI, on vaig aprendre molts aspectes del disseny d'interfícies i com l'usuari interactua. Això ha ajudat a realitzar un millor disseny de l'aplicació i evitar accions no desitjades per part de l'usuari.

L'assignatura d'Empresa i Entorn Econòmic ha sigut també molt útil a l'hora de fer la gestió del projecte inicial per poder calcular tots els costos que implicaven el projecte. En aquesta assignatura s'explicaven aspectes com són els costos de personal, retencions d'IRPF i de Seguretat Social que s'han de tenir en compte a l'hora de calcular les despeses en recursos humans i de com gestionar els diversos recursos necessaris per al bon funcionament d'una activitat. També es tractaven aspectes utilitzats ens els càlculs com són les amortitzacions.

Projectes de la Programació va ser la primera assignatura en la que vam realitzar un projecte real, on s'havien d'especificar requisits i organitzar les diverses tasques del projecte. Tot i això, no és l'assignatura de projectes que més m'ha permès aplicar conceptes per a aquest projecte. Més endavant comentaré una que sí m'ha facilitat molts coneixements.

A continuació, esmentaré les assignatures de l'especialitat que més m'han ajudat a poder realitzar aquest treball de la millor manera possible.

La primera, tot i que no es realitza durant l'especialitat, perquè és una introducció a aquesta, és IES. Aquesta assignatura m'ha ofert les bases d'especificació de requisits, gestió de projectes i arquitectura del software a aplicar a qualsevol projecte.

Les assignatures que sí són estrictament de l'especialitat i que m'han ajudat molt són Enginyeria de Requisits, on s'explica amb detall tot el procés d'identificació i especificació de requisits tant funcionals com no funcionals per desenvolupar qualsevol projecte, tenint clar els requisits que ha de satisfer un cop finalitzat i, d'aquesta manera optimitzant i reduint el cost del projecte per diversos contratemps per la manca de definició.

Arquitectura del Software és una assignatura clau per desenvolupar qualsevol projecte de software, escrivint un codi de qualitat, escalable i fiable. En aquest projecte, tot i utilitzar tecnologies noves i desconegudes, s'ha intentat aplicar les millors arquitectures que han sigut possibles adaptant-les a les necessitats del projecte en qüestió.

Intentant seguir un ordre creixent, amb els coneixements que m'han proporcionat les diverses assignatures cursades, Gestió de Projectes de Software, ha sigut molt clau a l'hora de saber com havia de gestionar el projecte de la millor forma possible, i així

garantir la finalització del mateix de manera satisfactòria. Conceptes clau com la Agile i Scrum, han ajudat a que aquest projecte tiri endavant. A més, en aquesta assignatura també es treballen aspectes dels costos del projecte i com calcular-los.

També Aplicacions i Serveis Web ha sigut una assignatura molt útil a nivell tècnic i pràctic per l'elaboració del treball. M'ha permès realitzar una aplicació web completa a nivell *frontend* com *backend* robustes i amb una bona arquitectura. És l'assignatura amb projectes reals que més s'assembla al projecte que estic realitzant.

Finalment, l'assignatura que a nivell pràctic, però no gaire a nivell teòric, que més m'ha ajudat a dur a terme el projecte és Projecte d'Enginyeria del Software. Bàsicament perquè es tracta de realitzar un projecte complet aplicant tots els coneixements explicats durant l'especialitat, d'igual manera que s'estan aplicant en aquest projecte. Per tant, podríem considerar que aquesta assignatura és un simulacre de com pot arribar a ser el Treball de Fi de Grau d'una persona cursant aquesta especialitat.

Deixant de banda l'ordre ascendent comentat anteriorment, hi ha una última assignatura que tot i que no forma part de l'especialitat i que, en molts casos, inclòs es podria considerar que no té gaire relació amb un projecte com aquest, és l'assignatura d'Habilitats d'Expressió Escrita en Anglès. Cal assenyalar que es tracta d'una assignatura que m'està ajudant en la redacció d'aquest document, ja que tot i que s'imparteixi en anglès, s'expliquen molts conceptes de com redactar un document tècnic correctament, que es poden aplicar a qualsevol idioma.

## 17 Conclusions

La fita final marcada al principi del projecte ha estat assolida satisfactòriament, havent realitzat la totalitat de les tasques definides a la secció 5 amb dues funcionalitats afegides més endavant.

Durant el Treball de Fi de Grau s'ha desenvolupat un sistema complet, a partir d'una especificació de requisits (secció 9) i d'un posterior disseny (explicat a la secció 10), una aplicació web amb React (<https://github.com/paucuesta9/blocksoft-frontend>), una aplicació *backend* en Python (<https://github.com/paucuesta9/blocksoft-backend>) i finalment un contracte en Solidity penjat a la *blockchain* (<https://github.com/paucuesta9/blocksoft-smartcontract>). Totes aquestes parts del sistema, que es comuniquen entre elles, han estat verificades (secció 12), i un cop validat el seu comportament s'ha donat per tancat el desenvolupament.

### 17.1 Competències tècniques

Durant el transcurs del projecte s'han treballat una sèrie de competències tècniques durant l'especialitat d'Enginyeria del Software en diferents graus de profunditat.

*CES1.1: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes i serveis software complexos i/o crítics. [Bastant]*

En aquest projecte s'ha realitzat el desenvolupament d'un sistema software complex que involucra tres serveis propis comunicats entre sí amb mecanismes diferents, i cadascun construït amb tecnologies innovadores i potents, explicades a la secció 11.

A més d'aquests, s'utilitzen altres serveis de tercers com Metamask per a la signatura de totes les transaccions i com a proveïdor de la connexió amb la *blockchain*, o en cas de no estar instal·lat, es fa ús d'un servei extern a l'ordinador de l'usuari.

Aquest sistema ha estat validat gràcies a diverses eines de *testing* (secció 12 com són els tests unitaris automatitzats, els tests d'integració i *end to end* realitzats manualment per la impossibilitat de falsejar el comportament del servei Metamask, necessari per verificar l'usuari i fer transaccions amb la *blockchain* que impliquin modificacions. Finalment, s'han realitzat proves amb possibles usuaris del sistema. Gràcies a totes aquestes proves, s'ha pogut validar els requisits funcionals i l'acceptació dels requisits no funcionals.

*CES1.2: Donar solució a problemes d'integració en funció de les estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles. [Bastant]*

Durant el desenvolupament del projecte, s'han hagut d'anar realitzant certes accions per tal d'aconseguir solucionar problemes d'integració en funció de les diferents estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles.

En primer lloc, el sistema és capaç de gestionar la comunicació amb la API de GitHub, començant pel procés de verificació i autorització de l'usuari, seguint per l'obtenció del *token* privat de l'usuari proporcionat i emmagatzemat, i finalment, realitzant totes les comunicacions amb aquesta API introduint el *token* amb el protocol **Bearer**, consistent en afegir una capçalera a la petició de tipus `HTTP_AUTHORIZATION` i com a valor "Bearer + token".

En segon lloc, la comunicació amb el contracte amb la *blockchain* és possible gràcies a

la possibilitat de convertir els resultats d'aquestes peticions a format JSON, llenguatge principal de JavaScript per al tractament i enviament de dades.

Per aconseguir la comunicació amb la xarxa d'IPFS, mentre el sistema està en execució, s'executa un node de la xarxa en el mateix ordinador. D'aquesta manera s'aconsegueix estar connectat a aquesta xarxa i, a través d'un *endpoint* local, podem penjar i descarregar els arxius emmagatzemats a la xarxa.

*CES1.3: Identificar, avaluar i gestionar els riscos potencials associats a la construcció de software que es poguessin presentar. [Bastant]*

A la secció 3.2 es defineixen els diferents riscos previstos en la fase inicial del projecte, sense comptar amb una formació en aquest àmbit. Tots aquests punts han estat documentats, identificant la seva probabilitat i severitat, juntament amb una estratègia de mitigació a la secció 7

Finalment, un cop acabat el desenvolupament del projecte, s'explica a la secció 14, quins problemes han hagut realment, com aquests han afectat a la planificació inicial prevista i com s'han aconseguit mitigar si és que s'ha pogut.

*CES1.4: Desenvolupar, mantenir i avaluar serveis i aplicacions distribuïdes amb suport de xarxa. [En profunditat]*

La base d'aquest projecte és treballar amb una tecnologia innovadora com és la *blockchain* i els NFTs. Aquests estan basats en una xarxa descentralitzada, i que no és habitual en els sistemes actuals. A més, tot el conjunt d'aplicacions desenvolupades funcionen de forma conjunta gràcies a diferents mecanismes de comunicacions dependent del protocol i del servei utilitzat.

Per la connexió de l'aplicació web amb el servidor, s'utilitza un protocol poc comú per a l'autorització. Aquest protocol consisteix en la signatura amb una clau privada d'un text, que, posteriorment, és comprovat en el servidor. A partir d'aquest moment, la comunicació entre les dues parts es realitza utilitzant el servidor com una **API Rest**.

Per a la connexió amb la *blockchain* s'ha de fer ús d'un proveïdor que es connecta directament amb un node de la xarxa. En aquest projecte s'ha fet ús de Metamask, instal·lat a l'ordinador de l'usuari que permet realitzar aquesta comunicació, a més de la possibilitat de delegar el procés de signatures i autoritzacions de les transaccions. En cas que aquest servei no existeixi a l'ordinador, es viable l'ús de l'aplicació en mode consulta a través d'un segon proveïdor que és Infura.

L'aplicació fa ús d'una segona xarxa descentralitzada, en aquest cas orientada a l'emmagatzematge de fitxers, permetent d'aquesta manera emmagatzemar els fitxers i imatges vinculats a un NFT. El sistema utilitza un node local d'aquesta per a la connexió.

L'últim servei utilitzat és una API de GitHub amb la qual es realitzen diferents accions, tant de lectura de dades públiques i privades (amb prèvia autorització per part de l'usuari) i descàrrega de fitxers dels repositoris de l'usuari, així com creació de nous repositoris i penjada de fitxers.

Totes aquestes comunicacions entre els diversos serveis utilitzats estan documentats a la secció 10, especificant cadascuna de les crides i quin tipus de resposta es rep.

Donat que s'ha treballat amb tecnologies innovadores i llenguatges diferents per a cada part del sistema, les eines utilitzades durant tot el desenvolupament són molt variades. A



la secció 11 hi ha tota la informació de tots els llenguatges, llibreries i *frameworks* usats per tal de poder concloure la construcció d'aquest sistema amb suport de les diverses xarxes.

Un sistema complex com aquest, en el que s'involucren moltes parts, és necessari avaluar de forma detallada el comportament dels serveis. És per això, que tal i com s'explica a la secció 12, s'ha realitzat una gran bateria de tests unitaris per a cada part del sistema i un gran conjunt de proves per diagnosticar i validar el correcte comportament del sistema, sempre verificant el compliment de tots els requisits especificats a la secció 9.

*CES1.5: Especificar, dissenyar, implementar i avaluar bases de dades. [Una mica]*  
Aquest sistema té l'objectiu principal de treballar amb la *blockchain* que actua com a base de dades descentralitzada del sistema. Tot i així, per poder complir amb estàndards de qualitat i la llei de protecció de dades, i per últim, protegir dades sensibles de connexions amb GitHub i altra informació sensible, es fa ús d'una base de dades connectada al *backend* de l'aplicació.

A partir del model conceptual del domini (secció 5), s'ha realitzat el disseny de la base de dades del sistema i la documentació de com s'ha implementat aquestes dades, tenint en compte que un model del diagrama conceptual s'ha dividit per emmagatzemar part de la informació a la *blockchain* i altra informació a la base de dades pròpia. A la secció 10.4 s'explica amb profunditat els motius de cada decisió.

*CES1.6: Administrar bases de dades (CIS4.3) [Una mica]*  
Com s'ha comentat, aquest treball no té la motivació directa de treballar amb un sistema de dades molt complex, però com qualsevol altra sistema software, té certs requisits i per al seu compliment s'ha de gestionar un cert volum de dades. A la secció 10.4 s'explica com es gestionen les dades del sistema, en les que obtenim dades de la base de dades pròpia, la *blockchain* que actua també com a base de dades, IPFS com a contenidor de codi i per últim GitHub.

Per tant, és necessari administrar i gestionar totes aquestes dades d'una forma adient, per no perdre informació i vincular-les correctament.

*CES1.7: Controlar la qualitat i dissenyar proves en la producció de software. [En profunditat]*  
Verificar el compliment dels requisits especificats a l'inici és molt important per defensar davant dels *stakeholders* del projecte el compliment d'aquests. En aquest projecte, tot i que no serà un sistema que es pengi a producció, s'ha verificat el seu comportament.

En primera instància, s'han redactat un seguit de funcionalitats a nivell unitari a provar per cadascun dels serveis desenvolupats. En el cas de l'aplicació web, el sistema més complex i amb més funcionalitats, s'han realitzat proves de funcionament a 35 components diferents, amb un total de 89 tests executats satisfactòriament (100%). Les proves del *backend* del sistema han estat desenvolupades per cadascun dels models que el sistema emmagatzema i gestiona internament, fent un total de 31 tests executats, tots ells sense errades. Finalment, en el cas del contracte, s'han realitzat 10 tests unitaris a diverses funcions que disposa, i com en els casos anteriors, el resultat d'aquesta execució ha estat positiva.

Com s'explica a la secció 12, s'ha intentat automatitzar els tests d'integració i *end to end* però no ha sigut possible per causa de les integracions que té el sistema que no permeten falsejar el comportament d'aquests amb una de les eines més utilitzades a dia d'avui per

aquest tipus de proves, `Cypress.io`. Com que s'han de realitzar aquestes proves per confirmar el bon funcionament de l'aplicació, s'han portat a terme de forma manual. El procediment ha sigut redactar el conjunt de proves i executar pas per pas cadascuna de les mateixes.

Simultàniament, s'ha verificat amb possibles usuaris reals del sistema el correcte funcionament, obtenint *feedback* de l'acceptació, tant a nivell funcional com no funcional.

*CES2.1: Definir i gestionar els requisits d'un sistema software. [En profunditat]*  
Per desenvolupar un sistema complex, com és el present cas, s'ha de realitzar tot un rigorós procés d'obtenció, identificació i especificació de requisits funcionals i no funcionals.

En aquest document es recull tot aquest procés a la secció 9, on s'especifiquen tots els casos d'ús de l'aplicació en format UML i *brief style*, detallat amb escenaris principals d'èxits i extensions. També es documenta a la secció 9.2 els requisits no funcionals seguint la plantilla Volere amb la seva justificació i criteris d'acceptació.

Finalment s'ha desenvolupat el diagrama conceptual del domini i un primer *mockup* del sistema web.

## 17.2 Conclusions personals

Aquest projecte m'ha aportat molt a nivell personal i professional. Seguint la meva motivació de no parar d'aprendre noves tecnologies i la meva curiositat, m'ha ofert l'oportunitat de treballar de primera mà amb tecnologies que no coneixia a nivell tècnic, que m'han requerit un treball d'investigació així com formar-me. A la vegada, aquesta decisió ha estat un repte, he hagut de fer front a una tecnologia desconeguda, i per tant, assumir el risc de quedar-me estancat i no sortint-me.

A nivell personal ha sigut molt gratificant que se m'hagi proposat aquest repte, i comprovar que ho he pogut aconseguir.

Desenvolupar el projecte des de l'inici, realitzant totes les fases inicials de gestió de projecte, especificació de requisits, disseny del sistema, desenvolupament fins al *testing*, m'ha permès aplicar tots els coneixements que he anat adquirint durant el grau, i sobretot, durant l'especialitat. També veure que realment tots els coneixements apresos es poden plasmar en un projecte com aquest, i que tots junts encaixant-los de manera correcte, fan d'una idea de projecte senzill i sense organització, un gran projecte, amb ambició, ben planificat i que pot prosperar satisfactòriament.

## 17.3 Pròximes passes

El desenvolupament del projecte queda finalitzat en aquest punt, ja que no hi ha previsió de donar-li una continuïtat ni acabar-ho penjant en un servidor en un entorn de producció.

Tot i així, en cas de continuïtat s'hauria d'adaptar a dispositius mòbils i tauletes. Actualment, s'ha dissenyat només per a ordinadors, ja que és la plataforma on és més còmode fer les gestions amb l'aplicació Metamask. Però com també existeix l'aplicació per a Android i iOS, seria una molt bona adaptació.

D'altra banda, seria interessant la possibilitat de permetre que les transaccions tinguin un cost monetari per a l'usuari que està adquirint el codi, perquè les empreses puguin gestionar les vendes de les propietats dels programaris que desenvolupen d'una forma més còmode.

Un últim punt a considerar per una possible continuïtat és la creació d'una funcionalitat de sol·licitud de propietat. Actualment només es permet fer la transferència, però no hi ha cap mecanisme de sol·licitud ni de comunicació entre les dues parts de les transaccions.

## Annex 1. Contracte del sistema

---

```
1 // SPDX-License-Identifier: MIT
2
3 pragma solidity ^0.8.0;
4
5 import "@openzeppelin/contracts/utils/Counters.sol";
6 import "@openzeppelin/contracts/token/ERC721/extensions/ERC721URIStorage.sol";
7
8 contract Codes is ERC721URIStorage {
9     using Counters for Counters.Counter;
10    Counters.Counter public _tokenIds;
11    address public owner;
12
13    mapping(uint256 => Code) private idToCode;
14
15    struct Code {
16        uint256 tokenId;
17        address createdBy;
18        address payable owner;
19        bool isPrivate;
20    }
21
22    constructor() ERC721("Code", "CD") {
23        owner = payable(msg.sender);
24    }
25
26    function createCode(string memory codeURI, bool isPrivate)
27        public
28        payable
29        returns (uint256)
30    {
31        _tokenIds.increment();
32        uint256 newTokenId = _tokenIds.current();
33
34        _mint(msg.sender, newTokenId);
35        _setTokenURI(newTokenId, codeURI);
36
37        idToCode[newTokenId] = Code(newTokenId, msg.sender, payable(msg.sender),
38            isPrivate);
39
40        return newTokenId;
41    }
42
43    function transferCode(
44        uint256 tokenId,
45        address to
46    ) public payable {
47        require(msg.sender == idToCode[tokenId].owner, "Only owner can transfer code");
48        require(msg.sender != to, "You can't transfer code to yourself");
49        idToCode[tokenId].owner = payable(to);
50        _transfer(msg.sender, to, tokenId);
51    }
52
53    function fetchCodes() public view returns (Code[] memory) {
54        uint itemCount = _tokenIds.current();
```

```

55     Code[] memory codes = new Code[](itemCount);
56     for (uint i = 0; i < itemCount; i++) {
57         uint currentId = i + 1;
58         Code storage currentCode = idToCode[currentId];
59         if (currentCode.isPrivate == false || (currentCode.isPrivate == true &&
60             currentCode.owner == msg.sender)) {
61             codes[i] = currentCode;
62         }
63     }
64     return codes;
65 }
66
67 function fetchUserOwnerCodes(address user) public view returns (Code[] memory) {
68     uint itemCount = _tokenIds.current();
69
70     Code[] memory codes = new Code[](itemCount);
71     for (uint i = 0; i < itemCount; i++) {
72         uint currentId = i + 1;
73         Code storage currentCode = idToCode[currentId];
74         if (currentCode.owner == user) {
75             if (currentCode.isPrivate == false || (currentCode.isPrivate == true &&
76                 currentCode.owner == msg.sender)) {
77                 codes[i] = currentCode;
78             }
79         }
80     }
81     return codes;
82 }
83
84 function fetchCodesCreatedByUser(address user) public view returns (Code[] memory) {
85     uint itemCount = _tokenIds.current();
86
87     Code[] memory codes = new Code[](itemCount);
88     for (uint i = 0; i < itemCount; i++) {
89         uint currentId = i + 1;
90         Code storage currentCode = idToCode[currentId];
91         if (currentCode.createdBy == user) {
92             if (currentCode.isPrivate == false || (currentCode.isPrivate == true &&
93                 currentCode.owner == msg.sender)) {
94                 codes[i] = currentCode;
95             }
96         }
97     }
98     return codes;
99 }
100
101 function fetchCodesByToken(uint256[] calldata tokenIds) public view returns (Code[]
102     memory) {
103     uint itemCount = _tokenIds.current();
104
105     Code[] memory codes = new Code[](itemCount);
106     for (uint i = 0; i < itemCount; i++) {
107         uint currentId = i + 1;
108         Code storage currentCode = idToCode[currentId];
109         for (uint j = 0; j < tokenIds.length; j++) {
110             if (currentCode.tokenId == tokenIds[j]) {
111                 if (currentCode.isPrivate == false || (currentCode.isPrivate == true &&
112                     currentCode.owner == msg.sender)) {

```

```
108         codes[i] = currentCode;
109     }
110 }
111 }
112 }
113 return codes;
114 }
115
116 function fetchCode(uint256 tokenId) public view returns (Code memory) {
117     Code memory code = idToCode[tokenId];
118     if (code.isPrivate == false || (code.isPrivate == true && code.owner ==
119         msg.sender)) {
119         return code;
120     } else {
121         revert("Not found or private");
122     }
123 }
124 }
```

---

Codi 4: Smart Contract del sistema

## Annex 2. Proves unitàries

### Aplicació web

---

```
1 PASS src/components/Tag.test.js
2   Tag
3     renders content (51 ms)
4     button delete is not showing (16 ms)
5     button delete is showing (137 ms)
6     clicking the button calls event handler once (22 ms)
7
8 PASS src/components/Nav.test.js
9   Nav
10    renders content (214 ms)
11
12 PASS src/components/NavAvatar.test.js
13   NavAvatar
14    renders content (204 ms)
15    on image click, should handle trigger (87 ms)
16
17 PASS src/pages/CodeScreen.test.js
18   CodeScreen
19    renders content (193 ms)
20
21 PASS src/components/Select.test.js
22   Select
23    renders content (198 ms)
24    if value has image, shows it (28 ms)
25    if not said, label as default (17 ms)
26    select is an input autocomplete (19 ms)
27    on icon clicked, options is opened (44 ms)
28    on icon clicked, options ara showed (28 ms)
29    on option selected, event is triegered (26 ms)
30    on input change, event is triegered (262 ms)
31
32 PASS src/pages/Profile.test.js
33   Profile
34    renders content (114 ms)
35
36 PASS src/hooks/useUser.test.js
37   useUser
38    logs in correctly (1055 ms)
39    likes code correctly (2 ms)
40    unlikes code correctly (3 ms)
41    log outs correctly (3 ms)
42
43 PASS src/hooks/useBlockchain.test.js
44   useBlockchain
45    logs in correctly (14 ms)
46    logs in badly (466 ms)
47    getCodes correctly (6 ms)
48    getOwnerCodes correctly (4 ms)
49    getCodesCreated correctly (3 ms)
50    getFavoritedCodes correctly (3 ms)
51    createsNft correctly (39 ms)
52    getTokenById correctly (4 ms)
53    getTokenById is private and user is not owner (16 ms)
```

```
54     getHistoryFromTokenId correctly (69 ms)
55     transfers code correctly (3 ms)
56     searches code find result (4 ms)
57     searches code not find any result (2 ms)
58     log out correctly (2 ms)
59
60 PASS src/components/InputFiles.test.js
61   InputFiles
62     renders content (653 ms)
63     file is added (84 ms)
64
65 PASS src/components/ExploreCodeTabs.test.js
66   ExploreCodeTabs
67     renders content (698 ms)
68     renders newest tab by default (118 ms)
69     renders the tab sended by param (136 ms)
70
71 PASS src/components/Search.test.js
72   Search
73     renders content (161 ms)
74     on type, select is opened (44 ms)
75     on type, select is opened and get content (53 ms)
76
77 PASS src/components/Codes.test.js
78   CodeItem
79     renders content (255 ms)
80   CodeSection
81     renders content (9 ms)
82     shows code info (20 ms)
83
84 PASS src/components/PopupSelectRepo.test.js
85   PopupSelectRepo
86     renders content (175 ms)
87     on accept, handles click (26 ms)
88     on cancel, handles click (23 ms)
89
90 PASS src/components/Footer.test.js
91   Footer
92     renders content (286 ms)
93
94 PASS src/components/CodeBox.test.js
95   CodeBox
96     renders content (165 ms)
97     shows file (32 ms)
98     shows folder (30 ms)
99     if clicks in an accepted file shows content (2091 ms)
100    if clicks in a not accepted file shows message not accepted (33 ms)
101    if clicks in an empty folder shows no content (38 ms)
102    if clicks in a folder with content and shows content (27 ms)
103
104 PASS src/pages/CodeForm.test.js
105   CodeForm
106     renders content (128 ms)
107
108 PASS src/components/CodesTabs.test.js
109   CodesTabs
110     renders content (117 ms)
111     is user account, show its apps and codes (24 ms)
```



```
112         is not user account, show its apps and codes (25 ms)
113
114 PASS src/components/Header.test.js
115   Header
116     renders content (76 ms)
117
118 PASS src/components/PopupError.test.js
119   PopupError
120     renders content (92 ms)
121     message is shown (16 ms)
122     on accept, handles click (32 ms)
123
124 PASS src/components/History.test.js
125   History
126     renders content (94 ms)
127     shows one row of content (176 ms)
128     shows two rows of content (100 ms)
129
130 PASS src/pages/ProfileEdit.test.js
131   ProfileEdit
132     renders content (111 ms)
133
134 PASS src/components/Address.test.js
135   Address
136     renders content (88 ms)
137     clicking the button, shows popup (47 ms)
138
139 PASS src/components/LoginPopup.test.js
140   LoginPopup
141     renders content (58 ms)
142
143 PASS src/components/CookiesBanner.test.js
144   CookiesBanner
145     renders content (195 ms)
146     cookies are accepted (35 ms)
147     accepts and banner dissapears (45 ms)
148
149 PASS src/pages/Home.test.js
150   Home
151     renders content (112 ms)
152
153 PASS src/components/SimpleComponents.test.js
154   Simple Components
155     renders content (41 ms)
156     clicking the button calls event handler once (39 ms)
157
158 PASS src/components/PrivateRoute.test.js
159   PrivateRoute
160     makes redirect (58 ms)
161
162 PASS src/pages/Explore.test.js
163   Explore
164     renders content (68 ms)
165
166 PASS src/pages/TermsService.test.js
167   TermsService
168     renders content (64 ms)
169
```

```
170 PASS src/components/Loading.test.js
171   Loading
172     renders content (54 ms)
173     shows text (8 ms)
174
175 PASS src/components/Avatar.test.js
176   Avatar
177     renders content (46 ms)
178     when clicked on image, handles trigger (16 ms)
179
180 PASS src/pages/PrivacyPolicy.test.js
181   PrivacyPolicy
182     renders content (25 ms)
183
184 PASS src/components/PrivateRouteLogged.test.js
185   PrivateRoute
186     shows content (46 ms)
187
188 PASS src/components/TransferPopup.test.js
189   TransferPopup
190     renders content (63 ms)
191
192 PASS src/pages/CookiesPolicy.test.js
193   CookiesPolicy
194     renders content (37 ms)
195
196 Test Suites: 35 passed, 35 total
197 Tests:      89 passed, 89 total
198 Snapshots: 0 total
199 Time:       10.864 s
```

---

Codi 5: Tests unitaris executats a l'aplicació web

## Aplicació del servidor

---

```
1 test_githubAccessToken (api.tests.TestGithub) ... ok
2 test_create_code (codes.tests.CodesTest) ... ok
3 test_get_all (codes.tests.CodesTest) ... ok
4 test_get_all_with_codes (codes.tests.CodesTest) ... ok
5 test_get_codes_liked_by_user (codes.tests.CodesTest) ... ok
6 test_get_codes_liked_by_user_empty (codes.tests.CodesTest) ... ok
7 test_get_codes_sort_by_liked (codes.tests.CodesTest) ... ok
8 test_get_codes_sort_by_views (codes.tests.CodesTest) ... ok
9 test_get_codes_sort_error (codes.tests.CodesTest) ... ok
10 test_get_likes_code (codes.tests.CodesTest) ... ok
11 test_get_likes_code_not_found (codes.tests.CodesTest) ... ok
12 test_get_one_and_increases_views (codes.tests.CodesTest) ... ok
13 test_get_one_not_found_creates (codes.tests.CodesTest) ... ok
14 test_post_like_code_already_liked (codes.tests.CodesTest) ... ok
15 test_post_like_code_exists (codes.tests.CodesTest) ... ok
16 test_post_like_code_not_exists (codes.tests.CodesTest) ... ok
17 test_post_unlike_code_exists (codes.tests.CodesTest) ... ok
18 test_post_unlike_code_not_exists (codes.tests.CodesTest) ... ok
19 test_post_unlike_code_not_liked (codes.tests.CodesTest) ... ok
20 test_createRepo (github.tests.TestGithub) ... ok
21 test_githubAccessToken (github.tests.TestGithub) ... ok
22 test_githubUserRepos (github.tests.TestGithub) ... ok
23 test_githubUserRepos_no_token (github.tests.TestGithub) ... ok
24 test_get_user_image (users.tests.TestUsers) ... ok
25 test_user (users.tests.TestUsers) ... ok
26 test_user_create (users.tests.TestUsers) ... ok
27 test_user_get_nonce (users.tests.TestUsers) ... ok
28 test_user_list_search (users.tests.TestUsers) ... ok
29 test_user_list_search_not_found (users.tests.TestUsers) ... ok
30 test_user_update (users.tests.TestUsers) ... ok
31 test_users_list (users.tests.TestUsers) ... ok
32
33 -----
34 Ran 31 tests in 0.610s
35
36 OK
```

---

Codi 6: Tests unitaris executats al servidor

## Smart Contract

---

```
1 collected 10 items
2 Attached to local RPC client listening at '127.0.0.1:8545'...
3
4 tests/unit/test_codes_unit.py::test_can_create_code PASSED
5 tests/unit/test_codes_unit.py::test_can_transfer_code PASSED
6 tests/unit/test_codes_unit.py::test_transfer_to_yourself_fails PASSED
7 tests/unit/test_codes_unit.py::test_transfer_not_owner_fails PASSED
8 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_codes PASSED
9 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_user_owner_codes PASSED
10 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_codes_created_by_user PASSED
11 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_codes_by_token PASSED
12 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_code PASSED
13 tests/unit/test_codes_unit.py::test_fetch_code_private_not_owner PASSED
14
15 10 passed in 13.61s
```

---

Codi 7: Tests unitaris executats del contracte

### Annex 3. Proves d'integració i *end to end*

| Procés                 | Condicció inicial                        | Descripció prova                                       | Resultat esperat   | Resultat |
|------------------------|--|--|--|----------|
| Inici                  | -  | S'accedeix a l'aplicació                               | Es mostren els NFTs més vistos i favorits  | OK       |
| Explorar               | -  | S'accedeix clicant a l'enllaç del menú                 | Es mostren diferents pestanyes i un llistat de codis ordenats per més recent                           | OK       |
| Explorar               | -  | Es clica en una pestanya diferent                      | El llistat de codis és filtrat per la pestanya seleccionada  | OK       |
| Cerca                  | -  | S'escriu a la barra superior de cerca                  | Quan es deixa d'escriure es mostren els NFTs i usuaris que coincideixen amb els criteris de cerca      | OK       |
| Cerca                  | -  | Es fa clic en un NFT de la cerca                       | S'accedeix a la pàgina de consulta del NFT   | OK       |
| Cerca                  | -  | Es fa clic en un usuari de la cerca                    | S'accedeix a la pàgina de consulta de l'usuari   | OK       |
| Vincular <i>wallet</i> | L'usuari no ha vinculat la <i>wallet</i> | Es fa clic a l'imatge de la part superior dreta        | S'obre un <i>popup</i> de Metamask demanant la signatura   | OK       |
|                        |  | S'accepta la signatura                                 | Es carrega la imatge de l'usuari a la part superior dreta i permet L'obertura del menú d'usuari        | OK       |
|                        |  | Es denega la signatura                                 | Es tanca el <i>popup</i> i no succeïx cap altra acció  | OK       |
| Crear                  | No s'ha iniciat sessió                   | Es fa clic a l'enllaç per crear                        | S'obre un nou <i>popup</i> de Metamask per a la signatura d'inici de sessió                            | OK       |
|                        |  | S'accepta la signatura                                 | S'accedeix al formulari de creació   | OK       |
|                        |  | Es denega la signatura                                 | Es tanca el <i>popup</i> i no permet l'accés al formulari  | OK       |
|                        | S'ha iniciat sessió prèviament           | Es fa clic a l'enllaç per crear                        | S'accedeix al formulari de creació   | OK       |
|                        | S'ha accedit al formulari                | Es completen totes les dades obligatòries i es crea    | Es mostra un missatge de càrrega i quan la transacció s'ha realitzat es redirigeix a la pàgina del NFT | OK       |
|                        |  | No es completen totes les dades obligatòries i es crea | Es mostra un missatge d'error i no permet continuar  | OK       |
|                        | L'usuari no ha vinculat amb GitHub       | Es fa clic per obtenir el codi d'un repositori         | S'obre una nova finestra per autoritzar  | OK       |
|                        |  | L'usuari autoritza la vinculació                       | Es tanca la finestra i s'obre un <i>popup</i> per a seleccionar el repositori a importar               | OK       |

|                   |   |   |  |    |
|-------------------|---|---|--|----|
|                   |   | L'usuari denega la vinculació                               | Es tanca la finestra i no s'obre cap <i>popup</i>  | OK |
|                   | L'usuari ha vinculat prèviament el compte de GitHub | Es fa clic per obtenir el codi d'un repositori              | S'obre el <i>popup</i> de selecció de repositori   | OK |
|                   | S'ha obert el <i>popup</i>                          | S'obre el camp desplegable                                  | S'han obtingut correctament tots els repositoris públics i privats de l'usuari   | OK |
|                   | S'ha obert el <i>popup</i>                          | L'usuari selecciona un repositori i accepta                 | Desapareix el quadre de selecció de fitxers i s'informa del repositori seleccionat                                       | OK |
|                   |   | L'usuari cancel·la l'operació                               | Es tanca el <i>popup</i> i no es realitza cap altra acció  | OK |
|                   |   | Es crea un NFT amb fitxers de l'ordinador de l'usuari       | El sistema mostra a la pantalla del NFT els fitxers seleccionats   | OK |
|                   |   | Es crea un NFT amb un repositori                            | El sistema mostra a la pantalla del NFT tots els fitxers de la branca principal del repositori                           | OK |
| Menú Usuari       | S'ha vinculat la <i>wallet</i>                      | Es fa clic a la imatge de l'usuari                          | Es mostra el menú de l'usuari  | OK |
| Perfil Usuari     | És el perfil de l'usuari connectat                  | S'accedeix al perfil de l'usuari                            | Es mostra el llistat de tots els NFTs que poseeix, inclosos els privats  | OK |
|                   | No és el perfil de l'usuari connectat               | S'accedeix al perfil de l'usuari                            | Es mostren únicament el llistat de codis públics creats o propietaris del l'usuari                                       | OK |
| Edició del perfil | No té la sessió iniciada                            | Es fa clic a l'opció d'editar                               | Es realitza el mateix procediment que en l'opció "Crear"   | OK |
|                   | S'ha iniciat prèviament sessió                      | Es fa clic a l'opció d'editar                               | S'accedeix al formulari d'edició   | OK |
|                   | S'ha accedit al formulari                           | S'introdueixen les dades i es guarden                       | En el perfil es veuen reflectits els canvis  | OK |
| Llistat de NFTs   | -   | S'accedeix a una pantalla amb un llistat de NFTs            | Es mostra la fotografia, nom, part de la descripció i nombre de <i>likes</i> , amb la possibilitat de fer-ne <i>like</i> | OK |
|                   | No s'ha fet <i>like</i> a cap NFT                   | L'usuari fa clic en un cor d'un NFT                         | S'incrementa el número de <i>likes</i> i el cor es pinta de vermell  | OK |
|                   | S'ha fet <i>like</i> a un NFT                       | L'usuari fa clic en un cor pintat per desfer el <i>like</i> | El nombre de <i>likes</i> disminueix i el cor es torna blanc   | OK |

|              |   |   |  |    |
|--------------|---|---|--|----|
| Consulta NFT | -   | Es fa clic en un NFT en algun dels llistats                   | Es mostra la informació del NFT a la part superior, a continuació es carreguen d'IPFS tots els fitxers i finalment l'historial                         | OK |
|              | -   | Es fa clic en la icona de descàrrega                          | Es descarreguen tots els fitxers del NFT   | OK |
|              | -   | L'usuari prem a sobre d'un nom d'un fitxer                    | S'obre el contingut del fitxer   | OK |
|              | -   | L'usuari prem a sobre d'un directori                          | S'entra dins el directori i es mostren els fitxers i carpetes  | OK |
|              | L'usuari no ha vinculat el compte de GitHub | L'usuari prem els botons de crear repositori o obrir a VSCode | Es realitza el mateix procés que en el cas del formulari de creació en la vinculació amb GitHub  | OK |
|              | L'usuari ha vinculat el compte de GitHub    | L'usuari prem els botons de crear repositori o obrir a VSCode | Es crea un nou repositori privat al compte de l'usuari i aquest és redirigit al repositori o al editor de codi online depenent de l'opció seleccionada | OK |
|              | L'usuari és el propietari del NFT           | L'usuari accedeix a la pantalla                               | Es mostra una nova opció de transferir propietat   | OK |
|              |   | L'usuari clica el botó de transferir                          | S'obre un nou <i>popup</i> per a seleccionar el nou propietari   | OK |
|              |   | L'usuari cancel·la l'operació                                 | Es tanca el <i>popup</i> i no realitza cap altra acció   | OK |
|              |   | L'usuari confirma l'acció                                     | Metamask mostra un <i>popup</i> per a signar la transacció   | OK |
|              | El NFT és públic                            | L'usuari confirma la transacció                               | Es recarrega l'historial de transaccions, el propietari i desapareix el botó de transferència  | OK |
|              | El NFT és privat                            | L'usuari confirma la transacció                               | Aquest és redirigit a la pàgina d'inici  | OK |

Taula 10: Proves d'integració i *end to end*. Font: Elaboració pròpia

## Referències

- [1] Ethereum, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1073961939. adr.: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ethereum&oldid=1073961939>.
- [2] STP Group — El poder de una única solució, STP Group., adr.: <https://www.stp.es/>.
- [3] DARPA, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1073372219. adr.: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=DARPA&oldid=1073372219>.
- [4] Internet, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1073213321. adr.: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Internet&oldid=1073213321>.
- [5] Derecho de autor., adr.: <https://www.wipo.int/copyright/es/index.html>.
- [6] Blockchain, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1074249548. adr.: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blockchain&oldid=1074249548>.
- [7] Smart contracts, ethereum.org., adr.: <https://ethereum.org>.
- [8] Cryptocurrency wallet, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1072033052. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cryptocurrency\\_wallet&oldid=1072033052](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cryptocurrency_wallet&oldid=1072033052).
- [9] The crypto wallet for defi, web3 dapps and NFTs — MetaMask., adr.: <https://metamask.io/>.
- [10] Non-fungible token, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1074334181. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Non-fungible\\_token&oldid=1074334181](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Non-fungible_token&oldid=1074334181).
- [11] IPFS powers the distributed web., adr.: <https://ipfs.io/>.
- [12] Mining, ethereum.org., adr.: <https://ethereum.org>.
- [13] Web 2.0, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1073900402. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Web\\_2.0&oldid=1073900402](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Web_2.0&oldid=1073900402).
- [14] Web3, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1074332670. adr.: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Web3&oldid=1074332670>.
- [15] Solució Kanban de administració de tasques para Teams — Microsoft Planner., adr.: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/business/task-management-software>.
- [16] Visualizació de dades — Microsoft Power BI., adr.: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>.
- [17] S. Nakamoto, Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, *2008*, pàg. 9,
- [18] OpenSea. OpenSea, the largest NFT marketplace, OpenSea., adr.: <https://opensea.io/>.
- [19] Axie Infinity., adr.: <https://axieinfinity.com/>.
- [20] Biggest NFT marketplaces 2021, Statista., adr.: <https://www.statista.com/statistics/1274843/nft-marketplaces-with-highest-volume/>.
- [21] Agile software development, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1072512843. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Agile\\_software\\_development&oldid=1072512843](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Agile_software_development&oldid=1072512843).
- [22] Atlassian. Scrum - what it is, how it works, and why it's awesome, Atlassian., adr.: <https://www.atlassian.com/agile/scrum>.
- [23] Git - About Version Control., adr.: <https://git-scm.com/book/en/v2/Getting-Started-About-Version-Control>.



- [24] Normativa de pràctiques acadèmiques externes de les titulacions: grau en Enginyeria Informàtica, grau en Intel·ligència Artificial, màster en Enginyeria Informàtica, màster en Innovació i Recerca en Informàtica, màster en Intel·ligència Artificial, i màster en Ciència de Dades.
- [25] Adjudicacions i formalitzacions — Perfiles de contractant — Plataforma electrònica de contractació pública., adr.: [https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin\\_pscp/AppJava/awardnotice.pscp?reqCode=viewPcan&idDoc=59517474&lawType=3](https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/awardnotice.pscp?reqCode=viewPcan&idDoc=59517474&lawType=3).
- [26] Búsqueda de empleo en Glassdoor — Encuentra el empleo perfecto para ti., adr.: <https://www.glassdoor.es/member/home/index.htm>.
- [27] Horas laborales al año pactadas en convenios 2006-2021, Statista., adr.: <https://es.statista.com/estadisticas/478441/promedio-de-horas-de-trabajo-al-ano-segun-convenios-colectivos-de-espana/>.
- [28] Real Decreto 1777/2004, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre Sociedades., pàg. 85,
- [29] Portàtil MSI GP63 Leopard 8RE-041XES Intel Core i7-8750H/16GB/1TB+256GB SSD/GTX 1060/15.6 PcComponentes.com, PcComponentes., adr.: <https://pccomponentes.com/portatil-msi-gp63-leopard-8re-041xes-intel-core-i7-8750h-16gb-1tb-256gb-ssd-gtx-1060-156>.
- [30] Logitech MX Keys Teclado Inalámbrico Avanzado Grafito — PcComponentes.com, PcComponentes., adr.: <https://pccomponentes.com/logitech-mx-keys-teclado-inalambrico-avanzado-grafito>.
- [31] Logitech MX Master 3 Ratón Inalámbrico Avanzado 4000DPI Grafito — PcComponentes.com, PcComponentes., adr.: <https://pccomponentes.com/logitech-mx-master-3-raton-inalambrico-avanzado-4000dpi-grafito>.
- [32] Benq gw2470he 23.8 Full HD AMVA + (SNB) Negro – para Pantalla Plana de PC (1920 x 1080 píxeles, led, Full HD, AMVA + (SNB), 1920 x 1080 (HD 1080), 3000: 1) : Amazon.es: Informática., adr.: <https://www.amazon.es/Benq-GW2470HE-Plana-Negro-Pantalla/dp/B01MRZMS77>.
- [33] Microsoft 365 para empresas — Pequeña empresa — Microsoft 365., adr.: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/business>.
- [34] App Service: creación y hospedaje de aplicaciones web — Microsoft Azure., adr.: <https://azure.microsoft.com/es-es/services/app-service/>.
- [35] Pricing calculator — microsoft azure., adr.: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>.
- [36] Gasolinera CAMPSA EXPRESS en GAVÀ Gasolina 95 (G.Protección): 1.689€, Diesel (Gasoleo A): 1.749€, Observatorio de Precios., adr.: <https://combustibles.observatorioprecios.com/gasolinera/campsa-express-avinguda-bertran-i-guell-46.1/>.
- [37] Specification GP63 Leopard 8RE., adr.: <http://es.msi.com/Laptop/GP63-Leopard-8RE/Specification?%2FLaptop%2FGP63-Leopard-8RE%2FSpecification=>.
- [38] Precio de la tarifa de luz por horas HOY — Consulta ahora., adr.: <https://tarifaluzhora.es/>.
- [39] Standing Desk Stand Up Desk Frame — FlexiSpot., adr.: <https://www.flexispot.es/standing-desk-ec1.html>.
- [40] ANFALLARE Tauler, bambú, 140x65 cm, IKEA., adr.: <https://www.ikea.com/es/ca/p/anfallare-tauler-bambu-00465141/>.
- [41] Silla de Oficina con Ruedas Work., adr.: <https://www.sklum.com/es/>.

- [42] Pepephone®: La pareja inimitable Fibra y 39Gb de móvil, 48'90€., adr.: <https://www.pepephone.com/adsl-fibra-movil/la-pareja-inimitable>.
- [43] S. Robertson i J. Robertson, Mastering the requirements process, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 560 pàg., OCLC: ocm62697079, ISBN: 978-0-321-41949-1.
- [44] Decentralized application, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1092605174, 11 de juny de 2022. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Decentralized\\_application&oldid=1092605174](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Decentralized_application&oldid=1092605174).
- [45] Derecho de supresión ("al olvido"), AEPD., adr.: <https://www.aepd.es/es/derechos-y-deberes/conoce-tus-derechos/derecho-de-supresion-al-olvido>.
- [46] MySQL., adr.: <https://www.mysql.com/>.
- [47] Autorizar aplicaciones OAuth, GitHub Docs., adr.: <https://ghdocs-prod.azurewebsites.net/es/developers/apps/building-oauth-apps/authorizing-oauth-apps>.
- [48] Elliptic-curve cryptography, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1091952663, 7 de juny de 2022. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Elliptic-curve\\_cryptography&oldid=1091952663](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Elliptic-curve_cryptography&oldid=1091952663).
- [49] ERC-721 non-fungible token standard, ethereum.org., adr.: <https://ethereum.org>.
- [50] JavaScript end to end testing framework, JavaScript End to End Testing Framework — cypress.io testing tools., adr.: <https://www.cypress.io/>.
- [51] Testing overview – react., adr.: <https://reactjs.org/docs/testing.html>.
- [52] Terms of use, ConsenSys., adr.: <https://consensys.net/terms-of-use/>.
- [53] Python software foundation license, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1080714337, 3 d'abr. de 2022. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Python\\_Software\\_Foundation\\_License&oldid=1080714337](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Python_Software_Foundation_License&oldid=1080714337).
- [54] Apache license, a *Wikipedia*, Page Version ID: 1090839046, 31 de maig de 2022. adr.: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Apache\\_License&oldid=1090839046](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Apache_License&oldid=1090839046).
- [55] The MIT License — Open Source Initiative., adr.: <https://opensource.org/licenses/MIT>.
- [56] Comprar NFT no es adquirir los Derechos de Propiedad Intelectual del NFT - Pablo Maza Abogado., 19 de febr. de 2022, adr.: <https://pablomazaabogado.es/propiedad-intelectual/comprar-nft-no-es-adquirir-los-derechos-de-propiedad-intelectual-del-nft/>.
- [57] Create a folder and push multiple files under a single commit through GitHub API, DEV Community., adr.: <https://dev.to/bro3886/create-a-folder-and-push-multiple-files-under-a-single-commit-through-github-api-23kc>.
- [58] Proof-of-work (PoW)., adr.: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pow>.
- [59] Proof-of-stake (PoS)., adr.: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pow/>.

## Índex de figures

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Sistema de control de versions distribuït. Font: Git . . . . .                   | 18 |
| 2  | Diagrama de gestió de branques Gitflow. Font: Gitflow Workflow . . . . .         | 19 |
| 3  | Diagrama de Gantt de les tasques del projecte. Font: Elaboració pròpia . . . . . | 25 |
| 4  | Diagrama de casos d'ús UML. Font: Elaboració pròpia . . . . .                    | 35 |
| 5  | Model conceptual de dades - Especificació. Font: Elaboració pròpia . . . . .     | 52 |
| 6  | Arquitectura física del sistema. Font: Elaboració pròpia . . . . .               | 53 |
| 7  | Arquitectura lògica aplicació web. Font: Elaboració pròpia . . . . .             | 56 |
| 8  | Vista de la capçalera. Font: Elaboració pròpia . . . . .                         | 62 |
| 9  | Vista del menú de l'usuari. Font: Elaboració pròpia . . . . .                    | 62 |
| 10 | Vista de la cerca. Font: Elaboració pròpia . . . . .                             | 62 |
| 11 | Vista del peu de pàgina. Font: Elaboració pròpia . . . . .                       | 63 |
| 12 | Vista de la pantalla principal. Font: Elaboració pròpia . . . . .                | 63 |
| 13 | Vista de la pantalla d'explorar. Font: Elaboració pròpia . . . . .               | 64 |
| 14 | Vista de la pantalla de creació. Font: Elaboració pròpia . . . . .               | 65 |
| 15 | Vista de la pantalla d'un usuari. Font: Elaboració pròpia . . . . .              | 66 |
| 16 | Vista de la pantalla d'edició perfil usuari. Font: Elaboració pròpia . . . . .   | 67 |
| 17 | Vista de la pantalla d'un NFT. Font: Elaboració pròpia . . . . .                 | 68 |
| 18 | Vista del codi d'un NFT. Font: Elaboració pròpia . . . . .                       | 69 |

## Índex de taules

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 1  | Resum tasques. Font: Elaboració pròpia . . . . .   | 24  |
| 2  | Recursos humans del projecte amb els seus costos. Font: Elaboració pròpia  | 29  |
| 3  | Taula dels costos estimats de les tasques. Font: Elaboració pròpia . . . .                                       | 30  |
| 4  | Taula dels costos del equipament de hardware necessari en el cas del projecte. Font: Elaboració pròpia . . . . . | 31  |
| 5  | Taula dels costos del software requerit per al projecte. Font: Elaboració pròpia . . . . .                       | 32  |
| 6  | Taula dels costos dels costos generals del projecte. Font: Elaboració pròpia                                     | 33  |
| 7  | Taula dels costos dels imprevistos. Font: Elaboració pròpia . . . . .  | 33  |
| 8  | Taula dels costos totals del projecte. Font: Elaboració pròpia . . . . .   | 34  |
| 9  | Taula comparació dels costos totals finals del projecte respecte els inicials. Font: Elaboració pròpia . . . . . | 95  |
| 10 | Proves d'integració i <i>end to end</i> . Font: Elaboració pròpia . . . . .                                      | 118 |

## Índex de Codis

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | Exemple useEffect . . . . .                          | 59  |
| 2 | Metadades NFT . . . . .                              | 60  |
| 3 | Informació recuperada del repositori . . . . .       | 61  |
| 4 | Smart Contract del sistema . . . . .                 | 107 |
| 5 | Tests unitaris executats a l'aplicació web . . . . . | 110 |
| 6 | Tests unitaris executats al servidor . . . . .       | 114 |
| 7 | Tests unitaris executats del contracte . . . . .     | 115 |