

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Informàtica

Títol: Millora del seguiment de pacients amb Esclerosis Múltiple

Document: Memòria

Alumne: Kevin Roman Costa Jara

Codi UdG: u1953653

Tutor: Dr. Xavier Llado Bardera

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Tutor extern: Dr. René Roberto Robles Cedeño

Departament: Neurologia

Àrea: Unitat de Neuroimmunologia i Esclerosis Múltiple Territorial de Girona

Convocatòria: Juny del 2021

Agraïments

Al Dr. Xavier Llado, tutor del projecte, per tota l'ajuda i el suport durant el procés de desenvolupament del projecte, ja que seguint les seves pautes s'ha aconseguit fer una molt bona feina. I sobretot per la tasca realitzada a l'hora de contactar amb els membres de l'equip mèdic.

Al Dr. René Robles per tot el suport donat durant el temps de desenvolupament i pel coneixement transmès sobre la malaltia. També per haver permès la participació en diferents esdeveniments mèdics i administratius com reunions amb el comitè directiu de l'Hospital Doctor Josep Trueta, visites a pacients, reunions amb farmacèutiques, etc.

Per últim agrair a tots els familiars i amics que d'alguna manera o altra m'han donat un cop de mà i m'han recolzat en tot el que han pogut, fins i tot en els moments més complicats.

Moltes gràcies a tots.

Continguts

1. Introducció	1
1.1. L'Esclerosis Múltiple	3
1.2. Motivacions	6
1.3. Propòsits	7
1.4. Objectius	7
1.5. Planificació	13
1.6. Continguts	16
2. Estudi de viabilitat	18
2.1. Viabilitat tecnològica	19
2.1.1. Aplicació per pacients.....	19
2.1.2. Aplicació web.....	19
2.1.3. Servidor de comunicació (Backend)	20
2.1.4. Base de dades.....	21
2.2. Viabilitat econòmica	21
2.3. Pressupost	23
2.4. Recursos personals	26
2.5. Recursos necessaris	27
3. Desenvolupament	28
3.1. Metodologia de treball	28
3.1.1. Què és <i>Scrum</i> ?	30
3.1.2. Rols	31
3.1.3. Cerimònies.....	32
3.1.4. Artefactes	34
3.1.5. Funcionament	35
3.2. Conceptes previs	36
3.2.1. Funcionament API i Backend.....	37
3.2.2. Protocol HTTP	40
3.3. Requeriments del sistema	41

3.3.1.	Requisits Mobile.....	42
3.3.2.	Requisits CMS.....	42
3.3.3.	Requisits Backend.....	43
3.4.	Anàlisi	44
3.4.1.	Anàlisi Mobile.....	44
3.4.2.	Anàlisi CMS.....	49
3.4.3.	Anàlisi Backend	51
3.4.4.	Anàlisi de la base de dades	53
3.4.5.	Anàlisi tècnic.....	55
4.	Disseny	61
4.1.	Disseny Mobile.....	61
4.1.1.	Gestió d'accés.....	61
4.1.2.	Estat Actual.....	63
4.1.3.	Llistat de formularis, exercicis i notificacions	64
4.1.4.	Realització de formularis	65
4.1.5.	Realització d'exercicis	69
4.1.6.	Perfil d'usuari	73
4.2.	Disseny CMS.....	74
4.2.1.	Gestió d'accés.....	74
4.2.2.	Dashboard	75
4.2.3.	Gestió de pacients i assignacions	76
4.2.4.	Gestió de doctors.....	78
4.2.5.	Gestió de formularis i exercicis.....	78
4.3.	Disseny Backend.....	79
4.4.	Disseny de base de dades	81
5.	Implementació, proves i resultats	86
5.1.	Implementació visual i logotip	86
5.2.	Implementació Mobile.....	87
5.2.1.	Gestió de l'accés	88
5.2.2.	Resum, menú lateral i llistat de notificacions	90
5.2.3.	Perfil d'usuari	91
5.2.4.	Gestió de formularis.....	92
5.2.5.	Gestió d'exercicis.....	94
5.3.	Implementació CMS.....	96
5.3.1.	Gestió d'accés.....	97

5.3.2.	Llistat de doctors, pacients, formularis, exercicis i assignacions	98
5.3.3.	Perfil de pacient.....	99
5.3.4.	Resultats de formularis	102
5.4.	Implementació Backend.....	104
5.4.1.	EndPoints.....	105
5.4.2.	Controls d'errors i seguretat.....	106
5.4.3.	Notificacions push i email sender	107
5.5.	Proves, tests i resultats.....	109
6.	Conclusions	112
6.1.	Conclusions personals	113
7.	Treball futur	115
8.	Annexos	116
8.1.	Formularis.....	116
8.1.1.	Escala de control de la bufeta BLCS	116
8.1.2.	Fuctional System Scores	117
8.1.3.	ED-5D	117
8.1.4.	Multiple Sclerosis Impact Scale.....	119
8.1.5.	Hospital Anxiety and Depression Scale (HAD).....	121
8.1.6.	Freqüència d'espasmes Penn.....	123
8.1.7.	Satisfacció sexual (SSS)	124
9.	Bibliografia.....	125

Llistat de figures

Figura 1. Afectació dels nervis	3
Figura 2. Alteració de la conducció.....	4
Figura 3. Prevalença de l'EM per països.....	5
Figura 4. Esquema del projecte	11
Figura 5. Planificació del projecte.....	15
Figura 6. Esquema de qualitat del projecte	23
Figura 7. Metodologia Agile.....	29
Figura 8. Pilars de l'Scrum	30
Figura 9. Equip Scrum.....	31
Figura 10. Cerimònies Scrum	32
Figura 11. Artefactes Scrum	34
Figura 12. Flux Scrum	35
Figura 13. Cerques a Stack Overflow sobre Web Services	37
Figura 14. Esquema Backend	38
Figura 15. Crides d'una API	39
Figura 16. Crida API	39
Figura 17. Protocol HTTP.....	40
Figura 18. Versions iOS	45
Figura 19. Versions Android.....	46
Figura 20. Passos Spring Framework	51
Figura 21. Rànquing BDD més populars.....	53
Figura 22. Dashboard de OneSignal	56
Figura 23. Llistat d'usuaris subscrits	57
Figura 24. API OneSignal.....	58
Figura 25. Exemple notificació rebuda iOS.....	58
Figura 26. Dashboard Flurry.....	59
Figura 27. Exemple pregunta numèrica.....	68
Figura 28. Paquet I d'exercicis	71

Figura 29. Paquet II d'exercicis	72
Figura 30. Paquet III d'exercicis	72
Figura 31. Exemple APlary	79
Figura 32. Disseny de la base de dades	82
Figura 33. Logotip i paleta de colors	87
Figura 34. Crides del backend amb Postman.....	106
Figura 35. Instància servidor a AWS.....	110
Figura 36. Instància servidor de l'hospital	111
Figura 37. Formulari BLCS	116
Figura 38. Formulari FSS	117
Figura 39. Formulari EQ-5D	118
Figura 40. Formulari MSIS-29	120
Figura 41. Hospital Anxiety and Depression Scale	123
Figura 42. Formulari de Penn	123
Figura 43. Formulari de satisfacció sexual	124

Llistat de pantalles

Pantalla 1. Mobile – Iniciar sessió	63
Pantalla 2. Mobile – Recuperar contrasenya	63
Pantalla 3. Mobile – Inicial	64
Pantalla 4. Mobile – Menú lateral	64
Pantalla 5. Mobile – Llistat d'elements	65
Pantalla 6. Mobile – Pregunta tipus text	66
Pantalla 7. Mobile – Pregunta tipus numèric	66
Pantalla 8. Mobile – Pantalla d'exercici.....	69
Pantalla 9. Mobile – Perfil d'usuari	73
Pantalla 10. CMS – Iniciar sessió.....	74
Pantalla 11. CMS – Dashboard	76
Pantalla 12. CMS – Gestió de pacients	77
Pantalla 13. Mobile – Implementació de l'accés	89
Pantalla 14. Mobile – Implementació resum, menú lateral i notificacions ..	91
Pantalla 15. Mobile – Implementació perfil d'usuari i canviar contrasenya	92
Pantalla 16. Mobile – Implementació formularis.....	93
Pantalla 17. Mobile – Implementació d'exercicis.....	95
Pantalla 18. Mobile – Implementació pantalles intermèdies d'exercicis	95
Pantalla 19. CMS – Implementació de l'accés.....	97
Pantalla 20. CMS – Implementació de llistats	98
Pantalla 21. CMS – Implementació perfil de pacient.....	100
Pantalla 22. CMS – Implementació formularis assignats	101
Pantalla 23. CMS – Implementació respostes de formularis numèriques .	102
Pantalla 24. CMS – Implementació respostes de text	103

Llistat de diagrames

Diagrama 1. Mobile - Flux de gestió de l'accés	62
Diagrama 2. Mobile - Flux estat actual	63
Diagrama 3. Mobile - Flux llistat d'elements	65
Diagrama 4. Mobile - Flux seqüència de preguntes	66
Diagrama 5. Mobile - Flux seqüència exercicis	69
Diagrama 6. Mobile - Flux perfil d'usuari	73
Diagrama 7. CMS - Flux dashboard	75
Diagrama 8. CMS - Flux gestió de pacients	77
Diagrama 9. CMS - Flux gestió de doctors	78

1. Introducció

La neurologia és una especialitat mèdica en constant evolució que es nodreix de les noves tecnologies per millorar la qualitat de vida dels pacients. En el cas de les malalties neurològiques cròniques i discapacitats del sistema nerviós central com l'Esclerosi Múltiple "EM" (malaltia crònica i complexa), és de vital importància recollir de forma homogènia i estructurada dades provinents de pacients que ajudin en la presa de decisions abans, durant i després de la visita i tractament. D'aquesta manera es podrà optimitzar els recursos de la sanitat pública i es podrà oferir una millor atenció a les persones que la pateixen.

La salut digital (eHealth – electronic Health) es defineix com:

Un camp emergent que es troba en la intersecció entre la informàtica mèdica, salut pública i els negocis, que exerceix el seu efecte sobre els serveis sanitaris i de la informació, a través d'Internet i tecnologies relacionades

Aquesta ens ha de permetre millorar l'accés als recursos mèdics i a la informació, tot reduint barreres com poden ser la distància, el temps o el cost. Al mateix temps poden ser una ajuda pel maneig de la malaltia tant per part del personal mèdic com pels mateixos pacients. Des d'un punt de vista del proveïdor de salut, la utilització d'aquest tipus de tecnologies pot portar a una manera molt més eficient d'aprofitar els recursos i, sobretot el temps de dedicació del personal mèdic, oferint la possibilitat de realitzar una medicina molt més orientada a les necessitats reals que té el pacient en aquell moment concret.

Solucions eHealth ja existeixen en malalties com diabetis tipus I, asma o Parkinson, on han demostrat la capacitat per millorar els esdeveniments relacionats amb la malaltia, per monitoritzar els símptomes, o per millorar l'adherència del pacient tant a tractaments com a altres tasques. Per tant,

aquestes solucions també poden ser beneficioses aplicades a una altra malaltia crònica i complexa com és el cas de l'EM.

Amb l'objectiu d'incrementar el coneixement d'aquesta i d'altres malalties i, per tal de potenciar la medicina personalitzada, l'**Hospital Santa Caterina** i l'**Hospital Universitari Doctor Josep Trueta** (hospitals que col·laboren en aquest projecte), s'han proposat desenvolupar un registre d'història clínica electrònica (eMS-Reg) dins el sistema SAP-ARGOS¹ que permet recollir dades clíniques de manera homogènia i estandarditzada.

L'objectiu consisteix a crear un registre que s'omple durant la mateixa visita mèdica del pacient i que facilita les tasques administratives que acompanyen l'assistència sanitària.

Per completar l'eina eMS-Reg i oferir una medicina molt més centrada en els afectats per la malaltia, aquest projecte se centrarà en el desenvolupament de software multiplataforma amb la capacitat de poder recollir dades (PROMS² i PREMS³) de forma activa i passiva dels pacients. Aquestes dades recollides complementaran la informació que contindrà eMS-Reg.

Actualment, eMS-Reg està en funcionament des de fa 2 anys a la Unitat de Neuroimmunologia i Esclerosi Múltiple Territorial Girona. eMS-Reg ha permès reduir de manera rellevant el temps de la visita que el metge dedica a tasques administratives (un 20% del temps aproximadament). Fins al moment es tenen més de 50.000 dades estructurades provinents de més de 780 pacients amb més de 3.600 visites mèdiques. En un futur aquestes dades es podran incorporar en models de predicció tot permetent fer millors anàlisis i ajudar en la presa de decisions.

¹ SAP-ARGOS: Sistema de gestió de pacients dels centres hospitalaris.

² PROMS: Patient reported outcomes measures.

³ PREMS: Patient reported experience measures.

1.1. L'Esclerosis Múltiple

L'EM és una malaltia crònica del sistema nerviós central, d'etiologia desconeguda i mecanisme autoimmune en la qual dos processos patogènics, la inflamació i la neurodegeneració, conflueixen originant un trastorn de curs progressiu amb un alt grau de discapacitat tan física com cognitiva. És la causa més freqüent de discapacitat neurològica d'origen no traumàtic en la població adulta jove del món occidental. Estudis epidemiològics i d'història natural demostren que existeix una susceptibilitat genètica de base sobre la qual actuarien una sèrie de factors ambientals que generarien un desequilibri del sistema immune que produirà l'afectació del sistema nerviós central amb la consegüent manifestació dels signes i símptomes característics de la malaltia. No obstant això, fins ara no s'ha pogut demostrar tota l'heretabilitat que comporta l'esclerosi múltiple la qual cosa ens indica que probablement aquesta càrrega genètica es troba oculta en forma d'una variant rara dins d'un clúster familiar o en forma de factors epigenètics encarregats de regular l'expressió dels gens determinants en l'aparició de la malaltia.

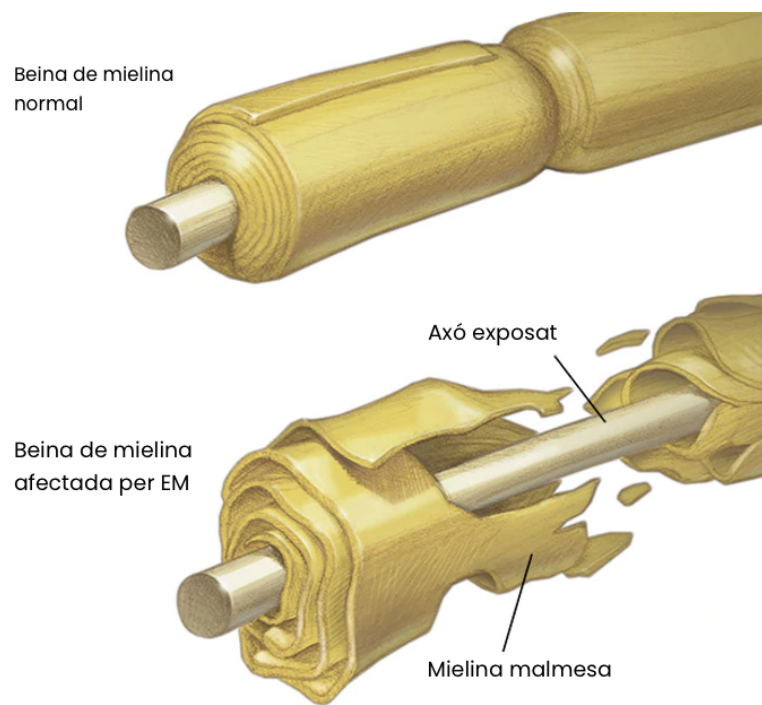


Figura 1. Afectació dels nervis

En la **Figura 1. Afectació dels nervis** es pot observar com la mielina està deteriorada a causa de la malaltia. Aquest fet afecta els impulsos nerviosos que emet el cervell.

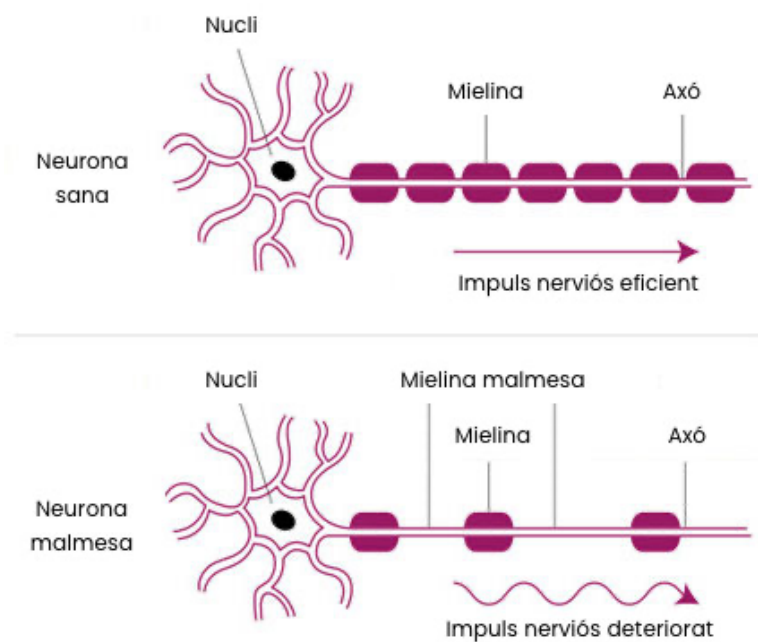


Figura 2. Alteració de la conducció

En la **Figura 2. Alteració de la conducció**, es pot observar com els impulsos són alterats a causa que la mielina està deteriorada. Això fa que quan el cervell envia una ordre a una part del cos, aquesta ordre arribi amb complicacions o no arribi.

Segons dades de l'any 2013, s'estima que el nombre total de persones afectades per EM en l'àmbit mundial és de 2,3 milions, amb un increment global de 40.000 casos per any des de l'any 2008 i un augment de la prevalença mitjana des dels 30 casos/100.000 habitants en l'any 2008 als 33 casos/100.000 habitants en l'any 2013 (Multiple Sclerosis International Federation 2013). Aquest increment s'atribueix, en part, al millor abordatge diagnòstic de la malaltia i a un major accés de la població als sistemes sanitaris, però també respon a un increment real de la incidència i de la prevalença de la malaltia. La distribució d'aquestes xifres és variable segons les zones geogràfiques analitzades, amb un clar gradient nord-sud. En el cas d'Europa la prevalença és de 108 casos/100.000 habitants.

PREVALENÇA PER PAÏSOS 2013

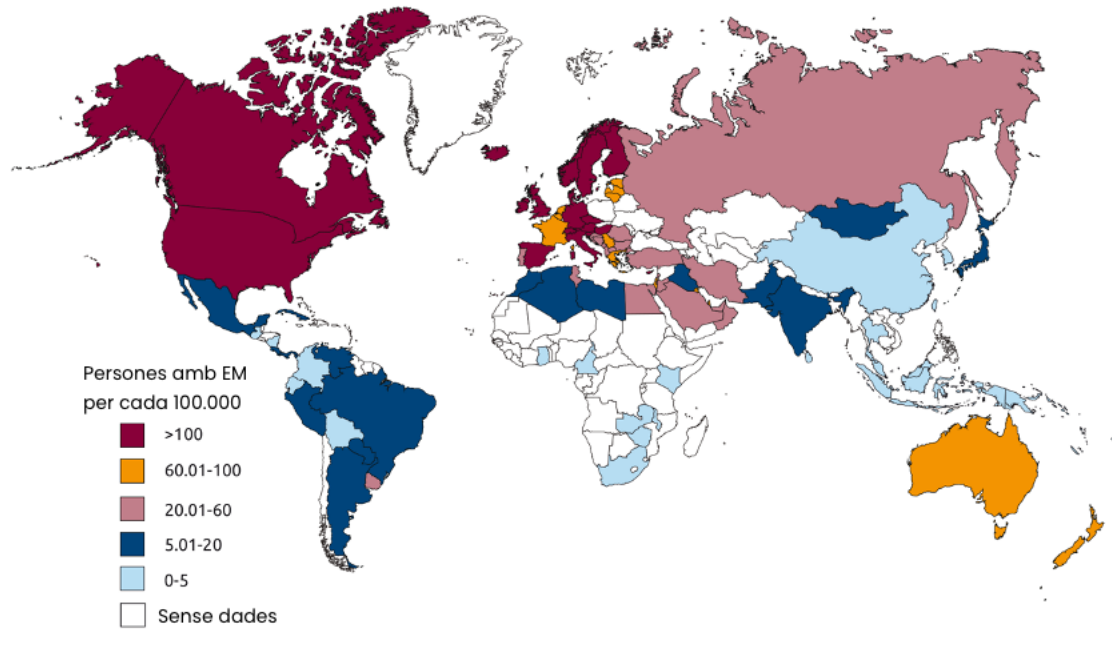


Figura 3. Prevalença de l'EM per països

En la **Figura 3. Prevalença de l'EM per països**, es pot observar com es distribueix la prevalença de la malaltia pels diferents països del món.

A Espanya, es calcula que hi ha aproximadament 46.000 persones diagnosticades d'EM, de les quals 7.000 resideixen a Catalunya (Fundació Esclerosi Múltiple 2015). Així mateix, s'han comunicat taxes de prevalença variables. Entre 1968 a 1991, les taxes de prevalença oscil·laven entre 5 i 23 casos/100.000 habitants (Ruiz-Ezquerro et al. 1988; Garcia et al. 1989; Uria et al. 1991; Antón Aranda et al. 1991) mentre que entre 1994 a 1999, les taxes de prevalença oscil·laven entre 32 i 65 casos/100.000 habitants. Estudis més recents mostren prevalences fins i tot més altes de fins a 78,6, 90,2 i fins i tot 125/100.000 habitants. La incidència de la malaltia en el nostre entorn ha estat menys estudiada. No obstant això, diversos estudis informen d'incidències molt variables que oscil·len entre 0,5 i 5,3 nous casos/100.000 habitants/any. De manera similar al que passa en la majoria de malalties de base autoimmunitària, l'EM afecta predominantment al gènere femení. Encara que fins fa pocs anys es parlava d'una taxa d'afectació dona-home de 2:1, actualment es considera que la malaltia és de 3 a 4 vegades més prevalent en dones, sent diagnosticada en més del 70% dels casos, entre els 20 i 40 anys (amb una edat mitjana de debut de 32 anys).

1.2. Motivacions

Amb el pas del temps les tecnologies avancen transformant per complet el món en el qual vivim avui dia. Aquesta transformació es pot veure a simple vista en coses tan senzilles com cafeteres que ens preparen automàticament el cafè a una hora determinada o projectes milionaris per enviar coets amb passatgers fora del planeta terra.

És evident que la revolució tecnològica no va només d'Internet, smartphones més potents, desenvolupament de software... Aquesta revolució va també sobre les dades (Big Data⁴) que generen les persones i la capacitat que tenim per poder processa-les.

L'aplicació d'aquestes noves tecnologies en el camp de la salut, han de permetre adaptar els sistemes sanitaris actuals acord amb les noves necessitats que van apareixent. Aquesta adaptació ha de focalitzar al **pacient en l'eix de tot el procés d'assistència** per donar una atenció molt més personalitzada per cada cas. El fet d'aconseguir això, ens permetrà donar una millor resposta davant problemes que es puguin plantejar i sobretot (el que personalment considero més important), donar una sanitat pública i de qualitat a l'abast de tothom.

Donar una sanitat adaptada a les noves tecnologies motiva la col·laboració amb l'**Hospital Santa Caterina** i l'**Hospital Universitari Doctor Josep Trueta** a desenvolupar un apartat del seu projecte eMS-Reg. Amb la recollida de dades (que és la constant d'aquest projecte) s'espera que es creïn les bases perquè en un futur es puguin aplicar tecnologies de processament i tractament de dades amb IA⁵.

⁴ Big Data: gran volum de dades que poden ser estructurades com no estructurades.

⁵ IA: Intel·ligència Artificial.

1.3. Propòsits

Les visites mèdiques que es realitzen a pacients en els centres mèdics acostumen a ser cada sis mesos (en la majoria de casos) i sovint són molt rutinàries. Aquestes, no acaben de ser del tot profitoses (en alguns casos), ja que no es pot recollir tota la informació dels darrers sis mesos anteriors. Per aquest propòsit, el software desenvolupat ha de permetre recollir el màxim de dades sobre l'estat del pacient, d'aquesta manera es podrà realitzar un millor seguiment de la malaltia.

A mesura que l'engagement⁶ augmenti per part dels pacients i duguin a terme les activitats personalitzades que l'equip mèdic els hi assigna (com les rutines d'exercicis o els formularis), es podran orientar les visites en els aspectes que més preocupa als pacients sobre la malaltia. Això serà fruit gràcies a totes les dades que s'hauran recollit durant el temps transcorregut entre visita i visita. D'aquesta manera es dona una atenció molt més personalitzada per cada cas, preparant i enfocant les visites en els aspectes més preocupants de la malaltia, optimitzant els recursos de la sanitat i el temps de l'equip mèdic.

1.4. Objectius

L'objectiu principal en l'àmbit tècnic d'aquest projecte és desenvolupar el software necessari que permeti al personal mèdic realitzar el seguiment dels seus pacients. Aquest software comptarà amb una aplicació iOS i Android per pacients i un gestor web per l'equip mèdic. Des del gestor web s'hauran d'assignar una sèrie d'escala clíniques validades als pacients perquè les puguin completar, amb l'objectiu d'informar el personal mèdic de l'evolució clínica de les diferents àrees susceptibles de ser afectades per l'EM. Per altra banda, el personal de rehabilitació podrà recomanar diferents rutines d'exercicis per facilitar la recuperació i rehabilitació dels pacients que més ho necessitin.

⁶ Engagement: capacitat que té un producte en crear relacions sòlides i duradores amb els seus usuaris generant un compromís entre el proveïdor i el consumidor.

A continuació s'expliquen més detalladament els objectius tècnics:

Objectius tècnics:

- **Aplicació web CMS amb Angular (ús exclusiu professionals de la salut).**
 - Gestió de pacients.
 - Gestió de doctors.
 - Gestió de formularis.
 - Gestió d'exercicis.
- **Aplicació mòbil per dispositius iOS i Android (ús exclusiu pacients).**
 - Recepció de notificacions push.
 - Realització de formularis.
 - Realització d'exercicis.
- **Servidor Backend (Spring Boot).**
 - API per la gestió dels doctors, pacients, formularis i exercicis.
 - Enviament de correu electrònic automatitzat.

- **El gestor web CMS** (ús exclusiu del personal mèdic), serà el lloc on es podran gestionar els diferents usuaris amb els resultats de les escales clíniques i les seves rutines de rehabilitació.

Aquest CMS tindrà definit una sèrie de KPI⁷ on metges i rehabilitadors podran veure el progrés dels seus pacients a mesura que es van complementant i realitzant les activitats assignades.

- **L'aplicació per dispositius mòbils Android i iOS** (ús exclusiu pacients), serà on els pacients podran accedir per veure les diferents escales assignades i poder-les omplir. També podran veure un llistat dels exercicis de rehabilitació que els hi haurà assignat el seu rehabilitador.

⁷ KPI: mètriques que ajuden a identificar d'una determinada acció o estratègia.

Aquesta aplicació tindrà activat un sistema per poder rebre notificacions automatitzades per recordar quins són els formularis i rutines d'exercicis que han de completar.

- Per realitzar el tractament de les dades, el **servidor Spring Boot** combinat amb **MySQL** serà on es desaran totes les dades recollides. Aquestes dades s'unificaran amb la història clínica digital del pacient i facilitaran les tasques al personal mèdic a l'hora de realitzar diagnòstics. És de vital importància que les dades recollides estiguin molt ben estructurades per facilitar els tractaments que es puguin fer. Per altra banda aquest servidor serà l'encarregat d'enviar les notificacions automatitzades. També tindrà configurat un servei de correu electrònic que servirà per notificar tant a pacients com a metges de les accions més importants realitzades.
- Per últim, a l'hora de tractar amb dades clíniques és molt important la seguretat. Per aquest motiu se seguiran els criteris de seguretat que aconsella **TIC Salut**⁸ i el **CEIC**⁹. Això implicarà mantenir connexions segures de comunicació entre dispositius, accés controlat a les dades, gestió de certificats, servidors allotjats en llocs segurs...

Amb els objectius comentats anteriorment es vol aconseguir un ecosistema mèdic que permeti un millor seguiment dels pacients i optimitzar els recursos sanitaris. En la **Figura 4. Esquema del projecte** es pot observar i diferenciar dues seccions, la part dreta i la part esquerra.

⁸ TIC Salut: La Fundació TIC Salut Social és un organisme de Departament de Salut, que treballa per impulsar el desenvolupament i la utilització de les TIC i el treball en xarxa en l'àmbit de la salut, fa d'observatori de noves tendències, innovació i seguiment d'iniciatives emergents, i ofereix serveis de normalització i homologació de productes.

⁹ CEIC: Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica, organisme independent, constituïts per professionals sanitaris i membres no sanitaris, encarregat de vetllar per la protecció dels drets, seguretat i benestar dels subjectes que participen en projectes de recerca clínica i d'oferir garantia pública al respecte, mitjançant un dictamen sobre el protocol de l'estudi, la idoneïtat dels investigadors i l'adequació de les instal·lacions, així com els mètodes i els documents que s'hagin d'utilitzar per informar els subjectes de l'assaig per tal d'obtenir el seu consentiment informat.

- **Part esquerra:** es tracta del software desenvolupat pel projecte aplicació mòbil, aplicació web i servidors. Aquesta part es basa en com els pacients i metges interaccionen amb l'ecosistema creat.
- **Part dreta:** es basa en les funcionalitats que tindrà l'equip mèdic per treballar i els beneficis que els hi aporta als pacients.



EM Seguiment

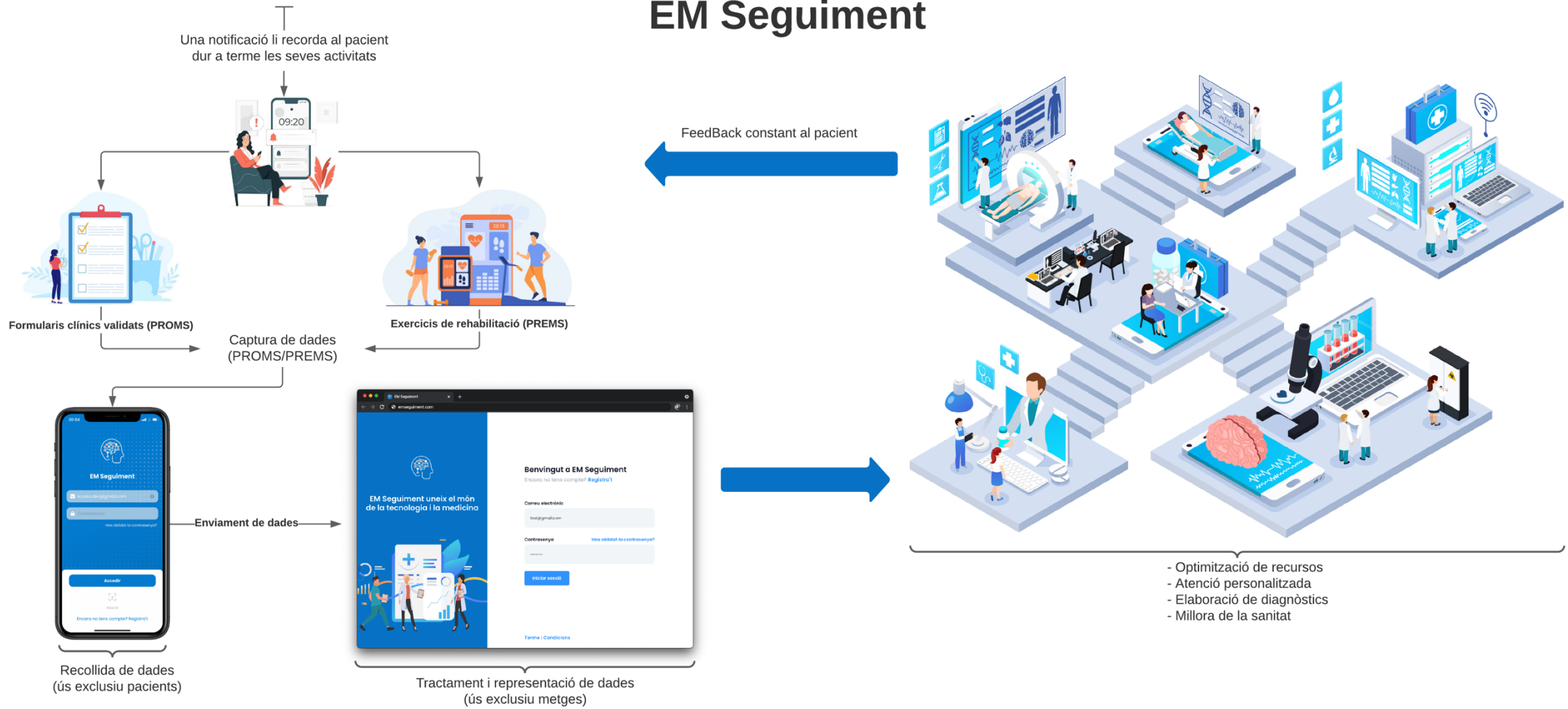


Figura 4. Esquema del projecte

El fet que aquest projecte es basi en la col·laboració entre la universitat i els hospitals genera els objectius personals següents que van lligats amb els tècnics:

Objectius personals:

- **Col·laboració amb l'equip mèdic.**
- **Aprovació pel gerent de la regió sanitària de Girona (Dr. Joaquim Casanovas).**
- **Aprovació del projecte per part del CEIC.**
- **Fase de proves amb pacients.**

- Una bona col·laboració amb l'equip mèdic és essencial per assolir els objectius tècnics. Per tenir una bona comunicació i col·laboració, el **Dr. René Robles Cedeño Neuròleg i coordinador dels sistemes informació SAP-ARGOS de Girona (Unitat de Neuroimmunologia i EM)**, tindrà el rol de tutor per part de l'hospital en aquest projecte. L'objectiu es basarà en la bona comunicació i relació amb el Dr. Robles, per entendre de primera mà quines són les necessitats de tot el seu equip de neurologia.
- L'aprovació per part del **Dr. Joaquim Casanovas**, ja que és el **gerent de la regió sanitària de Girona**, és essencial perquè el projecte es pugui posar en producció. Això exigeix realitzar una bona presentació sobre el problema i una bona explicació sòlida de les bases fonamentals del projecte i demostració de la solució que s'aportarà. Aconseguint l'aprovació del Dr. Casanovas fa que aquest projecte **assoleixi un prestigi elevat** i li doni un **valor afegit de confiança**, pel fet que està aprovat pel gerent de la regió sanitària de Girona.
- Per altra banda, si es vol aconseguir l'**aprovació del CEIC**, s'han de tenir en compte tots els aspectes que engloben el món de la investigació, l'ètica i les dades. Per aquest motiu el CEIC haurà de validar que el projecte assoleix tots els principis fonamentals que ells protegeixen a l'hora de treballar amb pacients. El fet d'obtenir aquesta validació fa que el projecte tingui un **valor afegit** que és el segell d'**aprovació del CEIC**.

- Per últim, una part important és entendre les necessitats de les persones afectades per l'EM. Per aquest motiu el Dr. Robles permetrà que en les visites de controls dels seus pacients hi pugui assistir la persona encarregada del desenvolupament del projecte (en aquest cas jo mateix). L'assistència a les visites de control dona la possibilitat d'avaluar els requisits tècnics i funcionals per l'aplicació mòbil dels pacients. Això farà que es pugui adaptar tant la funcionalitat com l'UX¹⁰/UI¹¹ perquè sigui simple, neta i senzilla. Però per assolir això s'haurà d'aconseguir una bona comunicació amb els pacients i entendre els problemes que poden tenir en el seu dia a dia.

1.5. Planificació

La planificació d'aquest projecte comença després de diverses reunions amb el **Dr. Robles** al voltant del mes de **novembre del 2019**. En aquestes reunions es parla sobre la necessitat que té el seu equip mèdic i quina seria la millor manera d'abordar-la. Un cop conegut el problema el qual se li vol donar una solució tecnològica, es concreta un dia per assistir a les visites periòdiques dels pacients. En aquesta assistència es pot avaluar quin és el perfil de pacients a qui anirà destinada l'aplicació mòbil i quines són les funcionalitats principals que hauria de tenir. A partir de tota la informació recollida es pot començar a crear una planificació sobre com anirà el projecte i quin serà l'ordre de desenvolupament.

Cal destacar que el Dr. Robles ja ha realitzat col·laboracions amb l'equip de **Vicorob**, portant projectes sobre l'EM orientats en l'extracció de biomarcadors en imatges de ressonància magnètica del cervell.

Durant tot el desenvolupament del projecte s'han concertat diverses reunions amb diferents equips de l'hospital per realitzar un seguiment del desenvolupament. A part de posar al dia l'equip mèdic, també s'han fet

¹⁰ UX: Interfície d'usuari, vista que permet a un usuari interactuar amb un sistema

¹¹ UI: Experiència d'usuari, és el que percep una persona en interactuar amb un sistema

diverses reunions amb altres empreses del sector sanitari i farmacèutic com **Novartis, FeetMe, Roche i Biogen**. L'objectiu principal d'aquestes reunions era l'intercanvi de coneixements i negociar una col·laboració conjunta.

- **Novartis:** empresa multinacional que es dedica a la indústria farmacèutica i biotecnològica, disposa d'una aplicació web on recull dades de pacients i posteriorment genera un informe en format PDF sobre l'estat del pacient. Aquest estat del pacient és calculat a partir d'un algoritme. En diverses reunions es va parlar sobre com es podria integrar l'eina amb el projecte i sobre la possibilitat de compartir l'algoritme per calcular l'estat del pacient. Actualment continuen les comunicacions per una futura integració del seu algoritme.
- **FeetMe:** empresa francesa del sector sanitari que es dedica a realitzar productes pel seguiment de pacients. Un dels productes sobre el que es va parlar en diverses reunions tractava sobre unes plantilles intel·ligents. Aquestes plantilles disposen de la capacitat de poder recopilar dades sobre com caminen les persones, amb aquestes dades es pot millorar el seguiment de rehabilitació i realitzar diagnòstics. Actualment FeetMe continua amb negociacions per fer una col·laboració amb l'Hospital Doctor Josep Trueta. Amb aquesta col·laboració, FeetMe posaria a disposició d'aquest projecte una remesa x de plantilles i l'SDK¹² per obtenir les dades recopilades per aquestes amb l'objectiu de millorar el seguiment dels pacients.
- **Roche:** empresa que es dedica a la indústria farmacèutica, que ha desenvolupat una aplicació mòbil anomenada Floodlight. Aquesta disposa de la capacitat de recollir dades de manera passiva com per exemple els quilometres que es caminen durant el dia. A causa de la falta de comunicació es va optar per descartar l'empresa Roche per una possible col·laboració.
- **Biogen:** empresa multinacional biotecnològica Nord Americana. Biogen disposa d'una aplicació anomenada CogEval per tauletes Apple que realitzen diferents tipus de test cognitius. Amb l'EM és

¹² SDK: Conjunt d'eines pel desenvolupament de software.

important tenir un seguiment cognitiu dels pacients i veure quina és la seva evolució. En diverses reunions es va negociar una col·laboració que consistia a integrar els testos de CogEval dins del projecte. Per diferents raons burocràtiques amb l'empresa Biogen no es va poder pactar aquesta col·laboració.

Un cop coneguts els conceptes tècnics que el projecte haurà d'assolir, es confecciona la següent planificació.

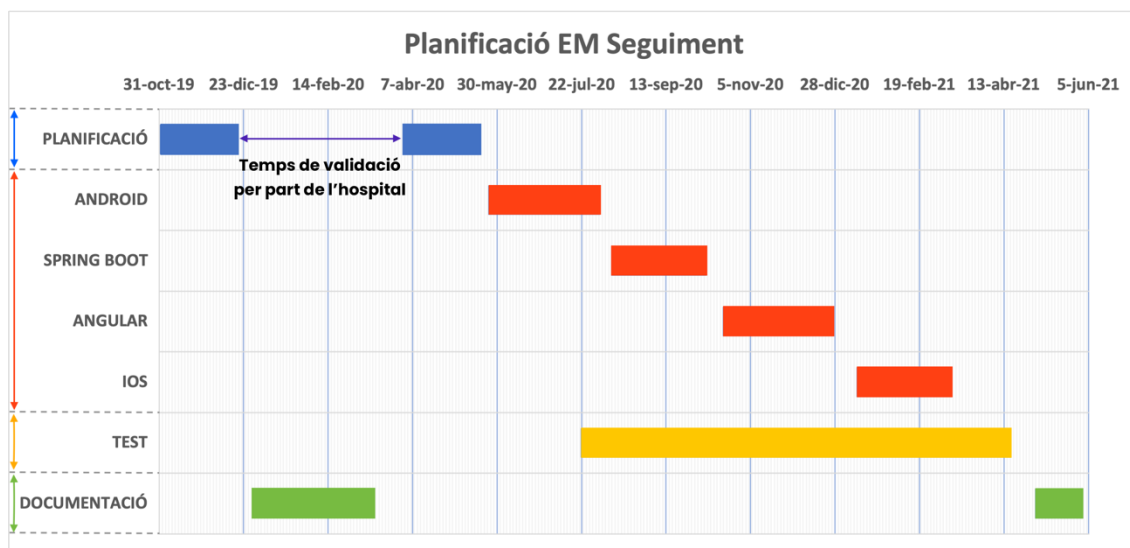


Figura 5. Planificació del projecte

En la **Figura 5. Planificació del projecte** es pot observar clarament quatre etapes que són: la planificació (color blau), desenvolupament (color vermell), test (color groc) i documentació (color verd). També es pot observar una línia de color lila que correspon al temps de validació i aprovació pels hospitals.

- **Planificació:** es porta a terme la planificació de tot el projecte, es recullen totes les especificacions tècniques i funcionals, es maqueta un prototip de disseny UX/UI per l'aplicació mòbil i web. Es pot observar en la figura anterior hi ha un espai de temps tallat. Això és pel fet que primerament es va generar una planificació del projecte, i aquesta va ser analitzada per l'equip mèdic de l'hospital. Un cop acceptada la primera planificació, es va elaborar una segona planificació per acabar de polir detalls amb l'hospital.

- **Desenvolupament:** un cop acabada la planificació es porta a terme tot el desenvolupament del projecte. Es pot observar que tot el desenvolupament es fa gairebé de manera asíncrona.
- **Test:** etapa molt important on es fa un test de tot el software desenvolupat. Aquesta etapa, també inclou el temps dedicat a la correcció dels possibles bugs que hagin aparegut. D'aquesta manera s'evitarà que tant els pacients com els metges trobin qualsevol error a l'hora de fer servir els sistemes.
- **Documentació:** etapa final del projecte que es dedica a la documentació de tot el projecte. Aquesta etapa, inclou l'elaboració de manuals d'instal·lació, manuals d'usuari i la publicació en les botigues online d'Apple i Google. Es pot observar en la figura que la documentació comença tan bon punt acaba la primera documentació. Això és pel fet que un cop entregada la primera planificació es va començar a realitzar la documentació. Aquesta documentació contemplava aspectes més tècnics del projecte, per respondre als possibles dubtes de l'equip mèdic amb la seva avaluació de la primera planificació.

1.6. Continguts

Per explicar d'una forma concisa i coherent tots els aspectes desenvolupats del projecte, els continguts de la memòria s'han estructurat de la següent manera:

- **Estudi de viabilitat:** es tracten els temes referents a la viabilitat del projecte analitzant els diferents aspectes com l'econòmica, la tecnològica, els recursos, etc.
- **Desenvolupament:** en aquest apartat es parlarà sobre com s'ha dut a terme el desenvolupament del projecte. Començant per explicar la metodologia emprada i acabant amb l'anàlisi de requeriments de les diferents plataformes.

- **Disseny:** en el disseny s'estudiarà i mostraran diferents propostes que podrien tenir les diferents plataformes i els seus apartats.
- **Implementació, proves i resultats:** en aquest apartat es mostrarà quina ha sigut la implementació definitiva de les diferents plataformes com Android, iOS, aplicació web i backend. També es detallarà com és la base de dades que s'ha desenvolupat específicament per aquest projecte.
- **Conclusions:** per anar acabant, es detallaran un seguit de conclusions a les quals s'han arribat basant-se en el desenvolupament realitzat, col·laboració amb l'equip mèdic, visites reals a pacients, etc.
- **Treball futur:** en el treball futur es comentaran diferents idees i noves funcionalitats que es podrien afegir al projecte un cop estigui completat.
- **Annexos:** en els annexos es detallarà més informació del projecte com poden ser els formularis i exercicis implementats a la plataforma
- **Bibliografia:** per últim la bibliografia contindrà informació amb enllaços de diferents aspectes explicats en la memòria.

2. Estudi de viabilitat

En el món del desenvolupament de software existeixen consultories, empreses que aconsellen als seus clients sobre com seria la millor manera per desenvolupar un projecte. Aquestes consultories a part de donar el servei d'assessorament sovint acostumen a donar la solució digital portant a terme tot el desenvolupament i manteniment del projecte. Les consultories, sovint, donen la solució digital subcontractant a altres empreses que es dediquen únicament al desenvolupament de software.

També existeix l'opció de contactar directament amb l'empresa de desenvolupament de software perquè desenvolupi tot el projecte. Aquest fet farà que el preu del procés de treball sigui més reduït.

Així doncs el més lògic pel desenvolupament d'aquest projecte seria contractar els serveis d'una consultora o una empresa de software per dur a terme el projecte. En tractar-se d'un desenvolupament orientat en l'àmbit de la salut, les consultores candidates acostumen a ser farmacèutiques que tenen com a objectiu obtenir dades de pacients per realitzar els seus propis estudis. Aquest fet fa que hospitals com Santa Caterina i Trueta les vulguin deixar de banda tenint el mínim contacte amb aquest tipus de consultores i optar amb col·laboracions universitàries, en aquest cas la Universitat de Girona.

En tractar-se d'una col·laboració universitària, el desenvolupament del projecte serà dut a terme per una única persona, jo autor d'aquesta memòria. Amb l'experiència laboral adquirida durant els darrers quatre anys en el món del desenvolupament de software i aplicant els coneixements assolits durant el grau, hauré de desenvolupar les quatre tecnologies (iOS, Android, Spring Boot i Angular) per dur a terme el projecte.

Cal destacar que el cost econòmic d'aquest projecte ha estat nul, ja que es tracta d'una col·laboració universitària per un treball final de grau. Però per elaborar un bon estudi de viabilitat i donar un pressupost sobre el cost real amb una estimació de temps, d'ara endavant es donarà per fet que aquest

estudi es realitza des d'una consultora. Això implicarà que el resultat final serà com si l'hospital hagués demanat un pressupost del projecte a una empresa de desenvolupament de software o una consultoria.

2.1. Viabilitat tecnològica

Un cop conegut el problema al qual es vol donar una solució tecnològica, s'arriba a la conclusió que el client necessita:

- Aplicació per pacients (compatible amb dispositius mòbils).
- Aplicació web de gestió per els professionals de la salut (CMS).
- Servidor de comunicació (Backend).
- Base de dades.

2.1.1. Aplicació per pacients

Actualment el mercat de la telefonia mòbil (smartphones) i dels sistemes operatius d'aquests, està dominat pels dos grans tecnològics de Google amb Android i Apple amb iOS. A part d'aquests dos, també existeixen altres empreses que tenen els seus sistemes operatius com poden ser Microsoft amb el Windows Phone o BlackBerry. Aquests dos últims estan caient en desús i cada vegada es fan servir menys fins a arribar al límit que ocupen el 2% del mercat actual. Aquest motiu és decisiu a l'hora de decidir que l'aplicació mòbil per pacients haurà de ser compatible únicament per iOS i Android.

2.1.2. Aplicació web

A l'hora de crear l'aplicació web (CMS) que es farà servir per gestionar el contingut de la plataforma, s'opta per escollir el framework¹³ d'Angular. Angular és un framework OpenSource¹⁴ desenvolupat per Google per facilitar

¹³ Framework: entorn de treball que disposa d'un conjunt d'eines, conceptes, criteris que serveixen de base pel desenvolupament de software.

¹⁴ OpenSource: software desenvolupat de manera descentralitzada o col·laborativa.

la creació i programació d'aplicacions web d'una sola pàgina. Aquest framework separa el Frontend¹⁵ i el Backend de l'aplicació, evita el codi repetitiu i manté una estructura molt endreçada gràcies al patró MVC¹⁶. Això fa que es realitzi un desenvolupament molt àgil i facilita la modificació i actualització del codi. Angular està basat en el llenguatge de programació TypeScript i incorpora HTML¹⁷ per crear interfícies molt personalitzades.

En el mercat actual també existeixen alternatives com poden ser React, Laravel, Vue entre d'altres. Però Angular ofereix estabilitat i escalabilitat que fa que sigui la plataforma més adient pel gestor web.

2.1.3. Servidor de comunicació (Backend)

Per comunicar les dues aplicacions mòbils i l'aplicació web amb la base de dades, s'ha de crear un API¹⁸ que faci possible aquesta comunicació entre diferents aplicacions. Per crear aquesta API i realitzar un CRUD¹⁹ sobre les diferents entitats de la base de dades, s'ha escollit el framework d'Spring Boot.

A l'hora de crear un projecte web amb Java s'han de seguir els següents passos:

- I. Escollir dependències del projecte
- II. Codificació del mateix
- III. Desplegament en servidor

El primer i tercer, són punts que requereixen molt de temps. Amb la intenció de simplificar aquests dos punts neix Spring Boot, que proporciona els mòduls necessaris en el desenvolupament per optimitzar al màxim els recursos i el temps.

¹⁵ Frontend: tot el que l'usuari es troba directament en una web o una aplicació.

¹⁶ MVC: model de patró general d'arquitectura pel desenvolupament de software que es basa en separar les diferents capes del software segons la seva responsabilitat.

¹⁷ HTML: llenguatge de marques que serveix per a l'elaboració de pàgines web.

¹⁸ API: conjunt de definicions i especificacions de protocols que s'utilitza per desenvolupar i integrar software permeten la comunicació entre aplicacions.

¹⁹ CRUD: gestió de dades digitals en base de dades persistents aplicant les accions de crear, llegir, actualitza i esborrar.

2.1.4. Base de dades

Per desar totes les dades recollides per les aplicacions, es farà servir una base de dades MySQL. Aquest sistema de gestió de Base Dades relacional de codi obert disposa d'un model client-servidor. Aquest, s'utilitza per crear i administrar dades basades en un model relacional. La facilitat per integrar-se amb el framework d'Spring Boot fa que sigui la base de dades ideal per desar tota la informació recollida.

2.2. Viabilitat econòmica

En els darrers anys la Generalitat de Catalunya inverteix més pressupost en el sistema sanitari Català, una part d'aquests recursos van destinats als departaments d'informàtica. Aquests departaments destinen una part dels recursos econòmics a la investigació i al desenvolupament de noves tecnologies.

Aquest fet fa que dur a terme projectes com aquest impliquin uns pressupostos i una economia molt ajustada, però no impossible. Per aquest motiu és molt recomanable que el desenvolupament es dugui a terme amb col·laboracions externes com universitats, amb l'objectiu d'estalviar recursos. Tot i això, si es volgués realitzar amb una consultoria o empresa de software, com és el cas, l'hospital podrà fer front a les despeses de desenvolupament i posterior manteniment.

Per tant, a l'hora d'estudiar la viabilitat econòmica del projecte, s'haurà de tenir en compte les plataformes on es farà el desenvolupament, el disseny que tindrà, les funcionalitats que aquestes plataformes tindran, el manteniment i la gestió del projecte.

Per aquest cas, no farà falta fer un pressupost pels servidors físics, ja que l'ICS²⁰ posarà a disposició del projecte un servidor on s'allotjaran totes les dades, l'aplicació Angular i el servidor Spring Boot.

²⁰ ICS: Institut Català de la Salut

Dit això, s'haurà de fer un pressupost on es calculi el preu de tot el desenvolupament de cada plataforma, disseny, manteniment i gestió del projecte.

Aquest pressupost haurà de contemplar:

- Desenvolupament Android.
- Desenvolupament iOS.
- Desenvolupament Spring Boot.
- Desenvolupament Angular.

Tota aplicació ha de tenir un manteniment, aquest estarà pressupostat per paquets d'hores. Per exemple, a l'inici del projecte el client pagarà un paquet de 200 hores, i amb aquestes hores s'hauran de fer totes les tasques de manteniment que siguin requerides. Un cop acabades les hores el client haurà de contractar un altre paquet d'hores per continuar amb el manteniment necessari. Amb els paquets d'hores es duran a terme les següents tasques:

- Actualitzacions de software.
- Correccions de bugs.
- Gestió del projecte.
- Disseny (UX/UI).
- Manteniment general del projecte.

Per últim també caldrà parlar sobre el preu que té el fet de publicar una aplicació mòbil en les corresponents botigues electròniques. Per les botigues de Google i Apple (Play Store i App Store corresponentment) s'haurà de pagar un preu per les seves llicències de desenvolupament. Aquestes llicències permetran la publicació l'app en les seves botigues electròniques.

2.3. Pressupost

Realitzar una estimació sobre el pressupost d'un projecte i el termini d'entrega és molt complicat a causa del procés delicat que comporta desenvolupament de software. Algunes empreses acostumen a treballar amb pressupostos i temps tancat, això fa que l'empresa desenvolupadora assumeixi un risc molt elevat (pensant de manera econòmica), o que el producte final no sigui el desitjat.

Pel cas contrari, no gaire habitual, també hi han empreses que "aconsegueixen" treballar en projectes amb un pressupost obert. Això implica que el client assumirà el cost, sigui quin sigui, del seu desenvolupament.

Sovint els clients tenen una idea aproximada sobre l'abast del projecte, tot i tenir una especificació molt detallada. I al final el client acaba donant una especificació molt pobre o, pel cas contrari, una especificació molt extensa i carregada. Aquest fet fa que no es pugui determinar un abast realista del projecte i poder pronosticar un preu, un termini d'entrega i l'abast final.

Dit això es veu que a l'hora de pressupostar un projecte existeixen tres variables (preu, abast i temps) que tindrà una repercussió amb el producte final i la seva qualitat, veure **Figura 6. Esquema de qualitat del projecte**.



Figura 6. Esquema de qualitat del projecte

Mentre els tres punts exteriors estiguin més a prop del centre, el producte final serà d'una gran qualitat i assolirà l'abast desitjat. En cas contrari, la variació d'un dels tres punts farà que el producte final comenci a perdre qualitat i no s'assoleixi l'abast desitjat.

Cal destacar, que el fet que un dels tres punts sigui modificat és molt fàcil, ja que al cap i a la fi som persones en constant moviment i el que avui ens

agradava poder demà ja ho veiem amb uns altres ulls. Aquest fet fa que el client pugui canviar d'opinió sobre l'abast del projecte, les funcionalitats o el seu termini d'entrega. Això fa que el pressupost pactat inicialment varïi en funció del temps i no es puguin complir els terminis d'entregues amb totes les funcionalitats del producte.

Per tenir molt controlades aquestes tres variables, el desenvolupament d'aquest projecte es durà a terme de manera *Agile* lligada amb paquets d'hores de desenvolupament.

Agile és un mètode de treball àgil que permet donar un valor de mercat al producte final des del primer moment, enfocant el desenvolupament en funcionalitats petites, "*divideix i venceràs*". Es crearan períodes de treball de dues setmanes on els recursos se centraran a desenvolupar una funcionalitat concreta. Aquest mètode de treball permetrà en tot moment al client poder interactuar amb l'abast del projecte, modificant, afegint o eliminant funcionalitats.

Aquest mètode de treball *Agile* estarà combinat amb uns paquets d'hores de desenvolupament. Això voldrà dir que el client contractarà unes certes hores de desenvolupament (80 hores). Amb aquestes hores es durà a terme el desenvolupament de totes les funcionalitats possibles del projecte. Un cop acabades aquestes hores, el client podrà avaluar el resultat del producte obtingut fins al moment amb totes les modificacions que es puguin haver produït. Si el client valida correctament el producte obtingut fins al moment, es passarà a contractar un nou paquet d'hores i es continuarà amb el procés. Aquest últim procés de contractació dels paquets d'hores s'anirà repetint cada cop que s'esgotin les hores fins a completar el projecte. El fet de treballar d'aquesta manera, fa que el client estigui més en contacte amb totes les fases del desenvolupament i s'obtingui un producte final de més alta qualitat.

Per tant, un cop establert la manera de pressupostar el projecte, es poden definir els paquets d'hores amb un preu concret d'hora depenent de la tecnologia. Per aquest projecte s'han definit dos grans blocs de tecnologies i un bloc de manteniment:

- Mobile: inclouen les plataformes iOS i Android amb el preu de 40€/hora

- Backend: inclouen les plataformes Spring Boot i Angular amb el preu de 28€/hora.
- Manteniment: inclou la gestió del projecte, disseny UX/UI i reunions amb el client amb el preu de 23€/hora.

La variació de preu entre les tecnologies és a causa de la complexitat de cada una i el valor de mercat actual. Llavors, un cop fixat un preu per hora es contractaran paquets de 80 hores per cada tecnologia. I per la banda de manteniment és recomanable contractar paquets de 200 hores. Com s'ha comentat abans, un cop esgotades les hores s'haurà de contractar un paquet nou d'hores del bloc en qüestió.

Un cop definit el preu que té cada bloc de tecnologia i el preu de manteniment es pot arribar a una previsió econòmica. Segons totes les especificacions i requeriments aportats pel client i observats en diverses reunions. En conclusió faran falta 4 paquets de 80 hores de desenvolupament per la tecnologia Mobile i 5 paquets de 80 hores per la tecnologia Backend. A més també farà falta contractar un paquet de 200 hores per dur a terme tot el manteniment amb el que això comporta.

Per altra banda s'arriba a determinar el termini d'entrega de 5 mesos amb el producte final, amb la condició que no es produeixin grans canvis en l'abast inicial del projecte. Modificacions grans en les funcionalitats o en l'abast del projecte poden fer variar el pressupost i el termini d'entrega.

Dit això, es pot elaborar de manera més tècnica el pressupost amb un preu concret de la següent manera:

Descripció	Quantitat	Hores	Preu hora	Cost
Paquet de 80 hores Mobile	4	320	40,00 €	12.800,00 €
Paquet de 80 hores Backend	6	480	28,00 €	13.440,00 €
Paquet de 200 hores de manteniment	2	400	23,00 €	9.200,00 €
Llicència Google Play	1			25,00 €
Llicència Apple Store	1 (pagament anual)			99,99 €
Plantilla CMS	1			60,00 €
			Subtotal	35.624,99 €
		Impost	21,00 %	7.481,24 €
			Total	43.106,23 €

2.4. Recursos personals

Com s'ha comentat a la introducció d'aquest capítol, tot el desenvolupament s'ha dut a terme per una única persona, jo autor d'aquesta memòria. Això implica que els recursos personals només han sigut d'una persona per totes les tecnologies. Però com l'estudi de viabilitat s'elabora partint de la base que el projecte el portarà una consultoria, els recursos personals varien.

Dit això, el més adequat per aquest projecte serà la contractació de personal segons el sector. D'aquesta manera es decideix contractar:

- Un professional en el sector Mobile, serà l'encarregat de desenvolupar les aplicacions iOS i Android.
- Un professional en el sector Backend, el seu perfil haurà de ser Full Stack Developer²¹ que serà l'encarregat de desenvolupar les aplicacions Spring Boot i Angular.

²¹ Full Stack Developer: programador que coneix bé la part backend i frontend.

- Un gestor de projectes, serà l'encarregat de portar dia a dia l'estat del projecte amb tot el que comporta.
- Un freelance²² per realitzar el disseny UX/UI de les diferents plataformes.

2.5. Recursos necessaris

En el món de la tecnologia recursos físics acostumen a ser escassos, només fan falta les eines essencials pel desenvolupament que acostumen a ser un ordinador. Aquest projecte també segueix la mateixa tònica i per dur-lo a terme només farà falta el recurs necessari d'un ordinador.

A part d'aquest ordinador, com s'ha comentat anteriorment, les dades recollides dels pacients es desaran en una base de dades que estarà allotjada en un servidor. En aquest cas, l'ICS posa a disposició del projecte aquest servidor, això fa que en el pressupost no es tinguin en compte, ja que va a càrrec de l'ICS.

Aclarit això, pel desenvolupament del projecte, només farà falta el hardware essencial de qualsevol projecte IT, en aquest cas ordinadors pel personal contractat i un servidor per allotjar les dades i les aplicacions desenvolupades.

²² Freelance: treballador autònom.

3. Desenvolupament

3.1. Metodologia de treball

L'avenç creixent de les noves tecnologies i la constant competència entre les diferents empreses del sector, fa que cada vegada augmenti més l'exigència de qualitat en els productes, sempre tenint en compte la rapidesa de l'execució i l'agilitat dels processos. A causa d'aquestes necessitats sorgeixen els mètodes àgils, els quals es converteixen en els més eficients d'utilitzar per a les empreses.

Els mètodes àgils o metodologia *Agile* és un enfocament particular per a la gestió de projectes que s'utilitza en el desenvolupament de programari. Aquest mètode ajuda als equips a respondre a la imprevisibilitat de construir programari. Utilitza seqüències de treball incrementals i iteratives que es coneixen com a *sprints*²³. Aquest mètode se centra en ajudar els equips en un panorama de constant evolució i a mantenir un enfocament en el lliurament ràpid de valor empresarial. *Agile* disposa de diferents metodologies de treball com *Waterfall*, *Spiral Unified Process* o *Scrum*.

En la metodologia *Agile* no es planifica ni es dissenya el producte per avançat, evoluciona basant-se en bucles de retroalimentació (*sprints*). Es treballa per períodes anomenats *sprints*, que poden ser de dues o quatre setmanes. Durant aquest període de temps, cada membre de l'equip ha de dur a terme una sèrie de tasques. Al final de cada *sprint*, es lliuren els avenços i es comença de nou el procés. D'aquesta manera, el client rep constantment novetats i pot anar marcant prioritats o introduint canvis.

En la **Figura 7. Metodologia Agile**, es pot observar de manera gràfica els diferents estats pels quals la metodologia *Agile* itera en cada cicle.

²³ Sprints: períodes curts de treball entre una i tres setmanes.



Figura 7. Metodologia Agile

Treballar fent servir una metodologia *Agile* aporta els següents beneficis al desenvolupament del projecte:

- **Alta qualitat del producte:** els tests es fan en cada cicle, això significa que es fan revisions periòdiques per veure si el producte funciona durant tot el seu desenvolupament.
- **Afegeix valor de mercat en períodes curts:** permet l'entrega de diferents versions amb valor de mercat en un termini curt de temps.
- **Augment de la productivitat:** millora els recursos, pressupostos i accions d'una forma molt eficaç evitant els possibles errors.
- **Permet dimensionar millor el projecte:** fent servir iteracions petites (*sprints*) permet gestionar millor el projecte, en comptes de voler tractar tot el projecte a la vegada.
- **Millora de l'experiència del client:** amb una col·laboració comunicativa i fent servir feedbacks curts i precisos, fet que incrementa la satisfacció del client.

Aquest sistema és ideal pel desenvolupament actual, ja que estem davant un projecte que és propens als canvis durant el seu cicle de vida. L'agilitat ens permet rectificar i canviar les prioritats i requeriments segons els resultats obtinguts durant el desenvolupament del projecte. Al mateix temps, millora l'experiència de client en estar en constant contacte amb el projecte. Aquests aspectes són motius clau per fer servir la metodologia *Agile* i *Scrum* per dur a terme el desenvolupament d'aquest projecte.

3.1.1. Què és *Scrum*?

Scrum és un procés àgil que permet centrar-se en el lliurament del valor empresarial més alt en el menor temps possible. Permet inspeccionar de forma ràpida i iterativa el programari de treball real fent servir els cicles de treballs (*sprints*). El model de negoci estableix les prioritats i els equips s'autoorganitzen per determinar la millor manera d'oferir funcionalitats amb la màxima prioritat. En cada final d'*sprint*, tothom pot veure un software real que funciona i decidir llançar-lo a l'entorn de producció o continuar millorant-lo per un altre *sprint* tornar a fer la mateixa valoració. *Scrum* és una metodologia que es fa servir per diferents empreses de gran renom com per exemple: Microsoft, Google, Yahoo, IBM, Nokia. En la **Figura 8. Pilars de l'Scrum** es poden observar els pilars fonamentals sobre els quals es basa *Scrum*.

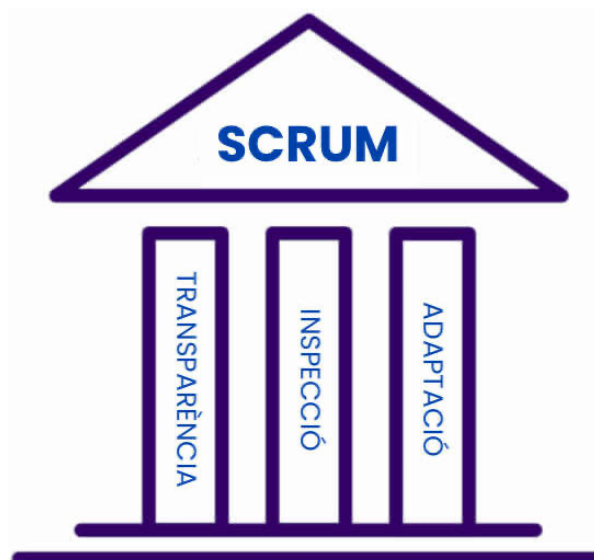


Figura 8. Pilars de l'Scrum

- **Transparència:** tots els implicats en el procés han de tenir coneixement de l'estat actual del projecte. D'aquesta manera es genera una visió global i comuna per tots els membres.
- **Inspecció:** els membres de l'equip realitzen inspeccions amb freqüència sobre el progrés per detectar possibles problemes.
- **Adaptació:** a mesura que apareixen canvis de requisits o funcionalitats, l'equip disposa de la capacitat per poder-se adaptar a aquests.

3.1.2. Rols

Un equip de treball ha d'estar compost entre 3 i 9 membres que seran els encarregats de dur a terme el desenvolupament, també hi haurà un *Scrum* Master i un Product Owner. Cada un d'aquests rols té diferents responsabilitats el que fa que treballin de manera diferent entre ells. L'agrupació de tots els membres conformen l'equip l'*Scrum*.



Product Owner



Scrum Master



Development Team

Figura 9. Equip Scrum

En la **Figura 9. Equip Scrum**, es poden observar els diferents rols que disposa la metodologia *Scrum*. Tot seguit es descriuen cadascun un d'ells.

- **Product Owner:** és l'encarregat d'optimitzar i maximitzar el valor del producte, sent la persona encarregada de gestionar el flux de valor del producte a través del *Product backlog*. Addicionalment, és fonamental la seva tasca com a interlocutor amb els clients i *sponsors* del projecte, així com la seva faceta d'altaveu de les peticions i requeriments dels clients. Tasques a realitzar: definir les funcionalitats del producte, fixar dates d'entrega, definir prioritats de les funcionalitats en cada *sprint*,

acceptar o rebutjar el resultat del treball i ser responsable de la rendibilitat del producte.

- **Scrum Master:** té dues funcions principals dins el marc de treball: gestionar el procés *Scrum* i ajudar a eliminar impediments que puguin afectar el lliurament del producte. A més, s'encarrega de les tasques de *mentoring*, formació, *coaching*, evitar interferències externes amb l'equip de desenvolupament i assegurar que l'equip és perfectament funcional.
- **Development Team:** sol estar format entre 3 a 9 professionals que s'encarreguen de desenvolupar el producte. Tenen l'habilitat d'autoorganitzar-se i autogestionar-se per aconseguir donar un valor de mercat al producte en cada final d'sprint.

3.1.3. Cerimònies

De manera seqüencial, en cada *sprint* es realitzen quatre esdeveniments o cerimònies. Aquestes cerimònies permeten definir les funcionalitats que s'hauran de desenvolupar i afinar el rendiment de l'equip en cada *sprint*.

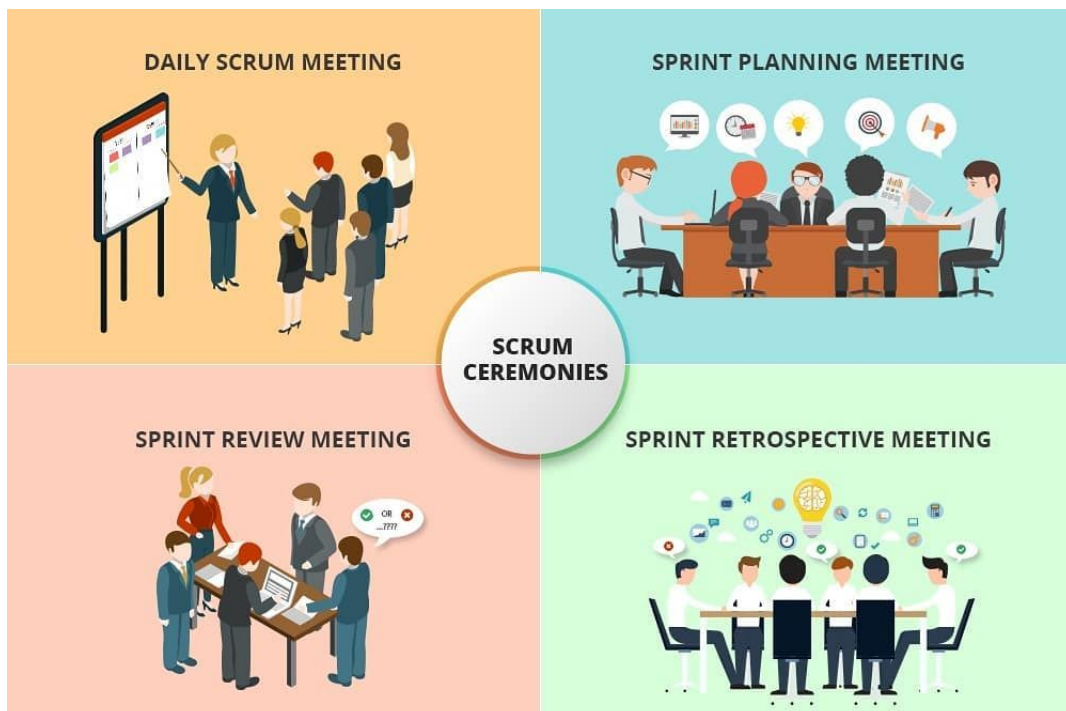


Figura 10. Cerimònies Scrum

En la **Figura 10. Cerimònies Scrum**, es poden observar les diferents cerimònies que es realitzen en el cicle de vida de l'*Scrum*.

- **Sprint Plannig:** durant aquest període, es crea un *sprint backlog* a partir de desglossar l'**Sprint Goal** (funcionalitat que es vol dur a terme durant l'*sprint*) en petites tasques. L'equip selecciona diferents tasques de l'*sprint backlog* que podran realitzar durant l'*sprint*. L'*sprint backlog* es crea a partir de les tasques seleccionades prèviament. Aquestes han d'estar ben definides i acompanyades d'una puntuació d'esforç. L'equip ha d'establir un límit de puntuació per cada *sprint*, d'aquesta manera quan s'escullen es procura no superar el límit. Aquesta cerimònia es fa de manera col·laborativa amb tots els membres de l'equip.
- **Sprint Review:** l'equip presenta tot el que s'ha pogut realitzar durant l'*sprint* al client, aquesta presentació sovint es realitza en format demostració. No es fa presentació amb *slides* i acostuma a fer-se amb dues hores. Tot l'equip participa en aquesta cerimònia.
- **Sprint Retrospective:** un cop finalitzat l'*sprint* els membres de l'equip fan un repàs del què no està funcionant dins de l'equip per poder-ho canviar per bons hàbits. També es comenten els aspectes que es poden millorar per tenir una millor eficiència com a col·lectiu. Acostumar a durar entre 15 i 30 minuts. Tot l'equip participa en aquesta cerimònia.
- **Daily Scrum Meeting:** aquesta cerimònia es fa cada dia de peu amb tots els membres de l'equip responent tres preguntes. **Què vas fer ahir? Què faràs avui? Tens algun impediment?** El que es vol aconseguir, és que tots els membres de l'equip sàpiguen en què estan treballant els seus companys i portar un millor seguiment del projecte.

3.1.4. Artefactes

A l'hora de treballar amb la metodologia d'*Scrum*, existeixen diferents artefactes (eines) que permeten el correcte desenvolupament del projecte.



Figura 11. Artefactes Scrum

Aquests artefactes són: **Product Backlog**, **Sprint Backlog** i l'**Increment**, veure en la **Figura 11. Artefactes Scrum**.

- **Product Backlog:** llistat de totes les funcionalitats desitjades pel projecte. Idealment expressat de manera que cadascun dels elements té un valor per als usuaris o clients del producte. L'ordre de prioritats entre elements el defineix el **Product Owner**, aquest es defineix al començament de cada sprint.
- **Sprint Backlog:** llistat de tasques, a partir del **Product Backlog**, que es treballaran durant un *sprint*. Aquests elements es componen en petites tasques tècniques que permeten aconseguir un increment de software. Aquestes tasques no s'assignen a cap membre de l'equip de desenvolupament, sinó que cada un dels membres escull una tasca i es compromet en acabar dins de l'*sprint*. Els membres de l'equip poden afegir, modificar o esborrar tasques de l'*Sprint Backlog*.
- **Increment:** és la suma de totes les tasques, casos d'ús, històries d'usuari i qualsevol element que s'hagi desenvolupat durant l'*sprint* i que serà posat a disposició de l'usuari final en forma de *software*, aportant un valor de negoci al producte que s'està desenvolupant.

3.1.5. Funcionament

Un cop coneguts els diferents aspectes i elements que envolten l'*Scrum*, es pot descriure com és el funcionament d'aquesta metodologia. A continuació s'explicarà, de manera seqüencial, les diferents etapes per les quals ha de passar flux de l'*Scrum*. Per fer-ho d'una manera més entenedora, es faran servir exemples d'acord amb el desenvolupament aplicat per aquest projecte.

En la **Figura 12. Flux Scrum**, es pot observar el cicle d'*Scrum* agrupat per seccions de l'1 al 5.

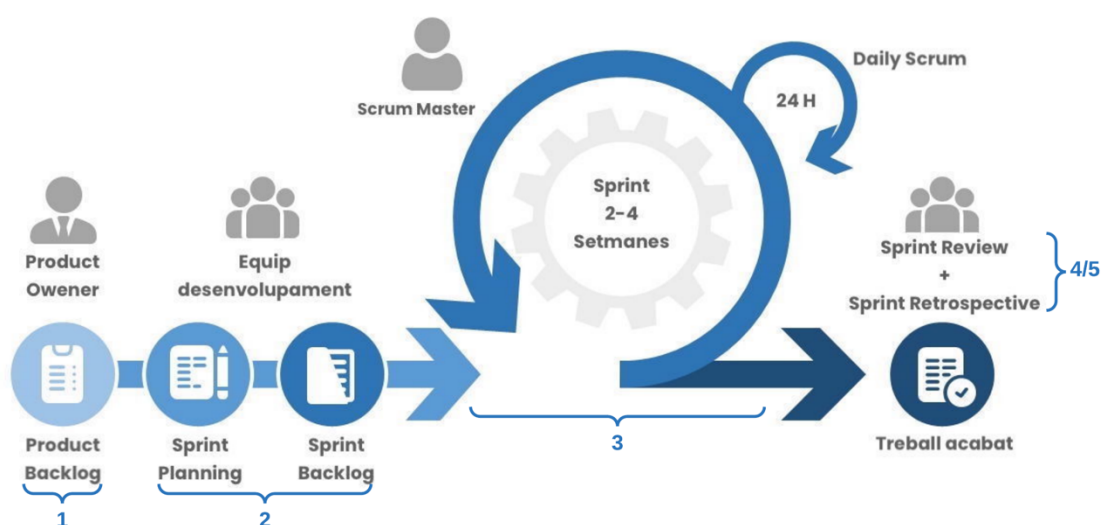


Figura 12. Flux Scrum

1. El **Product Owner** defineix el **Product Backlog** amb el llistat de totes les funcionalitats que ha de tenir el producte. Per exemple: registre d'usuari, recuperació de contrasenya, llistat de formularis, llistat d'exercicis de rehabilitació, etc.
2. Un cop es té el **Product Backlog**, s'escull un element de tota la llista. Aquest element escollit serà la funcionalitat objectiu per desenvolupar durant l'*sprint*. L'**Scrum Master** i l'**equip de desenvolupament**, agafen l'objectiu i el desglossen en diferents tasques més petites. Aquestes tasques (*Sprint Backlog*) han de tenir una puntuació que fa referència a l'esforç que implica dur-la a terme. Depenent dels membres de l'equip de desenvolupament es fixarà una quantitat de punts per cada *sprint*. Per exemple, si s'escull l'objectiu de fer la pantalla de registre

d'usuari, l'*Sprint Backlog* pot tenir les següents tasques: maquetar pantalla de registre (3 punts), afegir crides als Web Services (5 punts), crear testos (3 punts), etc. La suma d'aquests punts no ha de superar el màxim establert per l'equip. Aquesta etapa es durà a terme en la cerimònia de l'**Sprint Planning**.

3. Un cop l'**Sprint Backlog** està creat, comença el temps de desenvolupament (entre 2 i 4 setmanes). Durant aquest temps, els desenvolupadors s'autoassignen tasques de l'*Sprint Backlog* per dur-les a terme. Cada membre que agafa una tasca s'ha de comprometre a finalitzar-la abans que acabi l'*sprint*. Les tasques no s'assignen a cap desenvolupador, sinó que són ells mateixos que agafen les tasques que es veuen capaços d'acabar.
4. Un cop acabat el temps de l'*sprint* es fa l'**Sprint Review**. En aquesta etapa es realitza una demostració del valor de negoci afegit al producte durant l'*sprint*. Aquest valor de negoci que se li dona al producte és l'**Increment**. El **Product Owner** i/o el **client** són els encarregats d'acceptar o rebutjar els resultats obtinguts.
5. Per últim es fa l'**Sprint Retrospective** on s'avalua tots els aspectes a destacar, siguin bons o dolents, de l'*sprint* i es proposen canvis pel següent *sprint*.

Aquests passos es repeteixen de manera iterativa fins que s'acabi el *Product Backlog* i el producte es doni per finalitzat.

3.2. Conceptes previs

En els següents apartats s'explicaran els principals conceptes per poder entendre el desenvolupament del projecte. Aquests conceptes seran, majoritàriament tècnics i de funcionament de sistemes.

3.2.1. Funcionament API i Backend

Els Webs Services compleixen la funció d'exposar i compartir (si és l'objectiu) les dades d'una plataforma en la xarxa. Aquests donen una gran interoperabilitat i permeten connectar diferents aplicacions, com en aquest cas, aplicacions mòbils amb un gestor CMS fet amb Angular, fent servir una API. Tenen un cost baix, ja que es basen en el protocol HTTP. D'aquests Web Services hi ha de diferents tipus com: CORBA, RPC, SOAP, REST, etc.

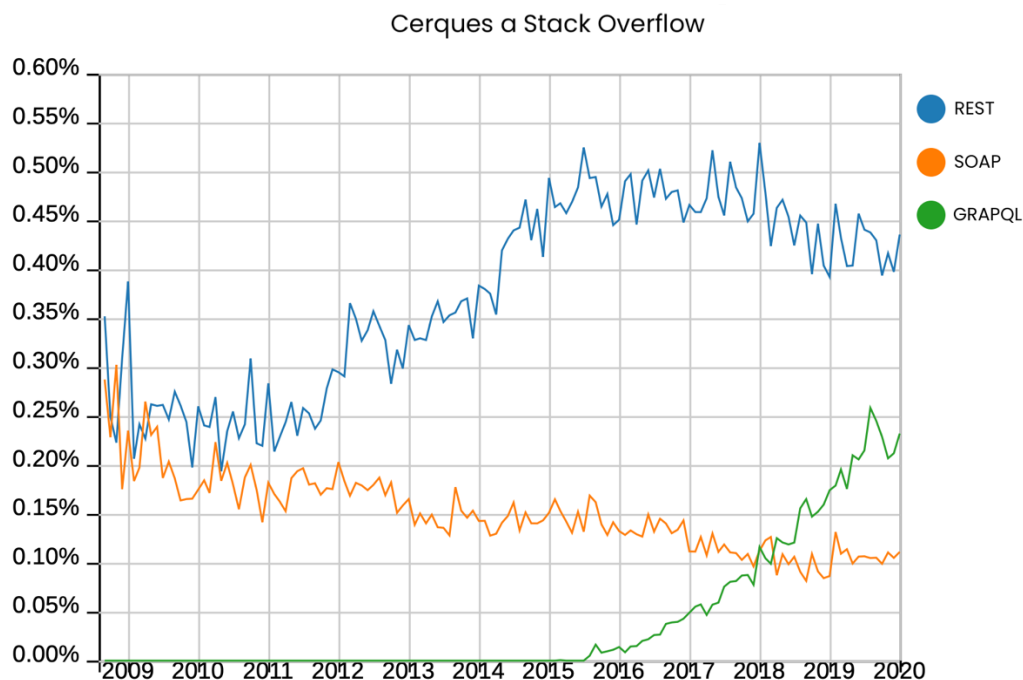


Figura 13. Cerques a Stack Overflow sobre Web Services

En la **Figura 13. Cerques a Stack Overflow sobre Web Services**, podem observar una gràfica amb les cerques realitzades al portal de Stack Overflow sobre els diferents tipus de Web Services en els darrers anys.

REST és una arquitectura per a aplicacions basades en xarxes (com Internet), les seves sigles signifiquen *REpresentational State Transfer*, per altra banda RESTful web service o RESTful API, són programes basats en REST. Però moltes vegades s'usen com sinònims (REST i RESTful). Usualment els RESTful Web Service tenen les següents característiques:

- Estan associats a informació.
- Permeten llistar, crear, llegir, actualitzar i suprimir informació (CRUD).

- Per a les operacions anteriors necessiten un URL i un mètode HTTP per accedir-hi.
- Usualment tornen la informació en format JSON.
- Retornen codis de resposta HTML, per exemple 200, 201, 404, etc.

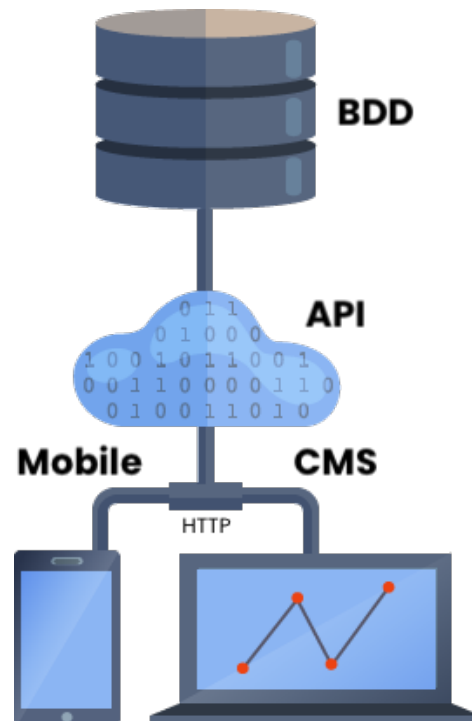


Figura 14. Esquema Backend

Aquests serveis REST sovint s'acostumen a desenvolupar amb diferents llenguatges de programació com Java, Python o Kotlin entre d'altres. També es poden fer servir diferents frameworks, com Spring Boot, per desenvolupar tota una API per una plataforma.

En la **Figura 14. Esquema Backend**, es pot observar un esquema a grans trets sobre com es connecta tota la infraestructura de *Backend* i API amb les diferents plataformes. L'API és el llenguatge estàndard que parlaran totes les plataformes que vulguin obtenir, modificar, afegir o esborrar dades de la base de dades. Per comunicar-se les plataformes faran servir el protocol HTTP com a canal de comunicació. Aquest canal serà l'encarregat d'enviar els paràmetres corresponent a cada crida de l'API i obtenir una resposta del *backend*.

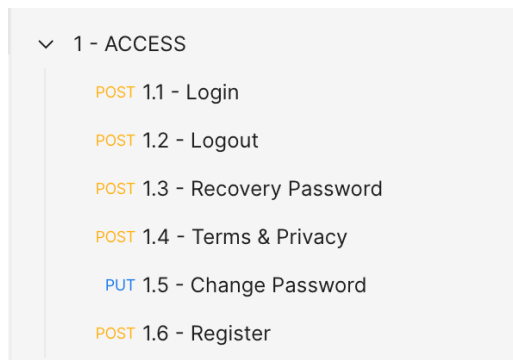


Figura 15. Crides d'una API

En la **Figura 15. Crides d'una API**, es poden observar les diferents crides d'una API, per realitzar diferents accions. Cada un de les crides té una URL diferent amb els seus paràmetres concrets. Aquestes crides poden tornar diferents codis d'estat HTTP depenent del resultat obtingut.

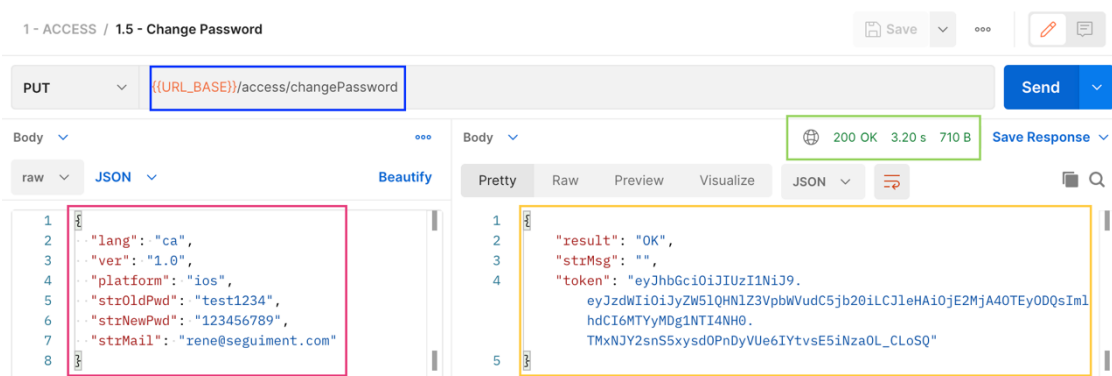


Figura 16. Crida API

La **Figura 16. Crida API**, es pot observar una crida al Backend del projecte feta amb el programa Postman²⁴. En la figura, es poden observar diferents colors:

- **Blau:** URL de la crida o dit altrament *EndPoint*.
- **Vermell:** paràmetres que s'envien, en format JSON, pel *body* d'una crida HTTP.
- **Groc:** resposta obtinguda del *Backend* amb format JSON
- **Verd:** resultat de la crida obtingut, en aquest cas 200 (vol dir que ha anat tot bé).

²⁴ Postman: eina que s'utilitza, sobretot, per al *testing* d'API REST. Permet monitoritzar, escriure proves automatitzades, documentar, *mockejar*, simular diferents crides d'una API.

3.2.2. Protocol HTTP

HTTP, de les seves sigles amb anglès: "*Hypertext Transfer Protocol*", és el nom d'un protocol el qual permet realitzar una petició de dades i recursos, com poden ser documents HTML. És la base de qualsevol intercanvi de dades a la web, i un protocol d'estructura client-servidor, això vol dir que una petició de dades és iniciada per l'element que rebrà les dades (el client), normalment un navegador web. Així, una pàgina web completa resulta de la unió de diferents sub-documents rebuts, com, per exemple: un document que especifiqui l'estil de maquetació de la pàgina web (CSS), el text, les imatges, vídeos, seqüències, etc.

En la **Figura 17. Protocol HTTP**, es pot observar un esquema sobre el protocol HTTP i els diferents serveis que estan connectats per donar resposta a les diferents peticions.

Clients i servidors es comuniquen intercanviant missatges individuals (en contraposició a les comunicacions que utilitzen fluxos continus de dades). Els missatges que envia el client, normalment un navegador web, es diuen peticions, i els missatges enviats pel servidor es diuen respostes.

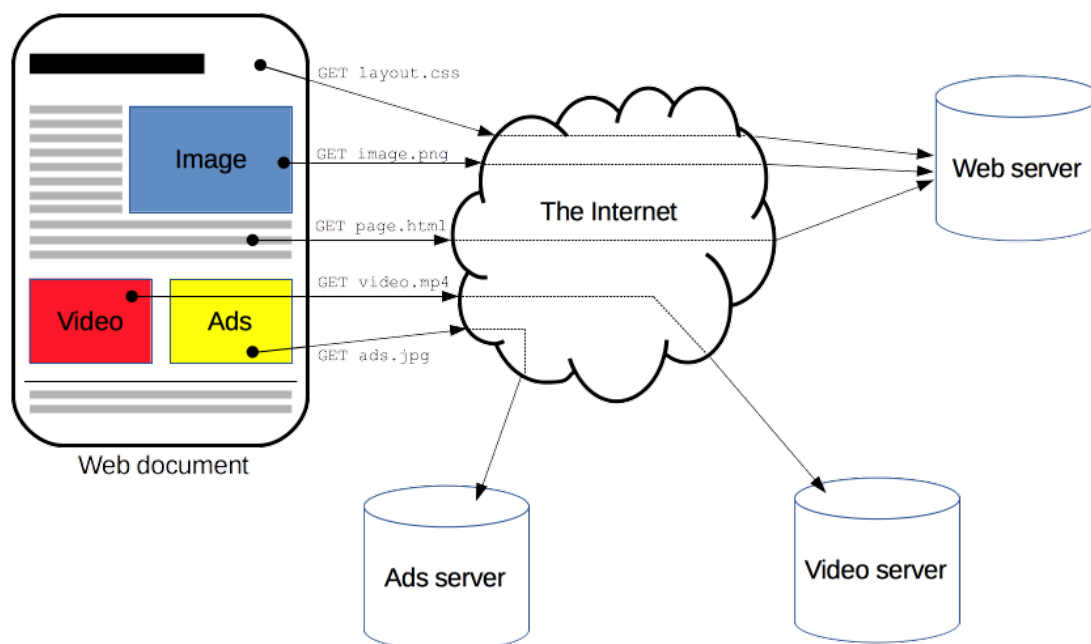


Figura 17. Protocol HTTP

Cada petició individual s'envia a un servidor, el qual la gestiona i respon. Entre cada petició i resposta, hi ha diversos intermediaris, normalment anomenats *proxies*, els quals realitzen diferents funcions, com: *gateways* o *caches*.

A l'altre costat del canal de comunicació, hi ha el servidor, el qual "serveix" les dades que ha demanat el client. Un servidor conceptualment és una única entitat, encara que pot estar format per diversos elements, que es reparteixen la càrrega de peticions (*load balancing*), o altres programes, que gestionen altres computadors (com memòria cau, bases de dades, servidors de correu electrònic, etc), i que generen part o tot el document que ha estat demanat.

Un servidor no ha de ser necessàriament un únic equip físic, tot i que diversos servidors poden estar funcionant en un únic ordinador. En l'estàndard HTTP / 1.1 i Host, poden fins i tot compartir la mateixa adreça d'IP.

3.3. Requeriments del sistema

Amb les diferents reunions que es van organitzar amb el **Dr. Robles**, es va poder definir la base fonamental dels requisits que hauria de tenir el projecte. No obstant això, a mesura que s'anaven completant els *sprints*, s'afegien nous requisits que no s'havien contemplat en un primer moment.

Amb tota la informació recollida es poden definir requisits de tres blocs d'entorn.

Entorns a desenvolupar:

- **Requisits Mobile (aplicació iOS i Android).**
- **Requisits CMS (aplicació web amb Angular).**
- **Requisits Backend (servidor Spring Boot amb MySQL).**

3.3.1. Requisites Mobile

L'aplicació per dispositius mòbils és la part més important d'aquest projecte, ja que va destinada als pacients. La clau per aconseguir l'èxit es basarà en definir molt detalladament els requisits Mobile i evitar possibles errors i problemes a l'hora de dur a terme el desenvolupament.

Per tant els requisits que haurà de complir les plataformes Mobile (**ios** i **Android**) són:

- **Accés i recuperació:** l'usuari haurà de poder registrar-se en la plataforma, també haurà de poder recuperar la contrasenya en el cas que l'hagi oblidat.
- **Progrés:** en una pantalla principal, s'haurà de mostrar el progrés en relació els formularis i exercicis realitzats, també s'haurien de veure els pendents i un llistat amb exercicis recomanats.
- **Llistat de formularis:** s'hauran de mostrar en una llista tots els formularis assignats al pacient.
- **Llistat d'exercicis:** de la mateixa manera que els formularis, s'hauran de mostrar en una llista totes les rutines d'exercicis assignades al pacient.
- **Llistat de notificacions:** es mostrarà un llistat amb totes les notificacions que ha rebut.
- **Recepció de notificacions:** els dispositius hauran de tenir la funcionalitat per rebre notificacions.
- **Dades personals:** l'usuari haurà de poder visualitzar les seves dades personals i també les podrà actualitzar.

3.3.2. Requisites CMS

El CMS desenvolupat amb **Angular**, que va destinat a l'equip mèdic, ha de permetre la gestió tant dels pacients com dels metges i rehabilitadors.

Aquesta gestió es basa en, donar d'alta nous usuaris, validar-los, actualitzar-los, etc.

A part d'aquesta gestió s'han de poder definir diferents KPI per observar l'evolució dels pacients.

Per tant els requisits que haurà de complir el CMS són:

- **Gestió d'accés:** en aquest apartat s'hauran de poder realitzar les mateixes accions que en l'apartat Requisits Mobile relacionats amb l'accés i recuperació.
- **Informes:** l'equip mèdic podrà generar diferents informes amb gràfiques de les dades recollides.
- **Pantalla principal:** en aquesta pantalla els metges podran veure l'evolució dels seus pacients amb diferents gràfiques.
- **Gestió de pacients, doctors, formularis i exercicis:** es podrà gestionar tots els elements de la plataforma com llistar, crear, actualitzar i esborrar.
- **Assignació de formularis i exercicis:** els metges tindran tot un control per assignar noves tasques i esborrar les que ja estan assignades.

3.3.3. Requisits Backend

El backend serà el pont de comunicació entre el CMS i l'aplicació mòbil amb la BDD. Aquests dos es comunicaran amb el backend per poder obtenir dades del MySQL.

Per tant els requisits que haurà de complir el Backend són:

- **API:** per facilitar la comunicació entre les diferents plataformes.

- **Notificacions push automatitzades:** gestió per enviar les notificacions push de manera automàtica als usuaris corresponents.
- **Enviament de correu electrònic:** gestió per enviar correus electrònics de manera automàtica als usuaris corresponents.
- **Base de dades:** gestió de la base de dades i les seves entitats

3.4. Anàlisi

La clau per elaborar un bon anàlisi, es basa en especificar detalladament quines són les funcionalitats que ha de complir el software que es vol desenvolupar. Com s'ha comentat en apartats anteriors, en aquest projecte es desenvoluparan tres plataformes diferents **Mobile, CMS i Backend**. A més es **dissenyarà una BDD** on es desaran totes les dades recollides per les diferents plataformes.

A part de fer un anàlisi sobre les diferents plataformes, també s'han d'analitzar les qüestions tècniques de la implementació. Aquestes qüestions impliquen les llibreries que es faran servir, els serveis per realitzar l'enviament de les notificacions, quins formularis i exercicis de rehabilitació es faran servir i per què, etc.

3.4.1. Anàlisi Mobile

En l'anàlisi Mobile, es contemplen les funcionalitats que haurà d'assolir el software desenvolupat tant pels dispositius iOS com Android.

Pels dispositius d'Apple, es farà servir iOS. iOS es tracta d'un sistema tancat que no es pots utilitzar excepte en dispositius de marca Apple. La gran diferència amb Android és aquesta: el sistema operatiu de Google pot instal·lar-se en infinitat de telèfons de totes les marques, però iOS és un sistema tancat i exclusiu per aparells de la marca. Com també en altres sistemes operatius mòbils, iOS permet instal·lar aplicacions per afegir funcions a part de les que venen per defecte en el telèfon.

Actualment existeixen diverses versions d'iOS, des de la versió iOS 1 que va sortir amb el primer iPhone i iPod Touch, fins a la versió actual iOS 14.5.1 que és compatible des de l'iPhone SE fins a l'iPhone 12. És evident que amb un ampli ventall de versions, cal elaborar un anàlisi sobre quina seria la millor versió mínima per realitzar el desenvolupament. Per fer això s'analitza quina és la versió del sistema operatiu que més es fa servir. Un cop conegut el percentatge sobre la versió, s'escull com versió mínima pel desenvolupament. Cal dir que el percentatge de dispositius, és un factor important, però no decisiu, també s'han de tenir en compte les funcionalitats que dona cada versió.

A continuació es mostra un gràfic sobre el procés d'actualització dels dispositius a la versió iOS 14. Dades proporcionades per la mateixa companyia Apple.

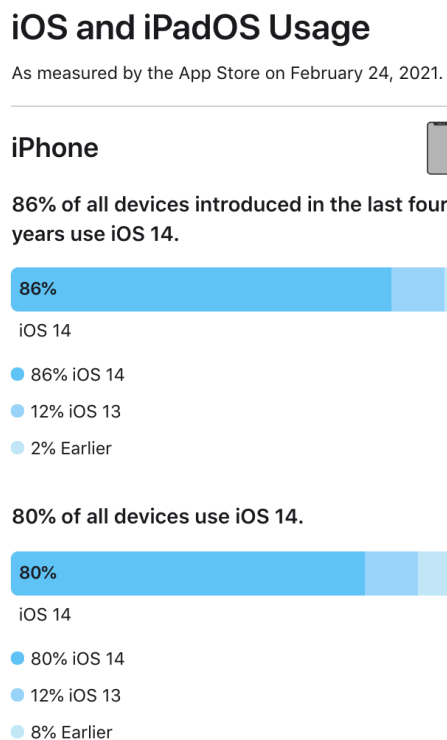


Figura 18. Versions iOS

En la **Figura 18. Versions iOS** es pot observar com iOS 14 predomina en més de la majoria de dispositius. Amb aquest indicador, seria molt aconsellable fer servir una versió inferior a iOS 14, ja que iOS 13 va implicar un gran canvi d'interfície introduint els temes clar i fosc. Això fa que **iOS 13** sigui la versió d'on partirà el desenvolupament pels dispositius d'Apple.

Per la resta de fabricants de dispositius mòbils com Samsung o OnePlus, entre d'altres, es farà servir el sistema operatiu Android. Android és un sistema basat en nucli Linux i altres programaris de codi obert. Va ser dissenyat per a dispositius mòbils amb pantalla tàctil com telèfons intel·ligents, tauletes, rellotges intel·ligents (Wear OS), automòbils amb altres sistemes a través d'Android Auto i televisors Leanback.

De la mateixa manera que iOS, Android disposa d'un gran ventall de versions que va des de la versió Android Pie 1.0, fins a la versió 11. Per escollir quina és la millor versió pel desenvolupament, se segueix el mateix criteri que amb iOS. S'estudiarà la quota de mercat per veure quina és la versió que més es fa servir, i es buscarà un equilibri entre funcionalitats que pot donar el sistema i la versió.

ANDROID PLATFORM VERSION	API LEVEL	CUMULATIVE DISTRIBUTION
4.0 Ice Cream Sandwich	15	
4.1 Jelly Bean	16	99,8%
4.2 Jelly Bean	17	99,2%
4.3 Jelly Bean	18	98,4%
4.4 KitKat	19	98,1%
5.0 Lollipop	21	94,1%
5.1 Lollipop	22	92,3%
6.0 Marshmallow	23	84,9%
7.0 Nougat	24	73,7%
7.1 Nougat	25	66,2%
8.0 Oreo	26	60,8%
8.1 Oreo	27	53,5%
9.0 Pie	28	39,5%
10. Android 10	29	8,2%

Figura 19. Versions Android

En la **Figura 19. Versions Android**, es pot observar que la versió més utilitzada és la **4.0 Ice Cream Sandwich API 15**. Tot i això, per motius tècnics de desenvolupament i funcionalitats (com optimització de llibreries, millores de rendiment, aplicació de noves tècniques de seguretat, etc), es farà la versió **6.0 Marshmallow API 23**.

Un cop es té clar amb quines versions serà compatible l'aplicació mòbil, es pot començar a definir més detalladament funcionalitats i requisits que haurà de complir l'apartat Mobile.

Per tant els requisits més tècnics que hauran de complir les plataformes Mobile són:

- **Gestió d'accés:** això inclou totes les accions que els usuaris podran fer per **accedir a l'aplicació** com iniciar sessió amb correu electrònic i contrasenya. **Registrar-se** a la plataforma introduint les seves dades com el codi CIP, nom, cognoms, data naixement, correu electrònic i contrasenya. **Recuperar la contrasenya** a partir d'un correu electrònic o veure els termes i condicions d'ús de l'aplicació. Els usuaris que tingui l'estat actiu o recuperació seran els únics que podran accedir a dins de l'aplicació. També, per augmentar la seguretat s'haurà d'habilitar l'opció d'accedir amb dades biomètriques en els dispositius compatibles.
- **Estat actual:** constarà d'una pantalla amb informació rellevant sobre l'estat del progrés dels formularis i exercicis. Es mostraran **barres de progrés** agrupades per les categories de formularis, que indicaran quin és el **percentatge de formularis completats**. També es mostraran els tres primers formularis que estan pendents per realitzar i un llistat d'exercicis recomanats que pot fer l'usuari.
- **Llistat de formularis:** l'usuari haurà de veure tots els formularis que té assignats en un llistat. Aquests han d'estar ordenats per data i a més a més han de tenir un color que indicarà l'estat. Aquests estats poden ser: **nova assignació, en progrés, acabat, no acabat o deshabilitat**. Els formularis hauran d'estar agrupats per categories segons la seva tipologia com per exemple "Deambulació i fatiga".
- **Llistat d'exercicis:** el funcionament serà igual que amb els formularis, només que aquí es veuran els exercicis assignats. Hauran d'estar ordenats per data i tindran un color que indica l'estat de cada un. També s'hauran d'agrupar per categories depenent de la seva tipologia com poden ser "Exercicis sense material".

- **Realització de formularis:** l'usuari haurà de tenir la possibilitat per poder omplir els diferents formularis que l'equip mèdic li ha assignat. Per tant caldrà que es creï tota una gestió per mostrar les diferents preguntes d'un formulari i que el pacient les pugui respondre escollint una de les possibles respostes. Un cop s'han respost totes les preguntes s'hauran d'enviar els resultats al servidor.
- **Realització d'exercicis:** de la mateixa manera que en la realització de formularis, l'usuari haurà de tenir una seqüència de pas a pas per realitzar els diferents exercicis assignats. El seu funcionament serà semblant als formularis, i quan es completin tots els exercicis s'haurà d'enviar al servidor els resultats obtinguts.
- **Perfil d'usuari:** en el perfil d'usuari es mostraran totes les dades de l'usuari actual. Aquestes dades seran: nom, cognoms, correu electrònic, data naixement, gènere (masculí, femení o desconegut). L'usuari haurà de tenir la possibilitat de poder actualitzar les seves dades en qualsevol moment. Des d'aquest apartat, l'usuari podrà accedir a una pantalla on podrà canviar la seva contrasenya. També s'haurà d'habilitar una opció per poder veure els termes i condicions d'ús de l'aplicació.
- **Canviar contrasenya:** pantalla que tindrà tres camps per omplir que seran: contrasenya actual, nova contrasenya i confirmar la contrasenya. L'usuari haurà d'omplir aquests camps per poder realitzar el canvi.
- **Llistat de notificacions:** el CMS, enviarà de manera automatitzada notificacions push als usuaris. Aquestes s'hauran de visualitzar en un llistat ordenat per data i amb un color d'estat. Aquests estats poden ser: **noves (color verd)** o **visualitzades (color gris)**. Depenent del tipus de notificació, en fer tap sobre una d'elles podran obrir el navegador per mostrar un document o una imatge.
- **Servei notificacions push:** cada cop que un membre de l'equip mèdic assigna un nou formulari o exercici de rehabilitació a un pacient, l'aplicació ha de rebre una notificació. Aquest sistema permetrà que l'usuari estigui al dia amb les seves assignacions.

Un altre aspecte, a part de les funcionalitats tècniques, que ha de tenir l'aplicació mòbil, és el tema de les traduccions. Les aplicacions mòbils han d'estar traduïdes als tres idiomes més comuns del territori que en aquest cas són català, castellà i anglès. Les traduccions dels formularis i exercicis és una feina que recau en l'equip mèdic, que ha de facilitar les traduccions als diferents idiomes. La feina de traducció dels formularis és molt important que la realitzi l'equip mèdic, ja que es tracten d'unes dades molt sensibles i han de ser molt precises.

3.4.2. Anàlisi CMS

Angular és un dels frameworks més antics publicat per Google el 2010. Té un enfocament que es basa en scripts que el converteix en una opció molt popular a l'hora de desenvolupar el frontend d'un projecte. El 2016 es va llançar una versió completament improvisada anomenada Angular 2, mentre que la més recent és Angular 12.0.0. Un dels aspectes decisius per **escollir Angular com a CMS** és el fet que treballa programació orientada a objectes fent servir una arquitectura MVC²⁵.

Per estalviar temps i recursos es partirà d'una plantilla Angular predissenyada que disposa dels elements bàsics com taules, formularis, components d'introducció de temps, etc. A partir d'aquesta plantilla s'aniran creant i adaptant les interfícies a les necessitats del projecte.

El CMS, com s'ha comentat en apartats anteriors, va destinat a l'equip mèdic, aquest ha de permetre la gestió tant dels pacients com dels metges i rehabilitadors. Aquesta gestió es basa en: **donar d'alta usuaris, validar-los, actualitzar-los**, etc. També s'han de donar les eines necessàries perquè l'equip mèdic pugui visualitzar i gestionar les diferents assignacions, sigui de formularis o d'exercicis de rehabilitació. Una part molt important d'aquest gestor, serà la possibilitat de poder definir diferents KPI per observar l'evolució dels pacients de la plataforma.

²⁵ MVC: patró d'arquitectura de programari, que separa les dades i principalment el que és la lògica de negoci d'una aplicació de la seva representació i el mòdul encarregat de gestionar els esdeveniments i les comunicacions.

Per tant els requisits que haurà de complir el CMS són:

- **Gestió d'accés:** semblant a l'apartat anterior, Mobile, el metge podrà iniciar sessió amb el seu correu electrònic i contrasenya. Recuperar la contrasenya introduint un correu electrònic. Realitzar un nou registre amb les seves dades de número de col·legiat, nom, cognoms, data naixement i correu electrònic.
- **Generar informes:** es podran generar diferents informes amb gràfiques de les dades recollides dels pacients. Aquestes gràfiques es podran generar a partir dels formularis o dels exercicis realitzats.
- **Dashboard:** secció on es podran veure les gràfiques dels diferents KPI establerts. També es visualitzarà de manera ràpida i intuïtiva les accions que es realitzen amb més freqüència, com per exemple donar d'alta un nou pacient.
- **Gestió de pacients:** es visualitzarà un llistat amb tots els pacients que s'han donat d'alta a la plataforma. En aquest llistat es podrà veure l'estat actual de cada pacient, aquests estats poden ser: **actiu, deshabilitat, pendent de validació, recuperació de contrasenya o usuari nou**. A més s'habilitaran botons que permetran **actualitzar, esborrar o crear nous usuaris**. Els usuaris que estiguin en l'estat pendent de validació són els que han realitzat un registre des de l'aplicació mòbil. S'haurà d'habilitar una opció perquè l'equip mèdic pugui activar aquests usuaris i puguin accedir a l'aplicació mòbil.
- **Gestió de doctors:** tindrà el mateix funcionament que la gestió de pacients amb les mateixes accions i opcions.
- **Gestió de formularis:** es visualitzaran tots els formularis que poden realitzar els pacients. També s'habilitaran les opcions per **crear, esborrar o actualitzar formularis**. En aquest apartat també es podran veure totes les categories per les quals es poden agrupar els formularis. Aquestes categories també tenen les opcions de crear, esborrar o actualitzar.

- **Gestió d'exercicis:** tindrà el mateix funcionament que la gestió de formularis. També es podran veure i realitzar accions sobre les categories d'exercicis.
- **Assignació de formularis:** permetrà a l'equip mèdic assignar formularis a un pacient en concret. Aquesta assignació permetrà establir el temps que disposa el pacient per emplenar el formulari amb una data d'inici i una data fi.
- **Assignació d'exercicis:** funcionament idèntic a l'assignació de formularis, establint una data d'inici i una data fi per cada assignació.

3.4.3.Anàlisi Backend

El cor de la plataforma és sens dubte el backend, ja que és l'encarregat de comunicar les diferents plataformes amb la BDD. A més gestiona tot els temes de seguretat per evitar accessos no autoritzats als recursos. A causa de l'augment de la complexitat que presenten la majoria de sistemes web, tant en temes de seguretat, funcionalitat i gràfiques, s'opta per utilitzar **Spring Boot** de **Spring Framework**. En Spring Framework el procés per crear una aplicació es realitza en tres passos.

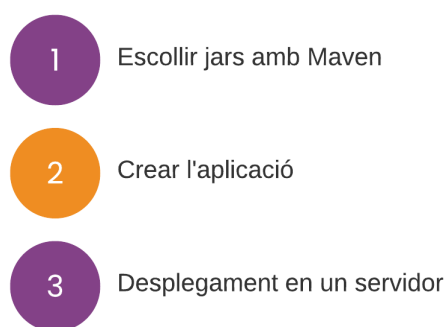


Figura 20. Passos Spring Framework

En la **Figura 20. Passos Spring Framework**, es poden observar els diferents passos que s'han de seguir per crear un projecte amb Spring Framework. En el primer és crear un projecte **Maven/Gradle** i es descarreguen les dependències necessàries. En el segon es desenvolupa l'aplicació i en el tercer es realitza el desplegament en un servidor. Si analitzem detalladament

els passos, observem que únicament el pas dos és una tasca de desenvolupament. Els altres passos estan més orientats a infraestructura. D'aquí neix Spring Boot amb la intenció de simplificar el primer i tercer pas, i deixar que els desenvolupadors es preocupin únicament del desenvolupament.

Un cop especificat el framework que s'utilitzarà per desenvolupar el backend, es defineixen els següents requisits que ha de complir.

- **Seguretat:** s'haurà d'implementar l'estàndard JWT²⁶, per gestionar els accessos que realitzin els diferents usuaris, siguin de l'equip mèdic o els mateixos pacients. Aquests tokens hauran de tenir una determinada duració d'una setmana per motius de seguretat. També, totes les crides que es realitzin a qualsevol EndPoint del backend s'hauran de fer per HTTPS. Les crides a l'API que ho requereixin hauran de tenir la capçalera "Authorization Bearer {token}".
- **Validació de camps:** el backend haurà de validar tots els camps que rep en cada crida de la seva API, comprovant que hi siguin tots els camps vàlids. Si es dona el cas que falten camps o el tipus és incorrecte, s'ha de retornar un error indicant el problema.
- **Enviament de correu electrònic (automatitzat):** quan es produeixen les accions d'un nou registre o quan s'actualitza la contrasenya d'un usuari, s'enviarà un correu electrònic notificant l'acció que s'acaba de realitzar. Pel cas que es vulgui recuperar la contrasenya, s'haurà d'enviar la nova contrasenya al correu electrònic del compte de l'usuari. Aquestes accions es realitzaran de manera automàtica, sense que cap persona intervingui.
- **Enviament de notificacions push (automatitzades):** cada cop que un membre de l'equip mèdic realitzi una nova assignació, sigui d'un formulari o un exercici de rehabilitació, el backend notificarà al pacient en qüestió. Aquesta notificació es realitzarà de manera automatitzada

²⁶ JWT: JSON Web Token és un estàndard obert basat en JSON proposat per IETF per a la creació de tokens d'accés que permeten la propagació d'identitat i privilegis o *claims* en anglès.

mitjançant les notificacions push. El backend s'encarregarà d'enviar la notificació al dispositiu mòbil de l'usuari.

- **EndPoints:** els EndPoints són els canals de comunicació per poder gestionar i accedir als recursos de la plataforma. Per aquest motiu cal crear una col·lecció d'EndPoints per cada acció que es vulgui realitzar amb uns paràmetres d'enviament i de resposta concrets per cada un.

3.4.4. Anàlisi de la base de dades

L'emmagatzematge de les dades es realitzarà en una BDD. Actualment al mercat n'hi ha dos tipus: les **SQL (BDD relacionals)** i les **NoSQL (BDD no relacionals)**. Les NoSQL, no segueixen l'estructura del model relacional com les SQL. Actualment al mercat existeixen diferents proveïdors de BDD.

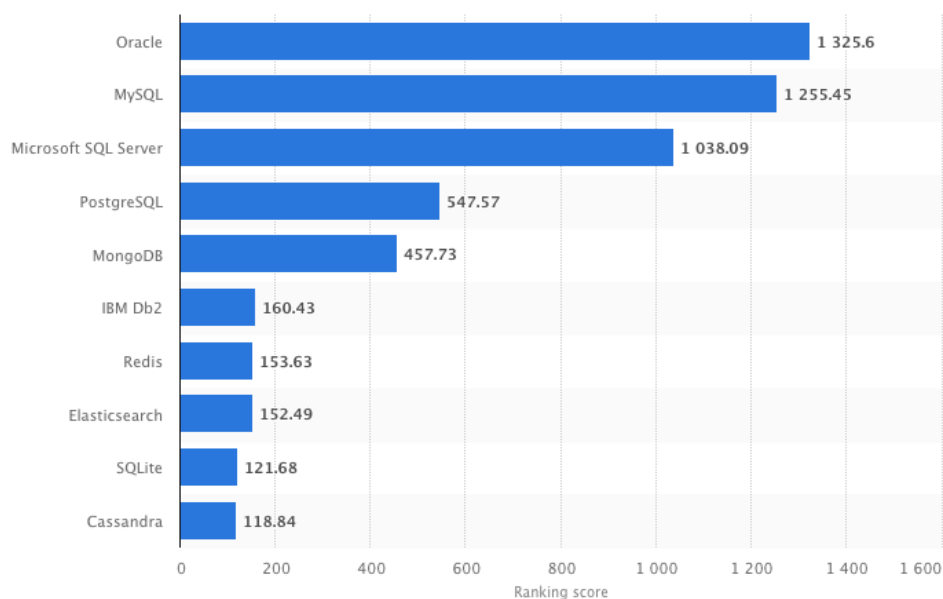


Figura 21. Rànquing BDD més populars

En la **Figura 21. Rànquing BDD més populars**, es pot observar la quota de mercat de les BDD de l'any 2020. Com que aquest projecte es tracta d'una prova pilot per analitzar la qualitat de les dades recollides i l'acceptació de l'aplicació per part dels pacients, no es vol emmagatzemar grans quantitats de dades més enllà dels formularis i exercicis. Amb una visió de futur, si els resultats són satisfactoris, s'optarà per integrar el projecte amb els sistemes de l'hospital. Per aquest motiu s'opta per utilitzar un BDD SQL. Dins d'aquest

grup de BDD del tipus SQL s'ha escollit **MySQL versió 8.0.12**, ja que es tracta d'una BDD desenvolupada sota una llicència dual (Llicència pública general/Llicència comercial) per Oracle Corporation i és considerada com la BDD de codi obert més popular del món.

Un cop escollida la BDD que es farà servir, es pot elaborar un anàlisi sobre quins són els objectes que es volen desar a dins. Aquest projecte contempla diferents interventors que tant poden ser persones (l'equip mèdic o els pacients) com a elements (formularis, preguntes, respostes, exercicis, etc).

Per tant, per tenir clar quins són els elements que s'hi desaran, cal analitzar tots els elements que intervenen que són:

- **Doctors:** tindrà el funcionament d'un usuari de la plataforma i per tant es voldrà desar les dades comunes d'un usuari. Aquestes dades seran: nom, cognoms, correu electrònic, data de naixement, contrasenya i un estat que indicarà si està actiu o no. A part de les dades comunes, serà convenient desar unes dades particulars d'un doctor que són el seu número de col·legiat i el rol de doctor (rehabilitador, fisioterapeuta, neuròleg, etc).
- **Pacients:** tindrà atributs semblants als doctors i també tindrà uns de particulars que seran els que identifiquen a un pacient com és el seu codi CIP. A part, també estarà directament relacionat amb unes assignacions de formularis (amb les seves respostes), exercicis i notificacions.
- **Notificacions:** cada cop que OneSignal (més endavant es defineix) realitzi un enviament d'una notificació a un pacient, aquesta es desarà a la BDD perquè el pacient la pugui llistar. Aquestes notificacions tindran un títol, descripció, identificador, camp extra per URL i imatges.
- **Formularis:** l'equip mèdic seleccionarà els formularis més rellevants perquè els pacients els puguin omplir periòdicament. Llavors, aquests, es desaran a la BDD perquè els pacients els puguin recuperar i omplir-los. Evidentment, a part dels formularis, s'hauran de desar totes les dades que hi estiguin relacionades, com poden ser les diferents

preguntes, les respostes de cada, l'ordre de cada pregunta i de cada resposta, etc.

- **Exercicis:** de la mateixa manera que els formularis, els exercicis els podran assignar l'equip mèdic als pacients. Per tant és important desar les dades sobre els diferents exercicis perquè els usuaris la puguin recuperar des dels seus dispositius mòbils. Aquests exercicis poden tenir nom, descripció, temps, imatges, sèries, etc.
- **Categories (formularis i exercicis):** per tenir les dades molt ben estructurades, cal tenir diferents categories per agrupar el contingut, siguin formularis o exercicis. Per això cal tenir categories que agruparan aquests elements i es podran filtrar d'una forma més optimitzada.
- **Assignacions:** anteriorment s'ha parlat que l'equip mèdic pot assignar diferents formularis o exercicis als pacients. Les assignacions contindran informació sobre quin metge ha realitzat una assignació, a quin pacient va dirigit i de quin tipus és l'assignació (formulari o exercici). A part d'aquestes dades bàsiques també caldrà desar dades importants com quina és la data d'inici i de fi d'una assignació, quin dia l'ha realitzat, quant temps ha trigat a realitzar-la, estats, etc.

En el capítol **Disseny de base de dades**, es detalla el model relacional i els atributs de cada entitat.

3.4.5. Anàlisi tècnic

Aquest apartat es parlarà sobre diferents llibreries que es poden fer servir per afegir funcionalitats al projecte. Una d'aquestes funcionalitats poden ser l'enviament de notificacions push, llibreries per crear gràfiques, etc.

Començant pel tema de les notificacions push, s'ha contemplat fer servir el servei de **OneSignal**. OneSignal és una plataforma que permet l'enviament de Notificacions Push a través de diferents plataformes que estiguin degudament registrades a la plataforma. Un cop el dispositiu ha estat registrat adequadament, queda a punt per l'enviament de notificacions push

des del Dashboard de OneSignal. En la **Figura 22. Dashboard de OneSignal**, es mostra una captura del Dashboard de OneSignal.

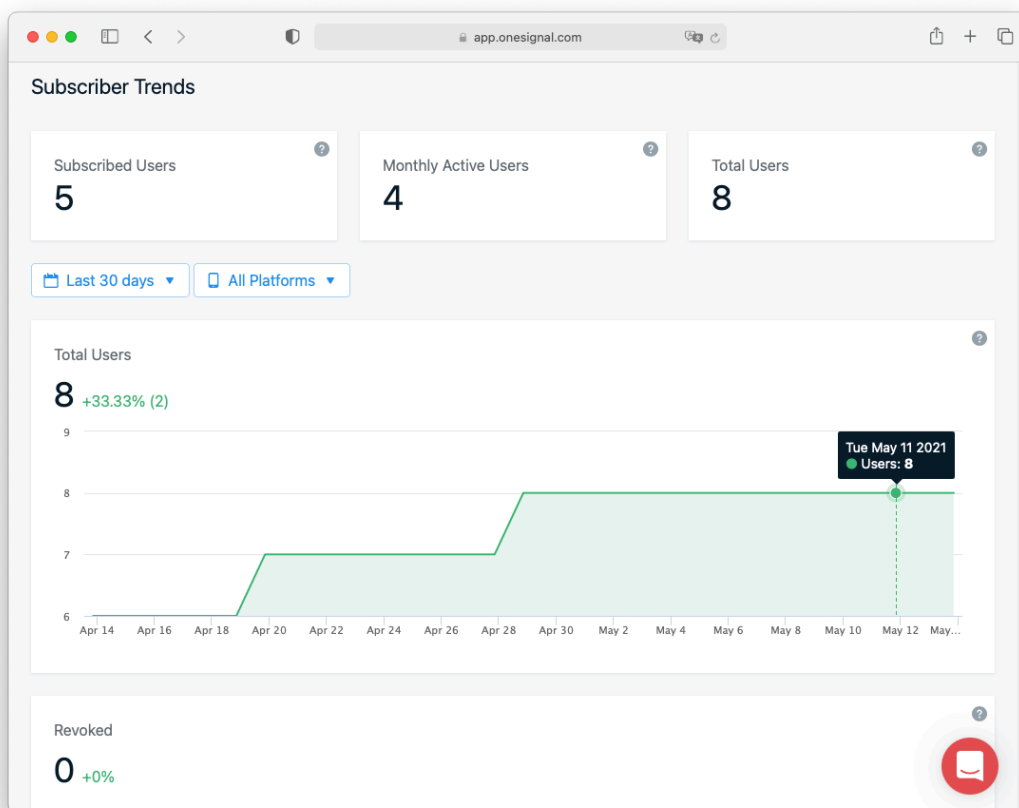


Figura 22. Dashboard de OneSignal

No obstant això, en diverses ocasions, es necessita enviar missatges específicament a un o diversos usuaris. En la **Figura 23. Llistat d'usuaris subscrits** es pot observar un llistat d'usuaris registrat dins de la plataforma de OneSignal.

ACTIONS	SUBSCRIBED	LAST ACTIVE	DEVICE	SESSIONS	APP VERSION	USAGE DURATION
Options ▾	✓	5/11/21, 8:50:10 pm	Apple iPhone12,1 (14.4.2)	68	0	3604
Options ▾	✗ los Simulator Unsupported	4/29/21, 4:34:06 pm	Apple Simulator iPhone (14.2)	35	0	212
Options ▾	✓	4/27/21, 11:56:04 am	Apple iPhone7,2 (12.5.1)	16	0	2139
Options ▾	✓	4/26/21, 9:08:04 pm	Apple iPhone12,1 (14.4.2)	38	0	2215
Options ▾	✓	4/04/21, 10:46:14 pm	Apple iPhone12,1 (14.4.1)	8	0	494
Options ▾	✗ los Simulator Unsupported	3/31/21, 9:31:05 pm	Apple Simulator iPhone (14.4)	1	0	0
Options ▾	✓	3/17/21, 8:57:34 pm	Apple iPhone7,2 (12.5.1)	8	0	1648
Options ▾	✗ Not Subscribed	3/17/21, 8:01:27 pm	Apple iPhone12,1 (14.4)	10	0	468

Figura 23. Llistat d'usuaris subscrits

Per realitzar l'enviament d'una notificació a un usuari subscrit es pot fer de forma manual fent servir el Dashboard de OneSignal. Aquesta opció no és gaire elegant, ja que implica el fet que una persona ha de realitzar manualment l'enviament de la notificació. Per solucionar aquest problema **OneSignal disposa d'una API, per realitzar de manera automatitzada l'enviament de notificacions, sigui a un grup d'usuaris o a un en concret.**

En la **Figura 24. API OneSignal**, es pot observar una captura de la documentació de l'API de OneSignal per realitzar les crides necessàries per gestionar les notificacions push. Mitjançant aquesta API, qualsevol backend pot realitzar crides POST o GET i enviar notificacions o recollir dades. Per aquest projecte, el backend fet amb Spring Boot serà l'encarregat de fer l'enviament mitjançant les crides per HTTP. Per últim les plataformes que ho desitgin, en aquest cas iOS i Android, només hauran d'implementar la llibreria que dona OneSignal per cada plataforma, i podran rebre les notificacions.

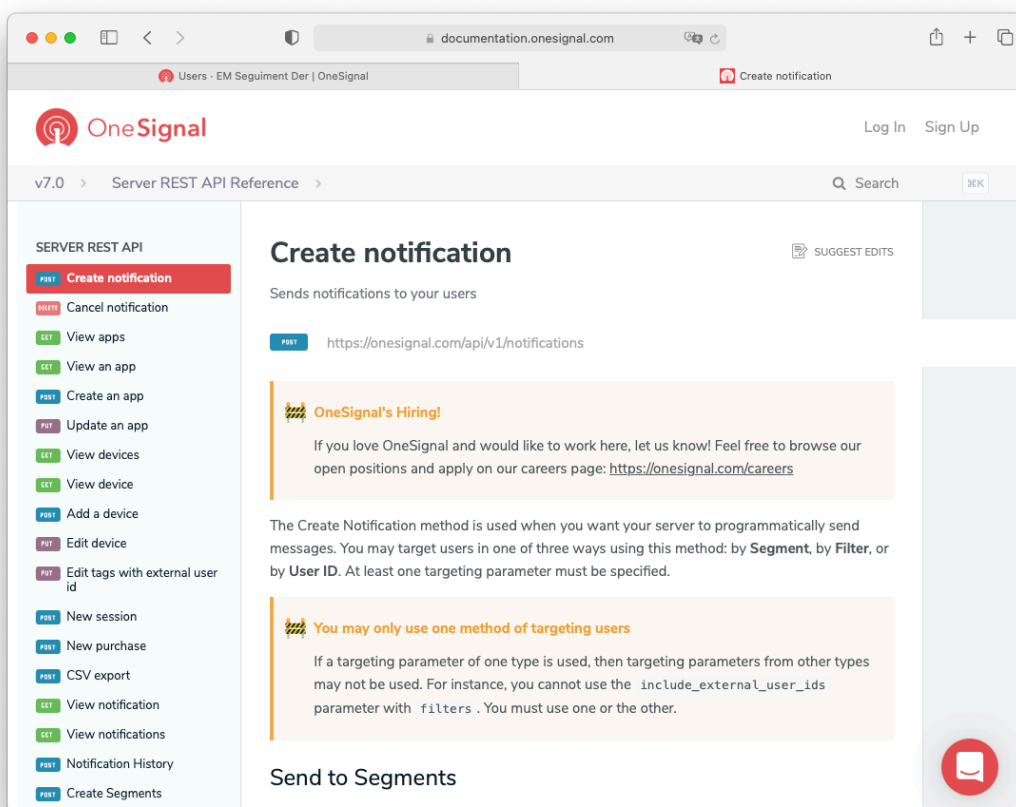


Figura 24. API OneSignal

En la **Figura 25. Exemple notificació rebuda iOS**, es pot observar l'exemple d'una notificació real rebuda en un dispositiu iOS.



Figura 25. Exemple notificació rebuda iOS

A part de OneSignal, s'ha analitzat com es podria realitzar una estadística sobre la utilització de les aplicacions mòbils. En el mercat existeixen diferents eines per realitzar aquest seguiment com Google Analytics o Firebase Analytics.

Per aquest projecte s'ha optat per la plataforma **Flurry**. Es tracta d'un servidors per realitzar analítiques sobre diferents plataformes. On et permet "trackejar" diferents paràmetres d'una plataforma com per exemple les pantalles que visita un usuari, el temps de sessió, quins elements fa tap, etc. Per aquest projecte només es farà servir per les plataformes iOS i Android. En la **Figura 26. Dashboard Flurry**, es pot observar una captura del Dashboard de Flurry.

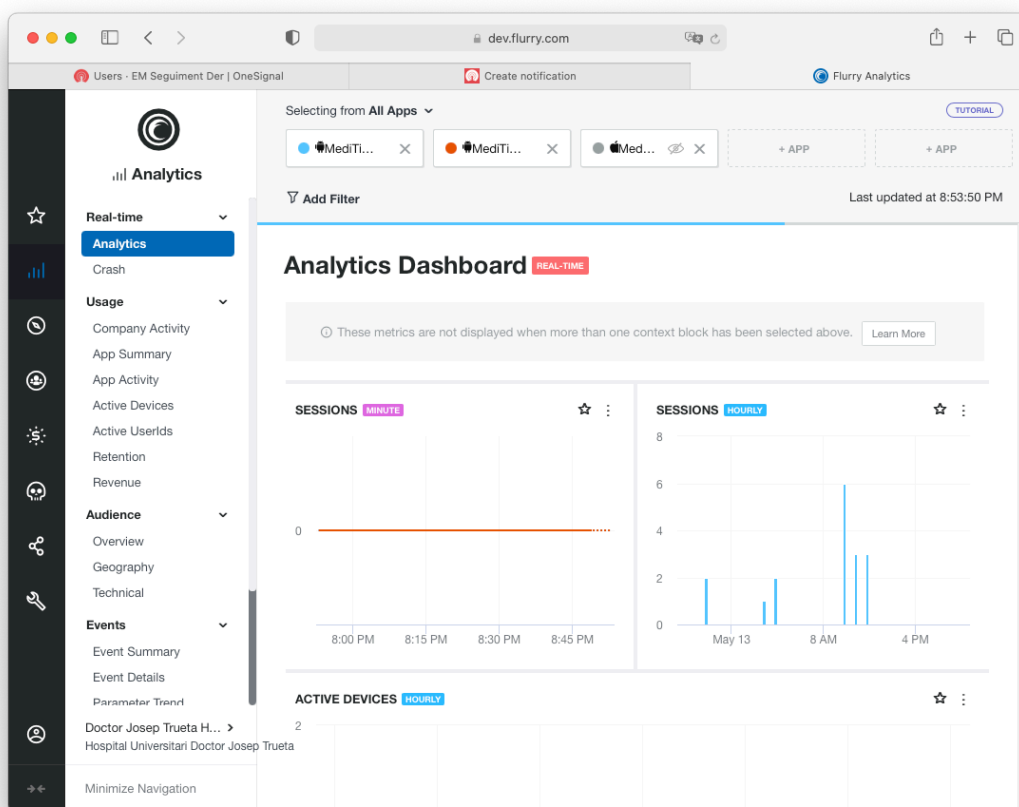


Figura 26. Dashboard Flurry

Les plataformes Mobile només hauran d'implementar la llibreria de Flurry per cada una, i a partir d'aquí es començarà a realitzar el seguiment. Cal dir que s'han de configurar els diferents paràmetres que els vulguin "trackejar" per després poder-ho visualitzar en el Dashboard de Flurry.

En la plataforma d'iOS, s'implementarà la llibreria d'Alamofire. Aquesta llibreria serà l'encarregada de gestionar totes les crides HTTP que realitzi la plataforma. A part s'encarregarà de realitzar la descàrrega de les possibles imatges que s'enviïn en notificacions.

Altres llibreries que s'utilitzaran, però que no hi recau tant de pes tècnic com les anteriors són:

- **Material:** s'encarrega d'afegir components nadius de Material Design de Google en plataformes d'iOS.
- **Lottie:** serveix per realitzar les animacions gràfiques dels diferents exercicis.
- **AAInfographics:** encarregada de mostrar les diferents gràfiques on es visualitza el procés dels pacients.
- **LGSideMenuController:** llibreria per crear un menú lateral més dinàmic amb iOS.

4. Disseny

Un cop especificat i estudiats tots els requeriments de les diferents plataformes, es pot elaborar un disseny per cadascuna. Aquest disseny es basarà en elaborar diferents diagrames de flux que seguiran els usuaris en les diferents plataformes. Aquests diagrames compliran amb les especificacions detallades en l'apartat anterior d'**Anàlisi**. També es mostraran els diferents prototips de disseny UI per les diferents pantalles de cada tecnologia.

En els diagrames de flux es podran observar diferents elements com:

- Rombes de color groc: representen les condicions que es poden produir.
- Rectangles color blau: són les pantalles de l'aplicació.
- Fletxes: seran els diferents camins que podran seguir els usuaris.

4.1. Disseny Mobile

Partint de la base amb el que s'ha especificat en l'apartat **Anàlisi Mobile**, se seguiran, en la majoria de casos, els mateixos apartats especificats i es mostraran els diagrames de flux corresponent. També es mostraran alguns dels prototips de pantalles inicials.

4.1.1. Gestió d'accés

En el **Diagrama 1. Mobile - Flux de gestió de l'accés**, es mostra com es gestionarà l'accés dels usuaris a l'aplicació.

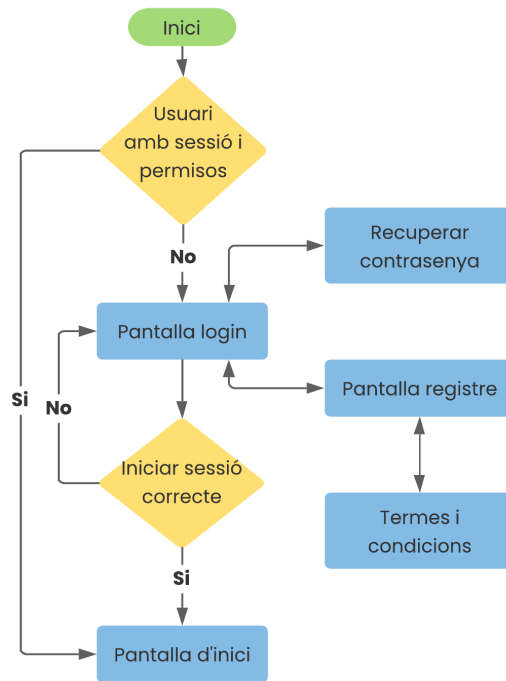


Diagrama 1. Mobile - Flux de gestió de l'accés

Aquest accés parteix de la comprovació si l'aplicació té un usuari amb una sessió iniciada i si disposa dels permisos per poder accedir-hi. Cal recordar que l'app mòbil està destinada únicament per l'ús dels pacients. En el cas que existeixi una sessió d'usuari, l'app el portarà directament a la pantalla d'inici, en cas contrari el portarà a la pantalla d'iniciar sessió (login).

En aquesta pantalla per iniciar sessió, l'usuari podrà introduir les seves credencials (correu electrònic i contrasenya), si aquestes són vàlides, anirà a la pantalla principal. També, des del login, l'usuari podrà anar a la pantalla de registre on introduint les seves dades podrà crear un compte a la plataforma o consultar els termes i condicions d'ús. A part de registrar-se a la plataforma també es podrà accedir a la pantalla de recuperació de contrasenya. En aquesta pantalla només s'haurà d'introduir un correu electrònic i s'enviaran les instruccions de recuperació per correu electrònic.

A continuació, en la **Pantalla 1. Mobile - Iniciar sessió** i **Pantalla 2. Mobile - Recuperar contrasenya** es mostren els prototips de dissenys per la gestió de l'accés.



Pantalla 1. Mobile - Iniciar sessió



Pantalla 2. Mobile - Recuperar contrasenya

4.1.2. Estat Actual

L'estat actual del pacient (o pantalla principal), és la secció on s'obrirà l'app si hi ha un usuari amb sessió. En aquesta pantalla es podrà veure tot el progrés en relació als formularis assignats i els exercicis. També es mostraran recomanacions sobre quins exercicis pot realitzar el pacient i quins són els formularis pendents de completar.

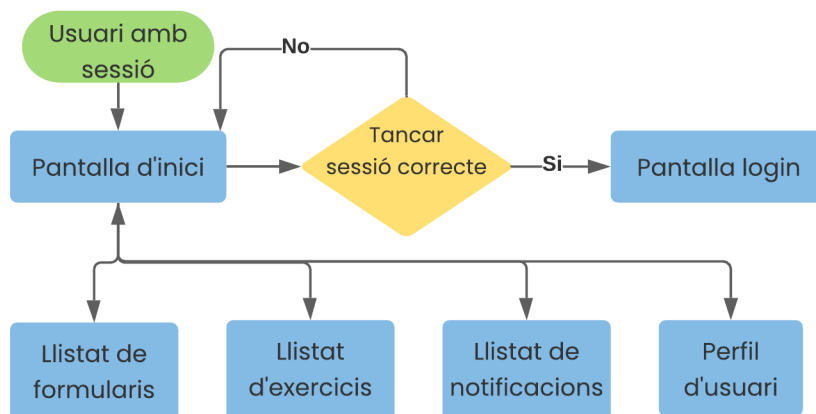
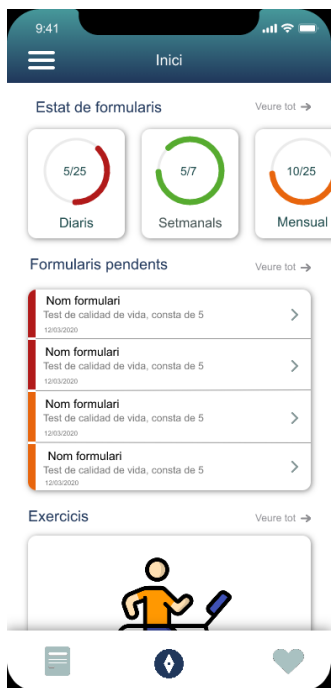
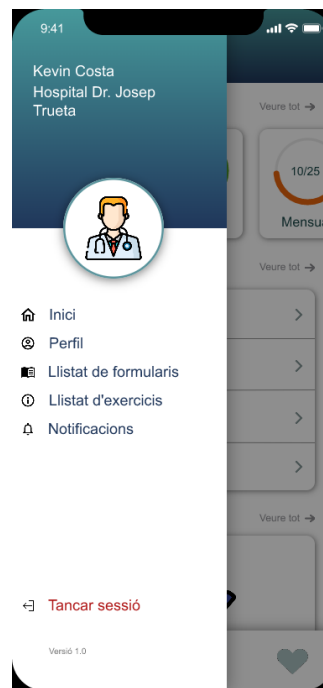


Diagrama 2. Mobile - Flux estat actual

Com es pot observar en el **Diagrama 2. Mobile - Flux estat actual**, des d'aquesta secció s'hi poden arribar a altres de diferents com el llistat de formularis, llistat d'exercicis, llistat de notificacions o perfil d'usuari. Es podran arribar a les diferents seccions mitjançant un menú lateral, que contindrà diferents enllaços per arribar-hi. Des d'aquest menú lateral es podrà realitzar l'acció de tancar la sessió actual.



Pantalla 3. Mobile - Inicial



Pantalla 4. Mobile - Menú lateral

En **Pantalla 3. Mobile** - Inicial, es poden observar els indicadors de progrés sobre les diferents categories de formularis. També es poden observar els formularis pendents i una recomanació d'exercici per realitzar. En la **Pantalla 4. Mobile** - Menú lateral, es poden observar les diferents opcions del menú que ens porten a altres diferents.

4.1.3. Llistat de formularis, exercicis i notificacions

Aquest punt ha agrupat diferents funcionalitats de l'app (llistat de formularis, llistat d'exercicis i llistat de notificacions), ja que el seu funcionament és molt similar entre ells. Els llistats es basaran a mostrar les dades més importants de cada element. Aquestes dades seran el títol, una breu descripció, una data

i un estat de l'element com es pot observar en la **Pantalla 5. Mobile - Llistat d'elements**.

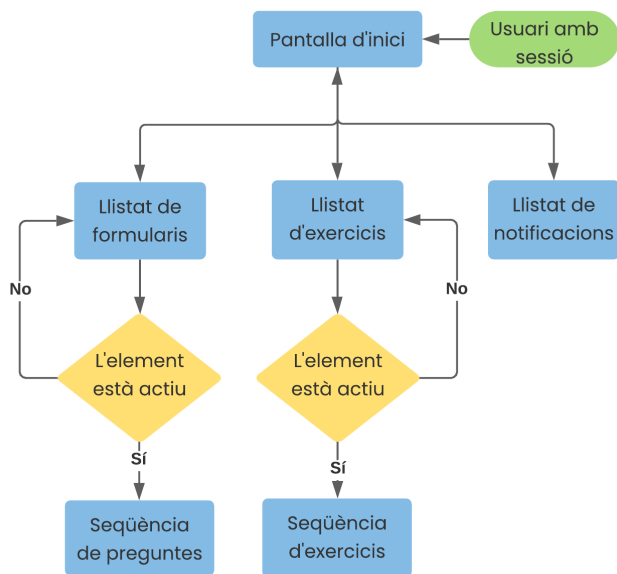


Diagrama 3. Mobile - Flux llistat d'elements



Pantalla 5. Mobile - Llistat d'elements

Com es mostra en el **Diagrama 3. Mobile - Flux llistat d'elements**, es pot observar que els tres llistats s'hi accedeixen des de la pantalla principal. En el cas dels formularis i exercicis, quan es fa tap sobre un element portarà a una nova pantalla que serà la seqüència de preguntes o exercicis.

4.1.4. Realització de formularis

En la realització de formularis es realitzarà una seqüència de pantalles on es mostraran totes les preguntes amb les seves possibles respostes. Aquestes preguntes estaran ordenades per un ordre definit prèviament segons el formulari. En el **Diagrama 4. Mobile - Flux seqüència de preguntes**, s'observa com serà la seqüència entre les diferents preguntes.

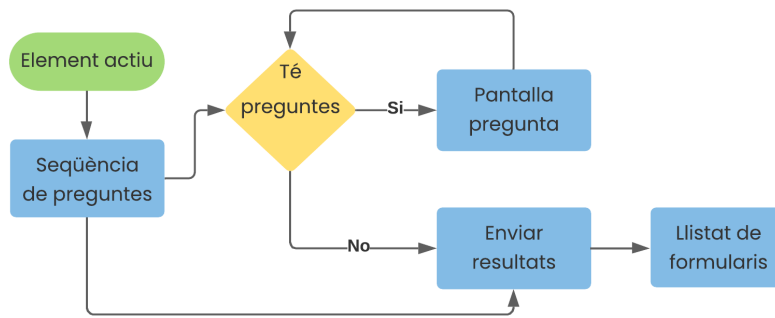
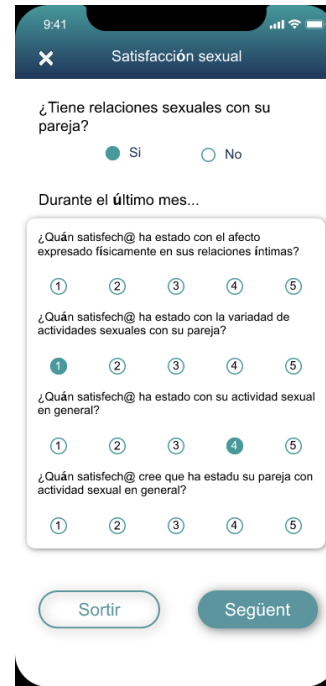


Diagrama 4. Mobile - Flux seqüència de preguntes



Pantalla 6. Mobile - Pregunta tipus text



Pantalla 7. Mobile - Pregunta tipus numèric

Cada pregunta pot tenir respostes de diferents tipus com poden ser les respostes de tipus text o de tipus numèric. En la **Pantalla 6. Mobile - Pregunta tipus text**, s'observa un exemple de com seria una resposta de tipus text. En la **Pantalla 7. Mobile - Pregunta tipus numèric**, s'observa una pregunta de tipus numèric. Aquestes pantalles disposen d'un botó "Següent" per anar avançant entre les diferents preguntes. Un cop s'arriba a l'última pregunta el text canviarà i el botó passarà a dir "Enviar". Amb el botó de sortir es tancarà automàticament la seqüència de preguntes i es tornarà al llistat de formularis. Prèviament, abans de tornar al llistat de formularis, s'enviaran les respostes al backend i s'actualitzarà l'estat del formulari. D'aquesta manera el backend podrà saber quan un formulari està començant, pendent de realitzar o finalitzat.

La plataforma consta de quatre categories diferents de formularis. Aquestes categories han sigut definides per l'equip mèdic segons les seves característiques:

- **Escala numèrica**
- **Qualitat de vida**
- **Satisfacció sexual**
- **Deambulació i fatiga**

Cada un dels formularis que es fa servir, està assignat a una categoria en concret. Entrant més en detall sobre els formularis, aquests estan formats per preguntes de tipus text o de tipus numèric amb bloc.

- **Preguntes de text:** pregunta estàndard que es compon per una pregunta amb diverses respostes de text. L'usuari només pot escollir una resposta possible. Per exemple: "Com et trobes avui?" possibles respostes podrien ser "Bé", "Malament" o "Genial".
- **Preguntes numèriques:** són més complexes que les de text, ja que cada pregunta numèrica té un bloc compost de diverses preguntes numèriques. Per exemple: el bloc seria "Durant l'última setmana..." diferents preguntes numèriques serien "Com t'has trobat de l'1 al 10" i l'usuari hauria de triar un valor de l'1 al 10.

En la **Figura 27. Exemple pregunta numèrica**, es pot observar una pregunta de tipus numèric. **Actualment la plataforma consta d'un total d'onze formularis que han estat validats clínicament. Són formularis que s'acostumen a fer servir en les consultes físiques de pacients.** A partir d'aquesta base, en funció de les necessitats, l'equip mèdic pot afegir més formularis amb l'objectiu de tenir un gran ventall de formularis per realitzar.

Escala de severidad de la fatiga - FSS - (Krupp, 1989)							
Durante la última semana, he notado que:	Muy en desacuerdo						Totalmente de acuerdo
Mi motivación es baja cuando tengo fatiga	1	2	3	4	5	6	7
El ejercicio provoca que me fatigüe	1	2	3	4	5	6	7
Me fatigo fácilmente	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con mi rendimiento físico	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga me causa problemas frecuentemente	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga me impide una actividad física sostenida	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con ciertas tareas y responsabilidades	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga está entre mis tres síntomas más incapacitantes	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con mi trabajo, familia o vida social	1	2	3	4	5	6	7

Puntuación total = 1 a 7 (la puntuación total se divide entre 9. Cuanto más alto, peor)

Figura 27. Exemple pregunta numèrica

En el següent requadre de color blau, es mostren les diferents categories amb els seus formularis corresponents. En l'annex **8.1** estan detallades les preguntes i respostes de cada un dels formularis que estan implementats en la plataforma.

Categories i formularis:

- **Escala numèrica**
 - **NRS Dolor**
 - **NRS Espasmes**
 - **NRS Deambulació**
 - **NRS Son**

- **Qualitat de vida**
 - **EQ-5D**
 - **HAD Ansietat i depressió**
 - **Control de bufeta BLCS**
 - **MSIS-29**

- **Satisfacció sexual**
 - **Satisfacció sexual SSS**

- **Deambulació i fatiga**
 - **Fatiga FSS**
 - **Espasmes PENN**

4.1.5. Realització d'exercicis

A l'hora de realitzar els exercicis assignats, se seguirà una estructura semblant a la **Realització de formularis**. Però en aquest cas s'afegiran unes pantalles extres com es pot observar en el **Diagrama 5. Mobile - Flux seqüència exercicis**.

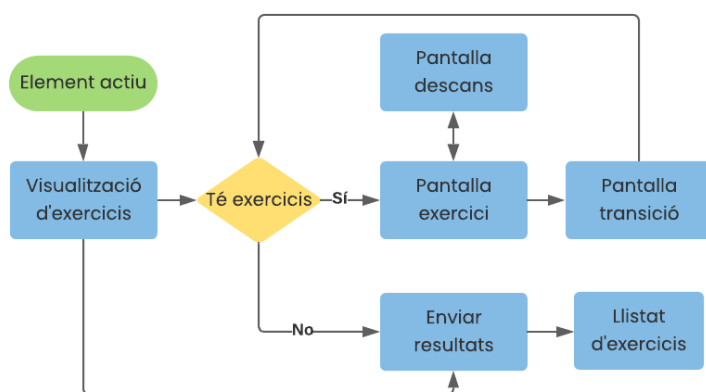


Diagrama 5. Mobile - Flux seqüència exercicis



Pantalla 8. Mobile -
Pantalla d'exercici

En el diagrama anterior es pot observar que existeix una pantalla de visualització d'exercicis. Aquesta pantalla serveix per veure, de manera ràpida, tots els exercicis que es realitzaran amb una breu descripció. També es pot observar una pantalla d'exercici, que fa referència **Pantalla 8. Mobile - Pantalla d'exercici**, on es veu quin és l'activitat que es realitzarà. Dins aquesta mateixa es pot anar a una pantalla de descans on l'usuari disposarà del temps necessari per poder descansar el temps que faci falta. Cada cop que el pacient finalitzi un exercici, apareixerà una pantalla de transició prèvia abans de començar la següent activitat. En aquesta transició l'usuari podrà veure quin és el següent exercici per poder-se preparar. Un cop s'hagin completat tots els exercicis, s'enviaran els resultats al backend sobre tota l'activitat que s'ha dut a terme.

De la mateixa manera que amb els formularis, els exercicis també s'agrupen per categories. Cada una de les categories contindrà diferents rutines

d'exercicis que estaran formades per exercicis. D'aquestes rutines, se n'han implementat tres. Encara que siguin poques rutines d'exercicis, el seu funcionament ha estat validat perquè en un futur els rehabilitadors en puguin afegir de noves. D'aquesta manera s'ampliarà la varietat d'exercicis que podran realitzar els pacients.

Categories i rutines d'exercicis:

- **Sense material**
 - **Quadrupèdia**

- **Amb material**
 - **Ampolles**
 - **Amb cadira**

Cal destacar que per millora l'assimilació sobre com s'han de realitzar els exercicis, s'ha implementat un sistema d'animació de ninots amb moviments. Els ninots realitzaran l'exercici de manera contínua perquè l'usuari els pugui imitar. Amb això s'aconsegueix que els exercicis es puguin realitzar de manera més intuïtiva i sense grans descripcions sobre els moviments. En el cas que no es disposi de l'animació, es mostrarà una imatge amb l'exercici que s'ha de realitzar.

Pels exercicis s'han utilitzat tres rutines de treballs on cada una disposa de diversos exercicis. Aquestes tres rutines són les que estan implementades en la plataforma i les que podran realitzar els pacients. En la **Figura 28. Paquet I d'exercicis**, es pot observar la primera rutina d'exercicis implementada en la que es fa servir com a material una cadira.

Levantarse desde sentado



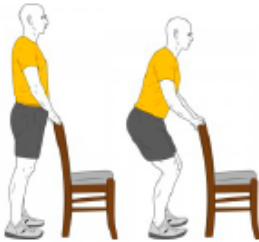
Levantarse de la silla con apoyo



Contracción isométrica de gluteos sentado



Media sentadilla con apoyo



Flexión de cadera apoyo en silla



Extensión de piernas con activación del adductor



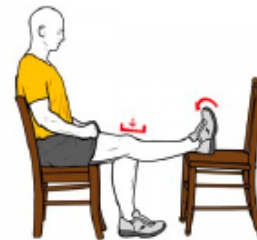
Elevación de la pelvis apoyo en silla



Flexión de cadera sentado



Hiperextensión de rodilla apoyada en silla



Extension de cadera de pie con apoyo



Abducción de cadera con apoyo en silla



Rotación torácica sentado



Figura 28. Paquet I d'exercicis

En la **Figura 29. Paquet II d'exercicis**, s'observen els diferents exercicis que es treballen en quadrupèdia i no fa falta cap material per realitzar-los.



Figura 29. Paquet II d'exercicis

Figura 30. Paquet III d'exercicis, es pot observar la rutina d'exercicis amb ampolles d'aigua que serveixen per treballar tota la zona de braços.



Figura 30. Paquet III d'exercicis

4.1.6. Perfil d'usuari

En el perfil d'usuari es mostraran les dades bàsiques de l'usuari, com s'observa en la **Pantalla 9. Mobile - Perfil d'usuari**, s'hi podrà arribar des de la pantalla principal de l'aplicació. A més de mostrar dades, també permetrà editar-les segons les preferències de l'usuari actual. Com indica el **Diagrama 6. Mobile - Flux perfil d'usuari**, des d'aquesta pantalla s'hi podrà accedir a la pantalla de canviar contrasenya. En la pantalla de canviar contrasenya l'usuari haurà d'introduir la contrasenya actual, una contrasenya nova i la confirmació de la contrasenya nova. Si aquests camps són correctes, s'envien al backend per realitzar els canvis. Si tot és correcte, l'app portarà a l'usuari un altre cop a la pantalla de perfil d'usuari. Per motius de seguretat, el backend notificarà a l'usuari per correu electrònic sobre el canvi de contrasenya que s'acaba de realitzar.

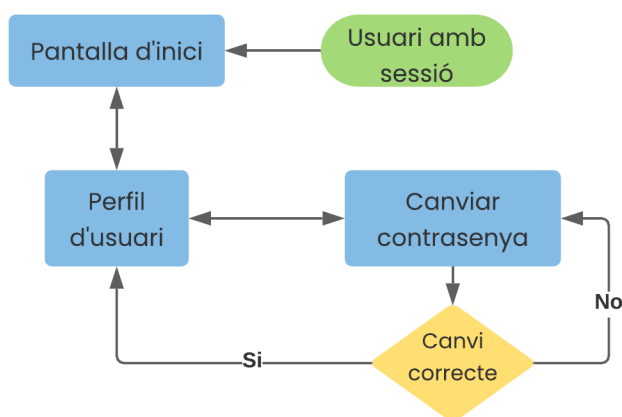
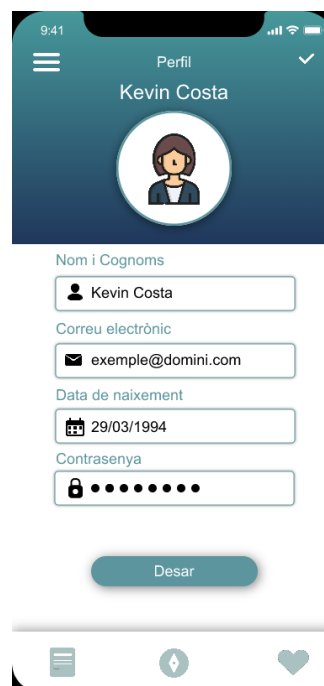


Diagrama 6. Mobile - Flux perfil d'usuari



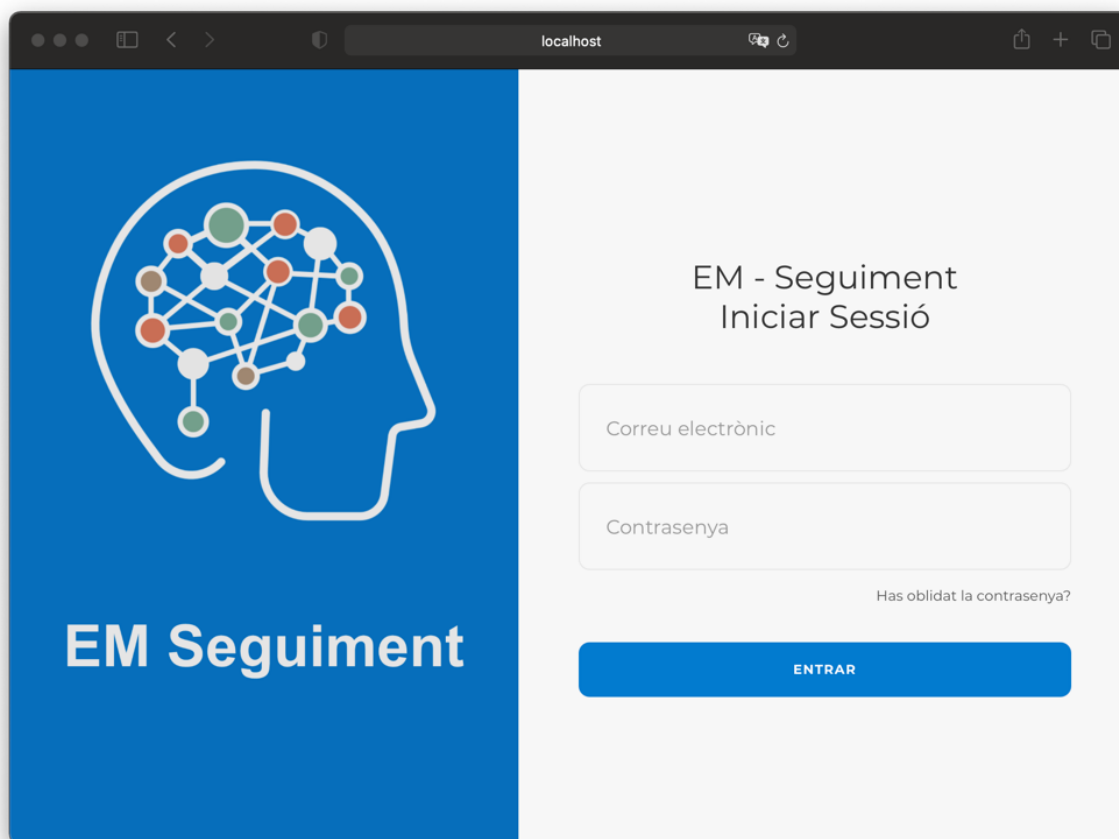
Pantalla 9. Mobile - Perfil d'usuari

4.2. Disseny CMS

En el disseny del CMS, se seguirà la mateixa estructura que en el **Disseny Mobile**. En alguns casos concrets, aquest disseny té alguna equivalència que en el **Disseny Mobile**. Per evitar repetir diagrames, es ficaran captures del prototip del disseny (en els casos que sigui necessari) i es farà referència al diagrama flux que segueix.

4.2.1. Gestió d'accés

El gestor CMS és d'ús exclusiu per l'equip mèdic de l'hospital. Per tant a l'hora de gestionar el control de l'accés s'haurà de validar que l'usuari que vulgui iniciar sessió compleixi amb aquest requisit. En aquesta secció es seguirà el mateix diagrama que en el **Diagrama 1. Mobile - Flux de gestió de l'accés**, únicament canviarà el disseny d'interfície. En la **Pantalla 10. CMS - Iniciar sessió**, es pot observar el disseny de l'accés.



Pantalla 10. CMS – Iniciar sessió

Per realitzar la recuperació de la contrasenya, es seguirà el mateix disseny que en la pantalla d'iniciar sessió amb un petit canvi. L'usuari només podrà omplir un camp que serà pel correu electrònic del seu compte.

4.2.2. Dashboard

El dashboard de l'equip mèdic, serà l'equivalent a l'**Estat Actual** del pacient amb la seva aplicació mòbil. Des d'aquesta pantalla els membres de l'equip mèdic podran veure els diferents KPI. Aquests KPI s'hauran definit en funció de les preferències respecte als seus pacients. A part, com s'observa en el **Diagrama 7. CMS - Flux dashboard**, l'usuari pot arribar a les diferents seccions de l'aplicació.

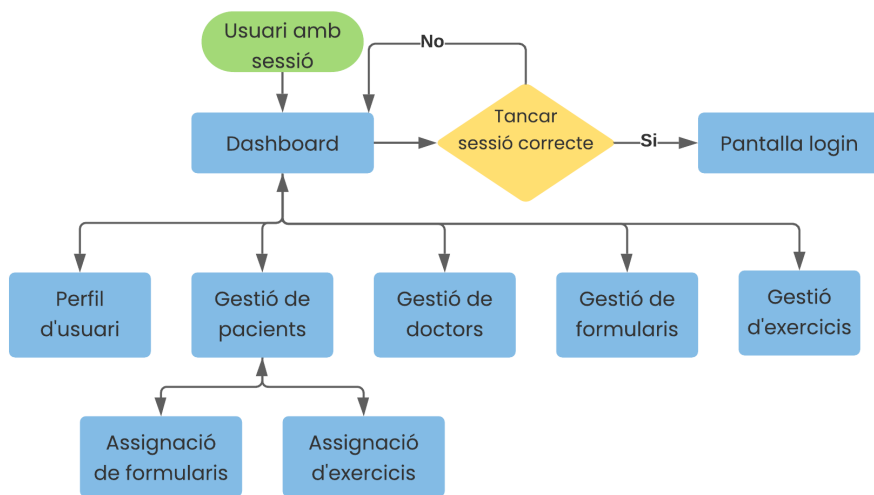
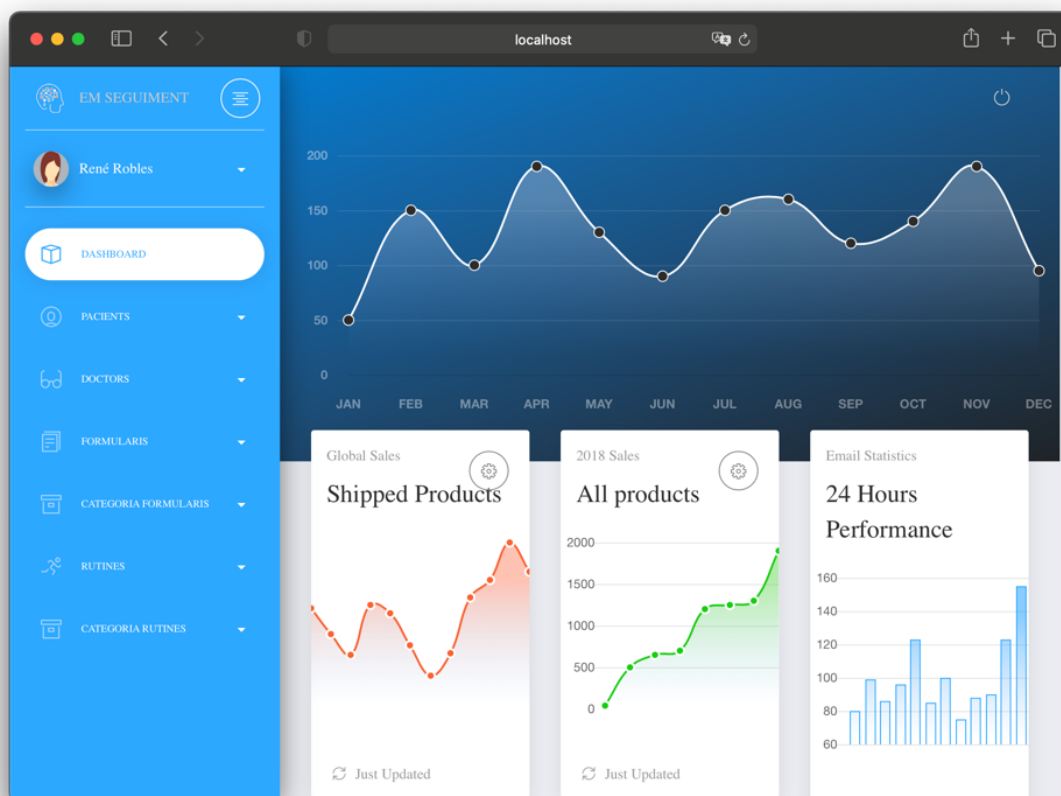


Diagrama 7. CMS - Flux dashboard

En la **Pantalla 11. CMS – Dashboard**, es pot observar el prototip de la pantalla de dashboard. Les diferents gràfiques que hi apareixen són les definides pels KPIs de l'equip mèdic. El contingut d'elles és dinàmic, això implicarà que variarà segons les dades que s'obtinguin del backend.



Pantalla 11. CMS – Dashboard

4.2.3. Gestió de pacients i assignacions

Amb la gestió de pacients, es contempla poder realitzar les accions de llistar, esborrar, crear i modificar els diferents usuaris de la plataforma. A part d'aquestes accions bàsiques també s'ha de poder assignar diferents formularis i exercicis als pacients. Aquestes accions queden detallades al **Diagrama 8. CMS – Flux gestió de pacients**. Quan s'entra al detall d'un pacient es mostraran les dades d'aquest, des d'aquí es podran modificar les seves dades. A més apareixeran dos botons que permetran a l'equip mèdic realitzar l'assignació de formularis i exercicis.

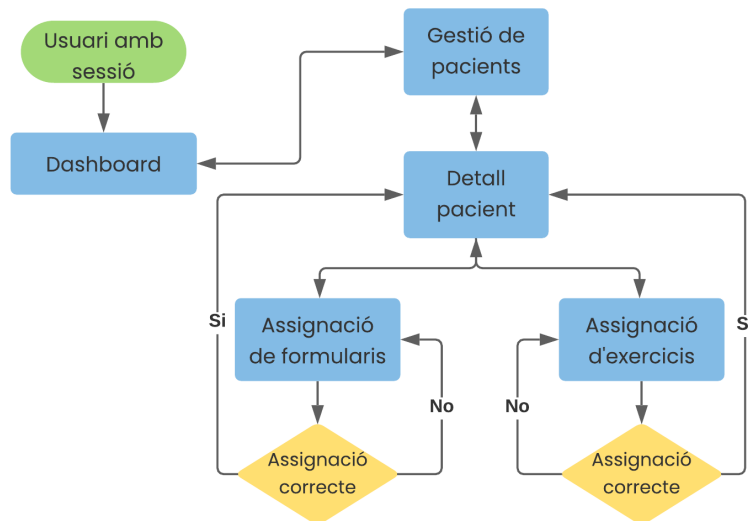
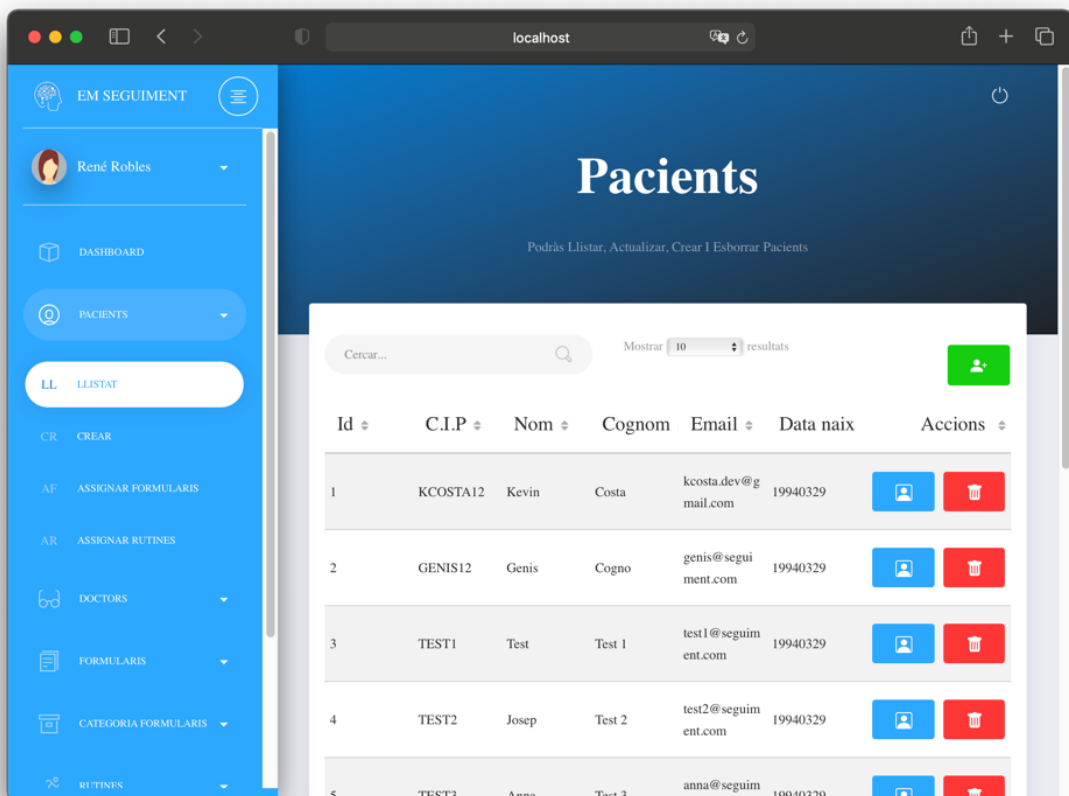


Diagrama 8. CMS - Flux gestió de pacients

Per la gestió, es mostrarà un llistat paginat on apareixeran files amb tots els usuaris de la plataforma. Com es pot observar en la **Pantalla 12. CMS - Gestió de pacients**, cada fila tindrà l'opció de mostrar el detall de l'usuari o directament esborrar-lo.



Pantalla 12. CMS - Gestió de pacients

4.2.4. Gestió de doctors

La gestió de doctors segueix un funcionament similar que en la **Gestió de pacients** però molt més senzill. Aquesta gestió permet llistar, esborrar, modificar i crear doctors. Com es pot observar en el **Diagrama 9. CMS - Flux gestió de doctors**, l'única diferència amb la secció anterior, és que des d'aquesta pantalla no es podran realitzar assignacions als pacients.

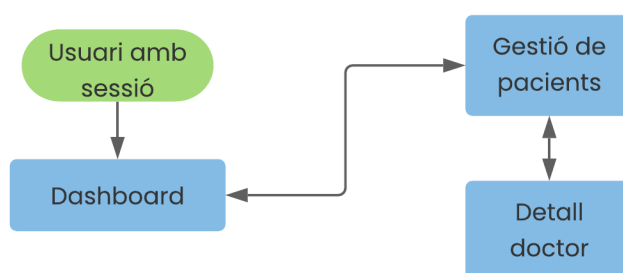


Diagrama 9. CMS - Flux gestió de doctors

4.2.5. Gestió de formularis i exercicis

La gestió de formularis i d'exercicis són gestions idèntiques, ja que es basen en un funcionament senzill i simple. Per aquestes es mostrarà una pantalla amb el llistat de tots els elements, on cada fila disposarà de dos botons. Un d'ells servirà per veure el detall i l'altra servirà per esborrar l'element en qüestió.

La creació de nous elements no serà possible des del gestor, ja que els elements s'hauran carregat prèviament amb tota la plataforma. Això és degut al fet que no s'acostumen a crear nous formularis o exercicis amb gaire freqüència, com passa amb el cas dels pacients. D'aquesta manera només es podran llistar i esborrar els elements.

En relació amb al diagrama de flux, és idèntic al **Diagrama 9. CMS - Flux gestió de doctors**, amb el canvi que se li ha d'aplicar l'entitat corresponent en cada cas.

4.3. Disseny Backend

Per definir correctament tot el backend i les seves crides s'ha fet servir Apiary. Apiary dona les eines per documentar una API fàcilment i permet generar la documentació amb un estil molt intuïtiu, a més de tenir altres funcionalitats com Mock Server²⁷.

Per definir correctament l'API s'ha partit de base en el fet que cada entitat de la BDD tindrà la seva categoria d'EndPoint. És a dir, per la gestió de pacients es crearà una col·lecció de crides que permetran realitzar diferents accions sobre els pacients. D'aquesta forma es pot agrupar i separar d'una manera molt més estructurada totes les crides de l'API, evitant els possibles errors.

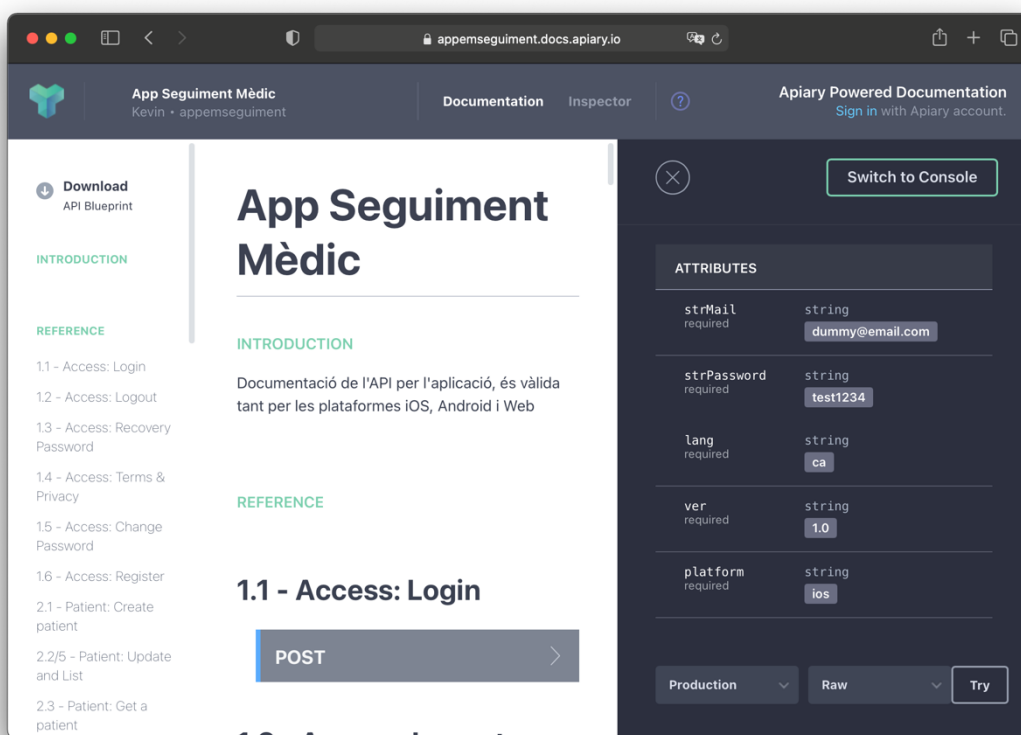


Figura 31. Exemple APIary

En la **Figura 31. Exemple APIary**, es pot observar un exemple sobre com s'ha creat tota la documentació de l'API. Si s'observa la figura, es poden diferenciar tres blocs.

²⁷ Mock Server: és un servidor que proveeix dades aleatòries per simular dependències externes.

- **Part esquerra:** es troba un índex amb totes les crides que es realitzaran per tota la plataforma.
- **Part central:** mostra de manera més gràfica quins són els diferents EndPoints i el seu tipus (POST, PUT, DELETE).
- **Part dreta:** es pot visualitzar la descripció d'una crida concreta seleccionada de la part central. En aquesta descripció apareixen els paràmetres que s'hauran d'enviar pel *body* de la crida. També és mostra quina serà la resposta general si tot el processament és correcte.

L'APIary permet definir (en la part dreta) cada camp que s'enviarà indicant el tipus i si es tracta d'un camp obligatori. Un cop s'han definit tots els camps, es poden realitzar proves fent crides amb algun programa (Postman) que realitzi crides POST, PUT, DELETE, etc. D'aquesta manera podrem realitzar proves amb les diferents plataformes sense tenir desenvolupat el backend.

A l'hora d'organitzar les diferents crides s'ha creat un índex dependent de l'element de la BDD o de l'acció que es vol realitzar. Per exemple a la captura, es pot observar la crida "**1.1 – Acces: Login**" aquest nom segueix la següent estructura: ([índex] – [agrupació] : [acció]). L'identificador 1.1 serà l'**índex** de categoria incremental. **Agrupació** fa referència al nom del conjunt de totes les crides que hi ha. Per l'exemple anterior s'ha fet servir el nom Acces. Això vol dir que totes les crides de l'agrupació estaran relacionades amb l'accés a la plataforma. I per l'últim l'**acció**, es tracta de l'acció concreta que es vol realitzar, per l'exemple anterior amb Login, es vol iniciar sessió en la plataforma. Seguint aquesta estructura, s'han agrupat les diferents crides de l'API, un altre exemple seria "2.1 – Patient : Create" crida per crear un pacient nou.

A l'hora de definir les diferents URL per cada EndPoint, s'ha seguit la mateixa lògica d'agrupació i acció. L'estructura de les url és la següent `http://domini/[agrupació]/[acció]`, d'aquesta manera es crea un ordre lògic per tots els EndPoints.

Aquesta documentació, creada amb APIary, serà la que hauran de seguir totes les plataformes del projecte (iOS, Android i Angular). Si es volen

comunicar amb el backend, ja que el backend es basarà en aquesta a l'hora de desenvolupar les diferents crides.

4.4. Disseny de base de dades

Aquest projecte és la solució a un problema concret. La solució està feta a mida, és a dir, no és la continuació de cap altre projecte començat en el passat ni tampoc s'ha partit de cap base tecnològica que existeixi en el mercat. **Per tant, això implica que la base de dades (BDD), i tots els elements comentats anteriorment, s'han creat i desenvolupat en funció dels requeriments de l'equip mèdic i les necessitats tècniques, es tracta d'una DBB feta a mida pel projecte.**

El fet que la BDD estigui feta a mida pel projecte, implica una alta optimització i usabilitat, ja que no es basa en les estructures dels hospitals. Això permet desar únicament els elements que realment siguin necessaris pel funcionament de la plataforma. A part implica un alt coneixement del flux de les dades en vers als hospitals, ja que seria molt complicat assimilar l'estructura i ordre d'una BDD de l'hospital.

En la **Figura 32. Disseny de la base de dades**, s'observa el resultat d'aplicar tots els requisits comentats en l'apartat **Requeriments del sistema i Anàlisi**.

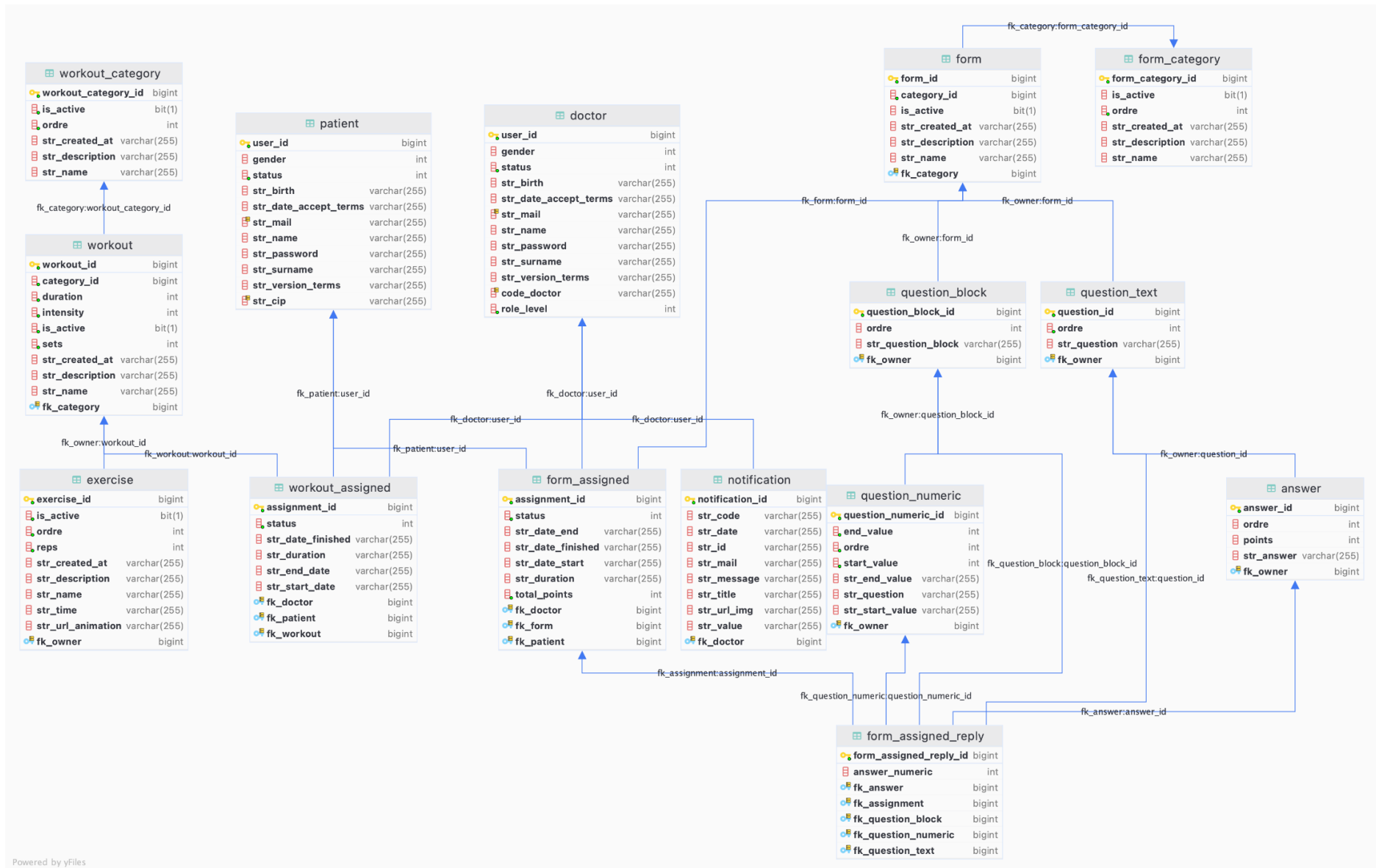


Figura 32. Disseny de la base de dades

En la **Figura 32. Disseny de la base de dades**, es poden observar les diverses entitats detallades en apartats anteriors. S'ha donat el cas que algunes de les entitats s'han hagut de descompondre en diverses per poder millorar i optimitzar la seva utilitat i escalabilitat.

Les diferents entitats que apareixen en la BDD es poden ordenar segons la seva rellevància de la següent manera:

Rellevància alta	doctor, patient, form_assigned, , workout_assigned, form_assigned_reply
Rellevància mitjana	workout, exercise, form, question_block, question_text, question_numeric, answer,
Rellevància baixa	notification, workout_category, form_category

Que una entitat aparegui en la secció de rellevància baixa, no vol dir que no sigui important per la plataforma. Només implica que té un pes inferior a la resta d'entitats que estan per sobre. Més detalladament les entitats de **rellevància alta** són:

- **Doctor i patient:** són les entitats que tenen les dades personals dels doctors i pacients com nom, cognom, data de naixement, etc.
- **Form_assigned i workout_assigned:** entitats que serveix per desar tot el referent a una assignació de formulari o exercicis com poden ser la data d'inici, data de fi, exercicis, formulari, etc. Pengen directament de les entitats pacients i doctors pel fet que es vol saber de cada assignació a qui va destinada i qui és el creador de l'assignació.
- **Form_assigned_reply:** es tracta d'una entitat que contindrà les dades de totes les respostes d'un formulari. Aquestes dades fan referència a una assignació, a una pregunta (sigui de tipus text o numèric amb bloc) i a una resposta. A partir d'aquestes dades es podran reconstruir

totes les respostes escollides d'un formulari que haurà donat un usuari segons una assignació.

Les entitats de rellevància mitjana són:

- **Workout i form:** contenen les dades més descriptives d'un formulari o una rutina d'exercicis com poden ser el nom, la descripció el seu estat d'actiu o no, etc. En el cas dels **form**, podrà tenir varis `question_block` o `question_text`. Pel cas dels **workout**, podrà tenir associat diversos exercicis.
- **Question_block i question_numeric:** quan una pregunta és de tipus numèric s'adapta en diferents blocs de preguntes, és a dir, una pregunta de `question_block` pot tenir diverses `question_numeric`. Per exemple es pot tenir la següent `question_block` "*Indica de l'1 al 10 el teu estat durant l'últim mes*", això vol dir que ens faran diferents preguntes en relació amb l'estat durant l'últim més. Llavors les `question_numeric` poden ser "*Quin ha sigut el teu estat d'ànim?*", "*Com t'has sentit físicament?*". Llavors per cada `question_numeric` el pacient haurà d'escollir un valor numèric. Per tant un formulari tindrà diversos `question_block` i un `question_block` tindrà múltiples `question_numeric`.
- **Question_text i answer:** a part dels `question_block`, els formularis poden tenir preguntes de tipus text. Aquestes preguntes són molt més senzilles de gestionar que les anteriors. Un formulari té diverses preguntes de tipus text com per exemple "*Com t'ha anat el dia?*" la qual tindria les respostes possibles de "*Bé*" o "*Molt bé*".
- **Exercise:** fa referència als exercicis i les seves dades més rellevants com poden ser el nom, la quantitat de repeticions, el temps de duració de l'exercici, etc. Aquests exercicis van relacionats a una rutina "**workout**" que engloba un conjunt d'exercicis.
- **Workout_category:** disposa de totes les dades rellevant sobre una categoria d'exercicis. Aquestes dades són el nom, la descripció, la data

de creació, etc. A partir d'aquesta categoria s'agruparan els diferents exercicis de l'app.

- **Form_category:** aquesta entitat és idèntica a l'anterior, però amb la diferència que només s'aplica pels formularis. Els diferents formularis de l'app s'agruparan segons la categoria.
- **Notificacions:** les notificacions enviades mitjançant OneSignal es desen a la BDD amb l'objectiu que l'usuari les pugui recuperar posteriorment. Aquestes contindran tot el rellevant sobre una acció concreta per la qual s'ha enviat la notificació com pot ser l'assignació d'un nou formulari.

5. Implementació, proves i resultats

5.1. Implementació visual i logotip

En la implementació dels diferents apartats, s'ha optat per un concepte net d'interfície i no carregar les diferents pantalles de les plataformes. Per aconseguir això, només es mostra la informació imprescindible perquè els diferents usuaris puguin realitzar les diferents accions sense suprimir funcionalitats de les diferents seccions. Seguint aquests conceptes es donarà el fruit de pantalles molt netes i el més important de tot és que seran atractives a la vista i molt intuïtives.

Un aspecte que es va comentar en diferents reunions amb l'equip mèdic, és el tema de la paleta de colors que farà servir per a tota la plataforma. Per alguns pacients els colors forts els hi poden provocar diversos problemes. Per aquest motiu es va optar per escollir una paleta que es basi en colors pastels. D'aquesta manera es podrà rebaixar la intensitat dels diferents colors.

Ja que les diferents aplicacions sobre medicina predominen els colors blau i verd, s'ha optat que per aquest projecte tingui com a color dominant el blau. Per tant els diferents colors seran creats en funció d'un de principal. També s'han creat colors secundaris del blau per indicar diferents estats dels elements, com poden ser el verd, taronja, vermell, etc.

Una part important és el logotip del projecte, aquí la inspiració neix sobre el fet d'on prové la malaltia que és el cervell i les neurones. A partir d'aquí es vol arribar a relacionar els conceptes comentats anteriorment (pantalles netes, colors pastel, neurones i cervell) en un logotip que representi el projecte. En la **Figura 33. Logotip i paleta de colors**, es pot observar el logotip final amb la seva paleta de colors.

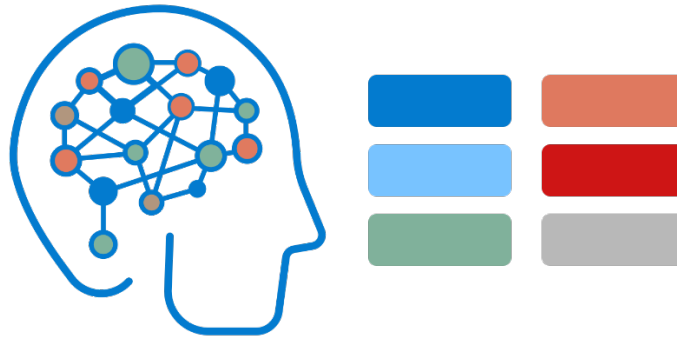


Figura 33. Logotip i paleta de colors

Cal destacar que tota aquesta etapa de la implementació gràfica s'ha fet de manera iterativa amb l'equip mèdic. Mitjançant diferents esbossats sobre la paleta de colors, el logotip i disseny de les diferents plataformes. Amb tot aquest procés iteratiu s'ha arribat a una implementació final en la qual s'ha treballat de manera conjunta amb tot l'equip.

5.2. Implementació Mobile

A l'hora de realitzar la implementació de les dues plataformes mòbils (iOS i Android), s'ha fet servir un programari i llenguatge diferent per cada una. El programari és molt específic i concret per cada tecnologia. A part posa a la disposició dels desenvolupadors un conjunt d'eines i utilitats que faciliten la tasca de desenvolupament.

Començant per iOS s'ha fet servir el programa **XCode** amb la versió **12.5** que està disponible a l'App Store. A l'hora d'escollir el llenguatge de programació, es va realitzar la comparació entre **Swift 5** i **Objective-C**. Finalment es va acabar optant per **Swift 5**, ja que es tracta d'un llenguatge modern, fàcil d'entendre, més ràpid que Objective-C i té disposa d'algunes similituds amb altres llenguatges de programació com Kotlin.

Pel desenvolupament de l'app Android, s'ha fet servir **Android Studio** amb la **versió 4.1.3**. Android Studio es pot descarregar des de la pàgina oficial d'Android. A l'hora d'escollir el llenguatge de programació hi havia dos possibles candidats, com en el cas d'iOS, aquests candidats eren **Java** i **Kotlin**.

Durant tot el grau s'ha programat amb Java en la majoria d'exercicis i activitats, per tant seria lògic i coherent fer-lo servir. Però en aquest cas, s'ha optat per fer servir Kotlin, ja que es tracta d'un llenguatge que ha aparegut en els darrers 10 anys. Això el fa una elecció innovadora, ja que el món de la informàtica i la programació està en constant evolució i això implica renovar i aprendre conceptes nous. Per tant, es farà servir **la versió 1.3.72 de Kotlin**.

En els següents apartats es mostren els diferents grups de pantalles amb captures implementació final que s'ha realitzat. Aquestes seccions apareixen agrupades segons la seva funcionalitat i en les captures apareixen els aspectes principals.

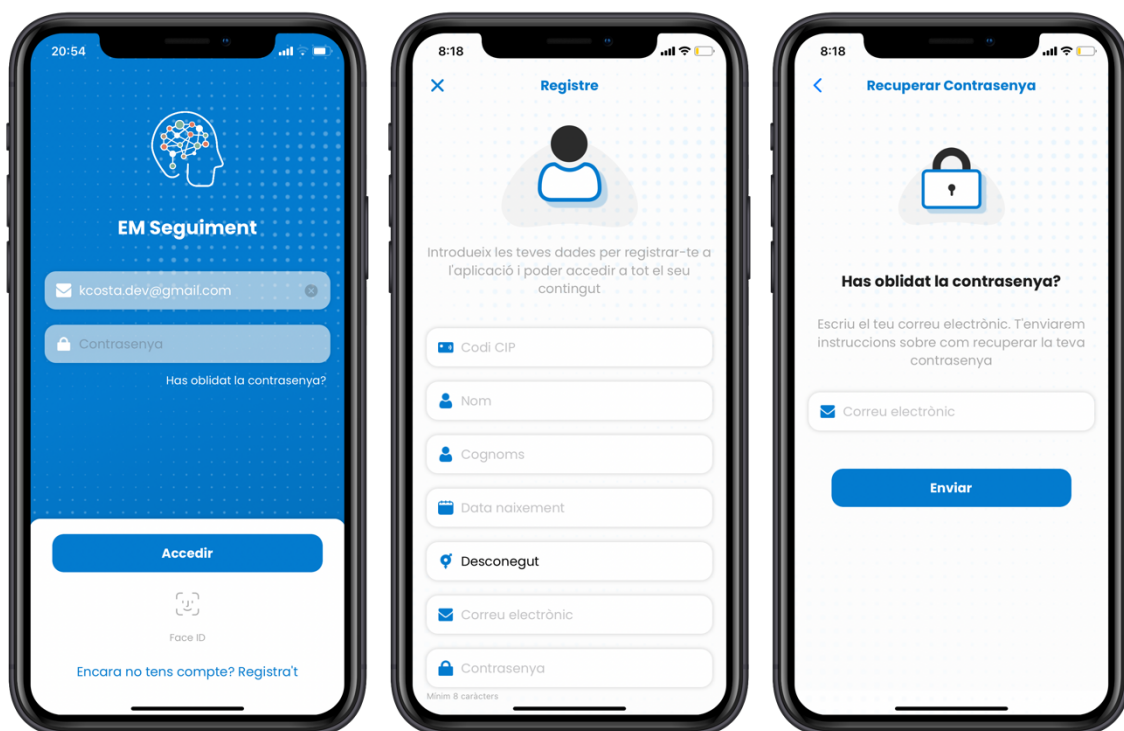
5.2.1. Gestió de l'accés

En la **Pantalla 13. Mobile – Implementació de l'accés**, es pot observar la implementació de la interfície gràfica final per controlar tota la gestió de l'accés a la plataforma Mobile. En la pantalla es poden observar les diferents seccions (respectivament en ordre segons la pantalla):

- **Accés:** es pot observar que predomina el color principal de l'aplicació que és el blau. Per iniciar sessió s'hauran d'introduir les dades del compte, com s'ha especificat en l'apartat **Gestió d'accés**. Si les credencials són correctes, es portarà a l'usuari dins de l'app, en cas contrari es mostrarà una alerta amb el missatge d'error. Un aspecte que dona un plus de seguretat és l'accés amb les dades biomètriques de l'usuari. Les dades biomètriques (reconeixement facial o empremta dactilar) permetran a l'usuari accedir a l'app sense haver d'introduir cap contrasenya.
- **Registre:** pel registre s'ha seguit el concepte d'interfícies netes. Per això es basa en el color blanc i elements que siguin molt senzills i atractius a la vista. En aquesta pantalla apareixen tots els elements necessaris per poder crear un compte en la plataforma. Aquesta pantalla, i tots els elements per introduir text, tenen un afegit que es tracta de remarcar amb color blau el camp on s'està introduint text. D'aquesta manera l'usuari sap en tot moment on es troba. A part si un dels camps és

incorrecte, es marca de color vermell perquè l'usuari pugui detectar ràpidament quins són els camps erronis.

- **Recuperació de contrasenya:** aquesta pantalla segueix la mateixa línia de senzillesa. Només disposa d'un camp per introduir un correu electrònic. L'únic que cal destacar és que el botó de color i en general tots els botons de l'app, tenen una animació de càrrega per notificar a l'usuari. Aquesta animació servirà perquè l'usuari tingui noció sobre si s'està carregant l'acció que ell ha executat.



Pantalla 13. Mobile – Implementació de l'accés

5.2.2. Resum, menú lateral i llistat de notificacions

El resum general, el menú lateral i el llistat de notificacions són aspectes diferents, però que s'han agrupat per la seva rellevància. En la **Pantalla 14. Mobile - Implementació resum, menú lateral i notificacions**, es pot observar les captures de les diferents implementacions de cada un. Respectivament, en ordre d'aparició d'esquerre a dreta en la captura es pot observar:

- **Resum general:** com s'ha comentat en els requeriments i l'anàlisi, aquesta pantalla mostrarà el progrés de l'usuari respecte les seves activitats assignades. Aquest progrés està representat amb gràfiques pels formularis i els exercicis físics. Pels formularis es mostren unes barres de progrés que indiquen el percentatge de formularis completats per cada categoria. Segons el percentatge, el progrés es mostrarà d'un color o un altre. A part d'aquests camps indicatius, també es visualitzen els formularis més prioritaris pendents de completar. Si es llisca més avall, es podrà observar un llistat horitzontal amb diferents exercicis recomanats per l'usuari.
- **Menú lateral:** mostra les diferents seccions de l'aplicació. Aquest menú es basa en el color principal de l'app, per diferenciar-lo de la resta de l'app. Cal destacar que disposa d'un afegit. Aquest afegit es tracta d'un comptador de notificacions pendents de visualitzar amb color vermell, com es pot observar en la imatge.
- **Llistat de notificacions:** es tracta únicament d'un llistat de notificacions ordenades per data amb un color d'estat. Té un afegit, i és que les imatges que s'envien per les notificacions es poden obrir i fer més grans. Això dona a l'equip mèdic un valor afegit de poder enviar resultats i qualsevol mena d'informació als usuaris i que aquests les puguin visualitzar.



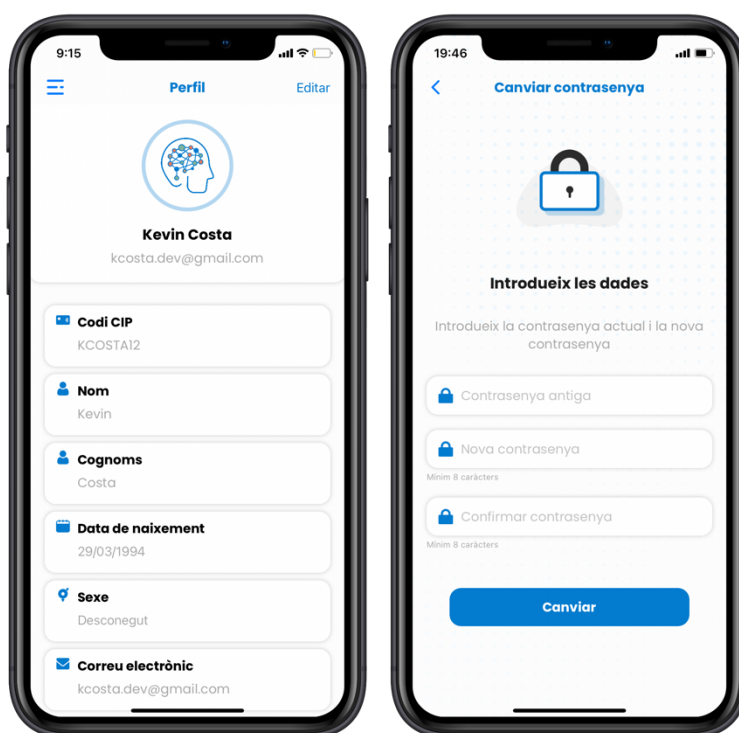
Pantalla 14. Mobile – Implementació resum, menú lateral i notificacions

5.2.3. Perfil d'usuari

El perfil d'usuari disposa de tots els camps sobre el pacient comentats en l'anàlisi. A part permet accedir a les pantalles de canviar la contrasenya i mostrar els termes i condicions d'ús. En la **Pantalla 15. Mobile – Implementació perfil d'usuari i canviar contrasenya**, es poden observar les dues seccions respectivament.

- **Perfil d'usuari:** es mostren amb icones representatives els diferents camps amb les dades de l'usuari. La barra de navegació disposa un botó per editar les dades. Quan l'usuari fa *tap* sobre aquest, s'habilita l'acció per editar i apareix un botó al final de la pantalla per confirmar els canvis.
- **Canviar contrasenya:** disposa de tres camps on s'hauran d'introduir la contrasenya actual, la nova contrasenya i la confirmació de la contrasenya. Si els camps són correctes es realitza la crida al Web Services i es mostra un missatge per notificar el canvi. Per motius de

seguretat s'envia un correu electrònic al compte de l'usuari per notificar el canvi realitzar.



Pantalla 15. Mobile - Implementació perfil d'usuari i canviar contrasenya

5.2.4. Gestió de formularis

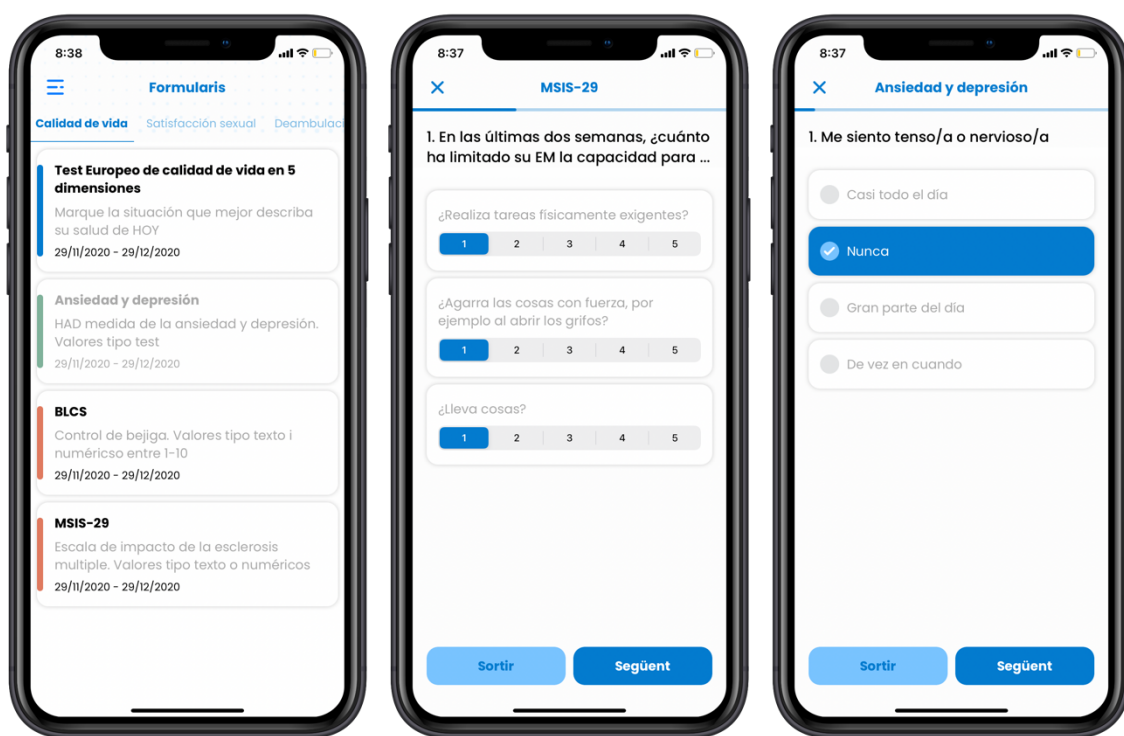
Una de les seccions més importants d'aquest projecte és la gestió i recollida de dades dels formularis. Aquesta secció s'ha simplificat i optimitzat al màxim perquè sigui fàcil i senzilla d'utilitzar per part de l'usuari. En la **Pantalla 16. Mobile - Implementació formularis**, es pot observar el següent (respectivament en ordre d'aparició):

- **Llistat de formularis:** aquest llistat en basa en agrupar els diferents formularis amb les seves categories. Cada categoria es mostra en una TabBar, cada TabBar té un llistat de targetes que són els diferents formularis assignats. En cada targeta es mostra el títol, la descripció, la data límit i l'estat. L'usuari podrà fer *tap* sobre un dels formularis i podrà respondre les seves preguntes, sempre que el formulari estigui actiu. Un cop estigui completat un formulari ja no es podrà tornar a realitzar més.

Cal destacar que en aquesta versió de l'aplicació, no es poden consultar les respostes enviades dels formularis.

- **Preguntes numèriques:** aquestes preguntes funcionen per diferents blocs. És a dir, un formulari pot tenir diferents blocs de preguntes numèriques i una pregunta numèrica pot tenir diferents preguntes. Quan es tracta de preguntes numèriques, s'ha creat un selector per escollir quina és l'opció més adequada en cada cas.
- **Preguntes de text:** les preguntes de text són més senzilles que les numèriques. Per cada pregunta l'usuari haurà d'escollir només una resposta que sigui més adient pel seu cas.

Tant les preguntes numèriques com de text disposen de dos botons inferiors que serveix per iterar entre les diferents preguntes del formulari.

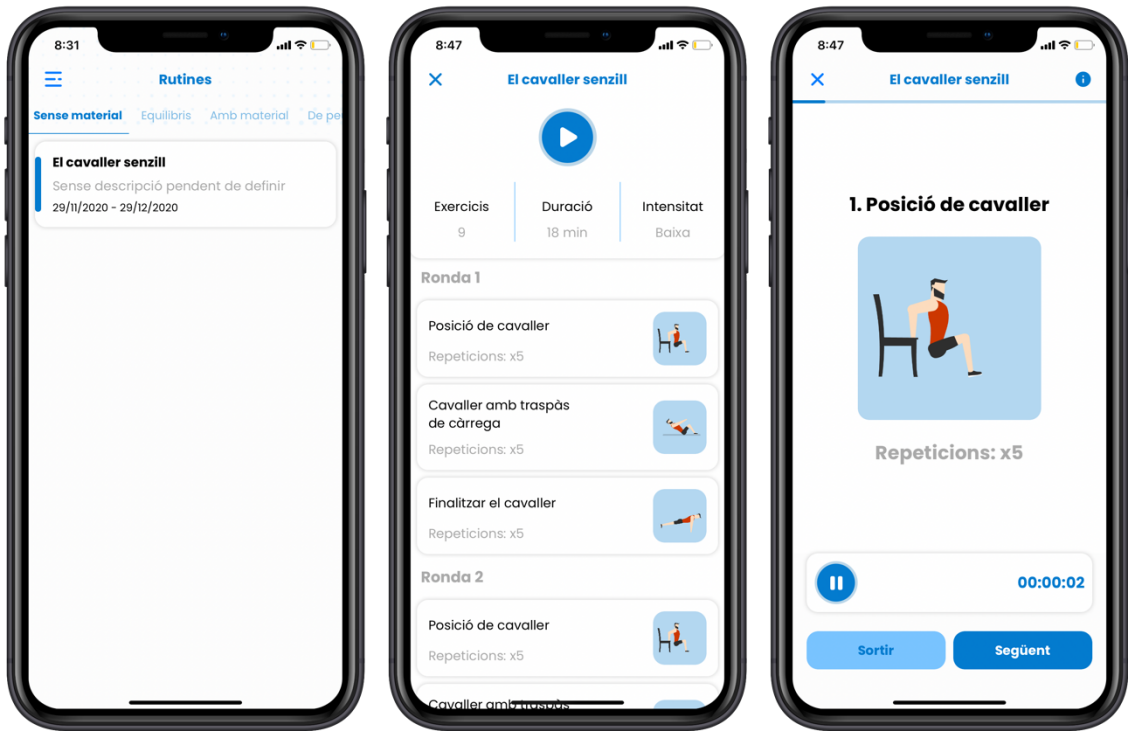


Pantalla 16. Mobile - Implementació formularis

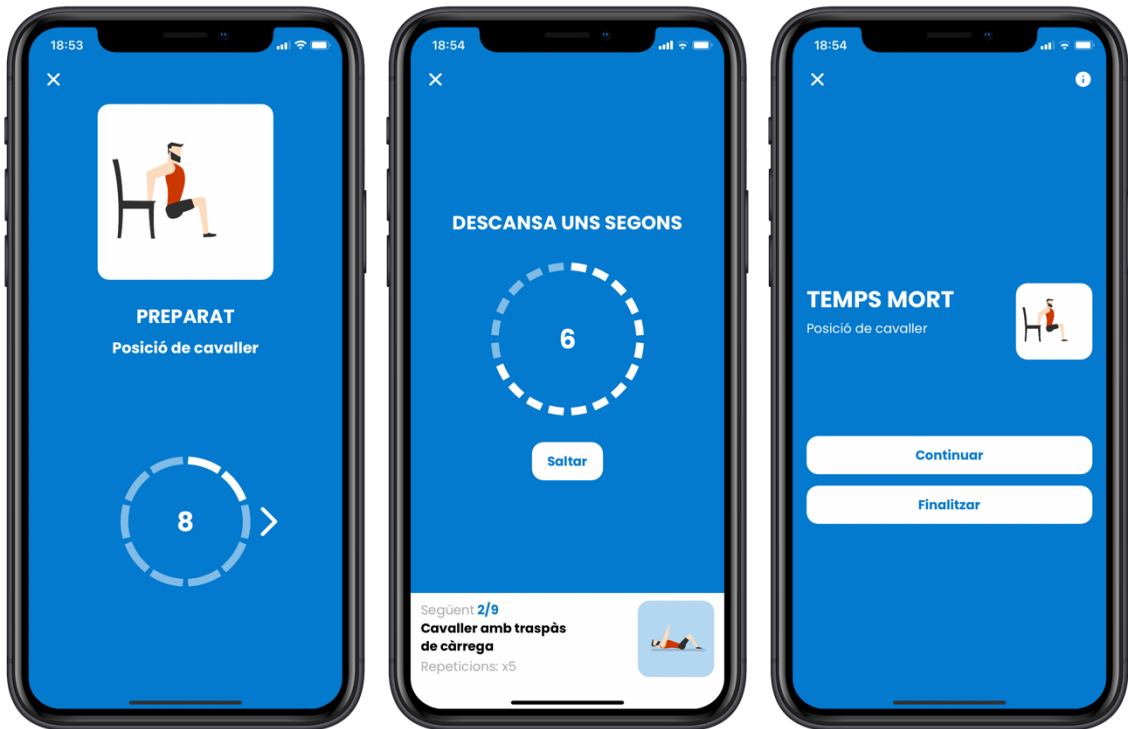
5.2.5.Gestió d'exercicis

Recau una gran importància i pes, com és el cas dels formularis, ja que els usuaris interactuaran la major part del temps amb aquestes dues seccions. En la **Pantalla 17. Mobile - Implementació d'exercicis**, es poden observar les diferents seccions de la gestió, cal dir que en aquesta captura només es mostren les tres pantalles principals tot i que realment existeixen d'altres pantalles intermèdies. Aquesta gestió es basa en:

- **Llista de formularis:** pantalla molt similar en interfície i funcionament al llistat de formularis assignats.
- **Resum d'exercicis:** es tracta d'una pantalla prèvia abans de començar l'activitat física. En aquesta pantalla es mostra informació bàsica sobre l'activitat que es realitzarà. Aquestes dades són el total d'exercicis, una duració estimada i la intensitat de treball que requereixen. A part es poden veure els diferents exercicis que es realitzaran amb una animació. Quan es fa *tap* sobre un exercici es mostra una descripció més detallada sobre aquest.
- **Realització d'exercicis:** en aquesta pantalla es tracta realment de mostrar de manera molt clara i visible l'exercici que s'està realitzant. També es disposa de botons per poder aturar o continuar amb l'activitat. Tot i que no es mostra en la **Pantalla 17. Mobile - Implementació d'exercicis**, aquesta secció disposa d'una pantalla de descans que apareix cada cop que l'usuari atura l'activitat. I també una pantalla de transició on durant 20 segons l'usuari es pot preparar pel següent exercici.



Pantalla 17. Mobile - Implementació d'exercicis



Pantalla 18. Mobile - Implementació pantalles intermèdies d'exercicis

En la **Pantalla 18. Mobile - Implementació pantalles intermèdies d'exercicis**, es poden observar les pantalles intermèdies de la gestió d'exercicis. La primera es basa en un compte enrere per començar el primer exercici. En la segona es mostra el temps de descans entre exercicis. I en la tercera s'observa la pantalla de descans.

5.3. Implementació CMS

Com s'ha comentat en altres apartats que es farà servir Angular per desenvolupar el gestor de continguts que va destinat a l'equip mèdic. Més concretament, es farà servir la versió d'**Angular 11.2.4**. Cal destacar que Angular es basa amb Node per gestionar les diferents dependències, per aquest projecte es farà servir la versió **14.16.0 de Node**. Per últim, es farà servir l'editor de codi font **Atom**, amb el qual es podrà programar amb el llenguatge **TypeScript** (que és la base fonamental d'Angular) i es podran maquetar les diferents pantalles amb **HTML** i **CSS**²⁸. Amb aquestes eines es podrà desenvolupar tot un gestor fet a mida per l'equip mèdic que els hi permetrà gestionar tot el contingut de la plataforma.

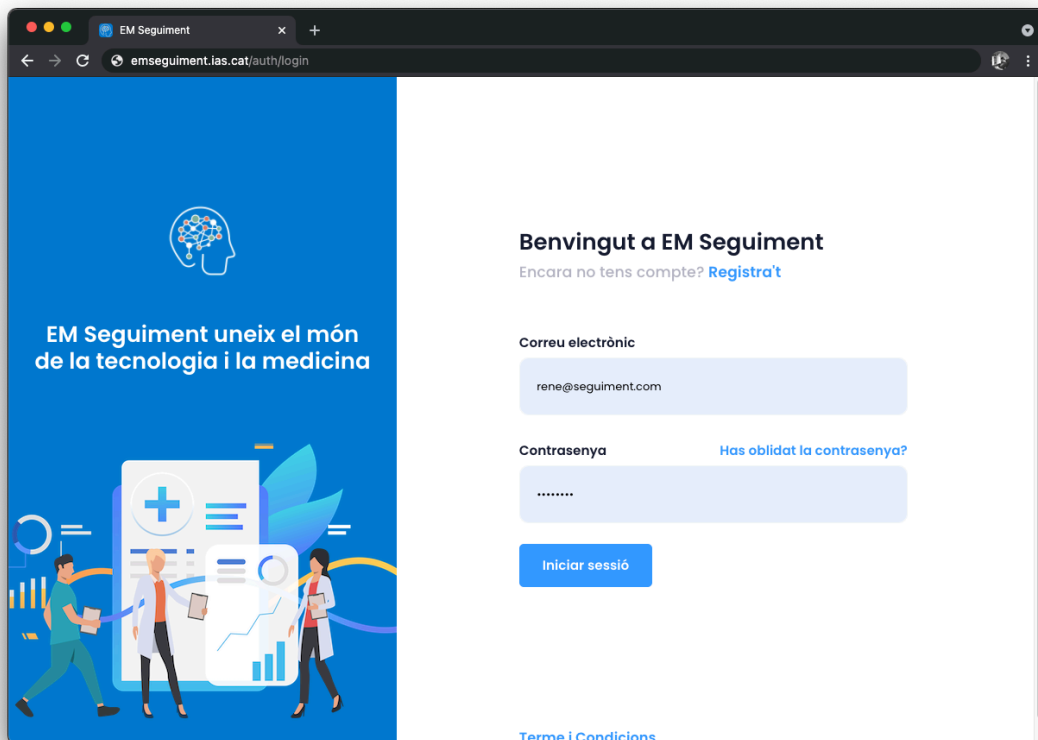
Com s'ha comentat en l'apartat d'**Anàlisi CMS**, es partirà d'una plantilla predissenyada on es tenen diferents components implementats com poden ser taules i formularis. Això permetrà estalviar molt de temps en desenvolupar aspectes molt concrets d'interfície i concentrar els recursos en la lògica. Per aquest projecte s'ha fet servir la plantilla **Metronic**. Es tracta d'una plantilla de pagament apta pel desenvolupament que es vol realitzar. El motiu principal pel qual s'ha escollit aquesta ha sigut pel seu concepte d'interfícies netes, simples i atractiu per l'ull humà. No s'han tingut en compte els conceptes tècnics, ja que la gran majoria de plantilles no implementen lògica, només implementen els components de la interfície gràfica.

²⁸ CSS: Cascadin Style Sheets, és el que s'anomena llenguatge de fulls d'estil en cascada i es fa servir per estilitzar elements escrits en un llenguatge de marques com HTML. CSS separa el contingut de la representació visual del lloc.

Un cop analitzats els aspectes generals de la implementació del gestor, en els següents subapartats, es comentaran els aspectes més rellevants de les interfícies i la seva implementació.

5.3.1. Gestió d'accés

La gestió de l'accés es basa en el mateix concepte que en l'accés Mobile. En la **Pantalla 19. CMS - Implementació de l'accés**, es pot observar com l'usuari haurà d'introduir el seu correu electrònic i contrasenya per poder accedir a la plataforma. A part existeixen diferents opcions que implementen altres funcions comunes per l'accés com recuperar la contrasenya, registrar un usuari nou o mostrar els termes i condicions d'ús de la plataforma.

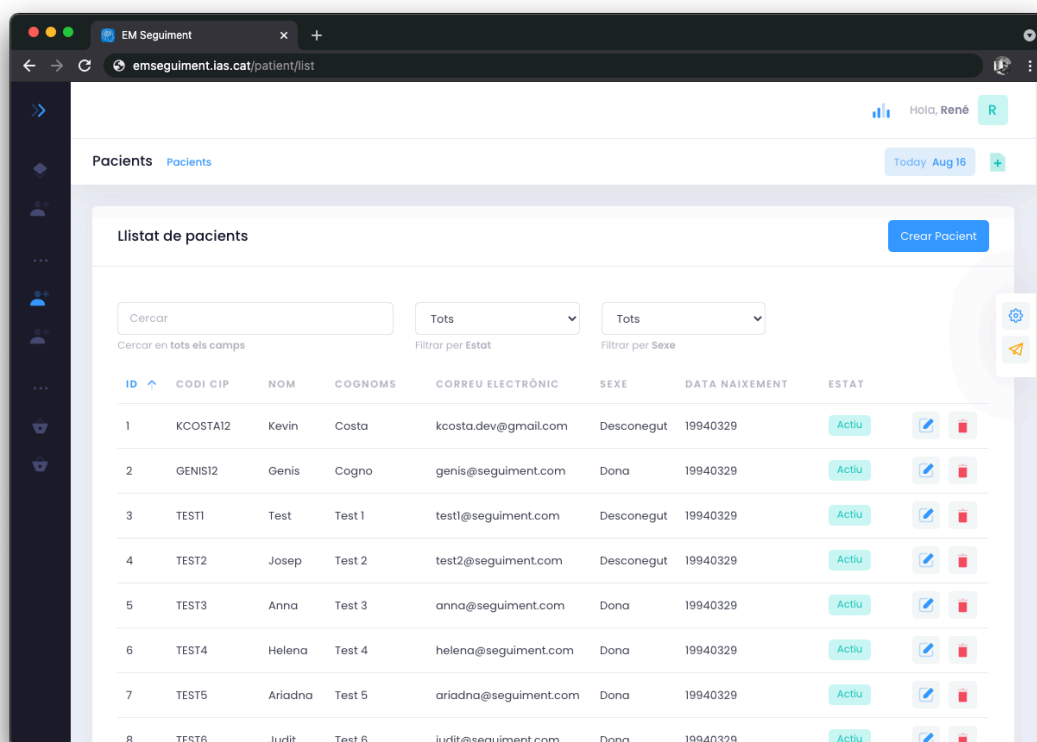


Pantalla 19. CMS - Implementació de l'accés

5.3.2.Llistat de doctors, pacients, formularis, exercicis i assignacions

A l'hora de llistar els diferents continguts de l'aplicació ja siguin doctors, pacients, formularis, exercicis i assignacions s'ha optat per seguir un concepte homogeni. D'aquesta manera tots els llistats de l'aplicació seran molt semblants i seguiran un mateix estil de representació de les dades, on cada element tindrà unes possibles accions. Aquestes accions poden ser:

- **Crear:** nous elements com usuaris.
- **Editar:** les dades dels pacients o els doctors.
- **Esborrar:** esborrar qualsevol element com doctors, pacients, assignacions, etc.
- **Detall:** mostrar el detall dels pacients, doctors, formularis, etc.
- **Assignar:** realitzar assignacions als pacients, siguin de formularis o exercicis.



The screenshot shows a web browser window with the URL `emseguiment.ias.cat/patient/list`. The page title is "Pacients" and the user is logged in as "Hola, René". The main content area is titled "Llistat de pacients" and features a "Crear Pacient" button. Below this is a search bar and two dropdown filters: "Tots" for "Filtrar per Estat" and "Tots" for "Filtrar per Sexe". The table below has the following columns: ID, Codi CIP, Nom, Cognoms, Correu Electrònic, Sexe, Data Naixement, and Estat. The table contains 8 rows of test data.

ID	CODI CIP	NOM	COGNOMS	CORREU ELECTRÒNIC	SEXE	DATA NAIXEMENT	ESTAT
1	KCOSTA12	Kevin	Costa	kcosta.dev@gmail.com	Desconegut	19940329	Actiu
2	GENISI2	Genis	Cogno	genis@seguiment.com	Dona	19940329	Actiu
3	TEST1	Test	Test 1	test1@seguiment.com	Desconegut	19940329	Actiu
4	TEST2	Josep	Test 2	test2@seguiment.com	Desconegut	19940329	Actiu
5	TEST3	Anna	Test 3	anna@seguiment.com	Dona	19940329	Actiu
6	TEST4	Helena	Test 4	helena@seguiment.com	Dona	19940329	Actiu
7	TEST5	Ariadna	Test 5	ariadna@seguiment.com	Dona	19940329	Actiu
8	TEST6	Judit	Test 6	judit@seguiment.com	Dona	19940329	Actiu

Pantalla 20. CMS - Implementació de llistats

En la **Pantalla 20. CMS - Implementació de llistats**, es pot observar la implementació del llistat de tots els pacients de la plataforma. Per cada pacient es mostren les dades més importants sobre ells. A part, cada un té uns botons que permeten realitzar diferents accions que s'han comentat anteriorment. Des d'aquesta mateixa pantalla es podran afegir altres pacients omplint un formulari amb totes les seves dades personals. Per últim, a dalt de tot del llistat, es pot observar diferents camps per filtrar el contingut de la llista. Aquests filtres facilitaran molt la feina de l'equip mèdic a l'hora de trobar un pacient en concret.

Les pantalles de llistat de doctors, llistat de formularis, llistat d'exercicis i en definitiva tot el que es tracti de mostrar en un format de llista, segueix el mateix concepte. D'aquesta manera s'aconsegueix aquesta homogeneïtat que es busca per tota la plataforma.

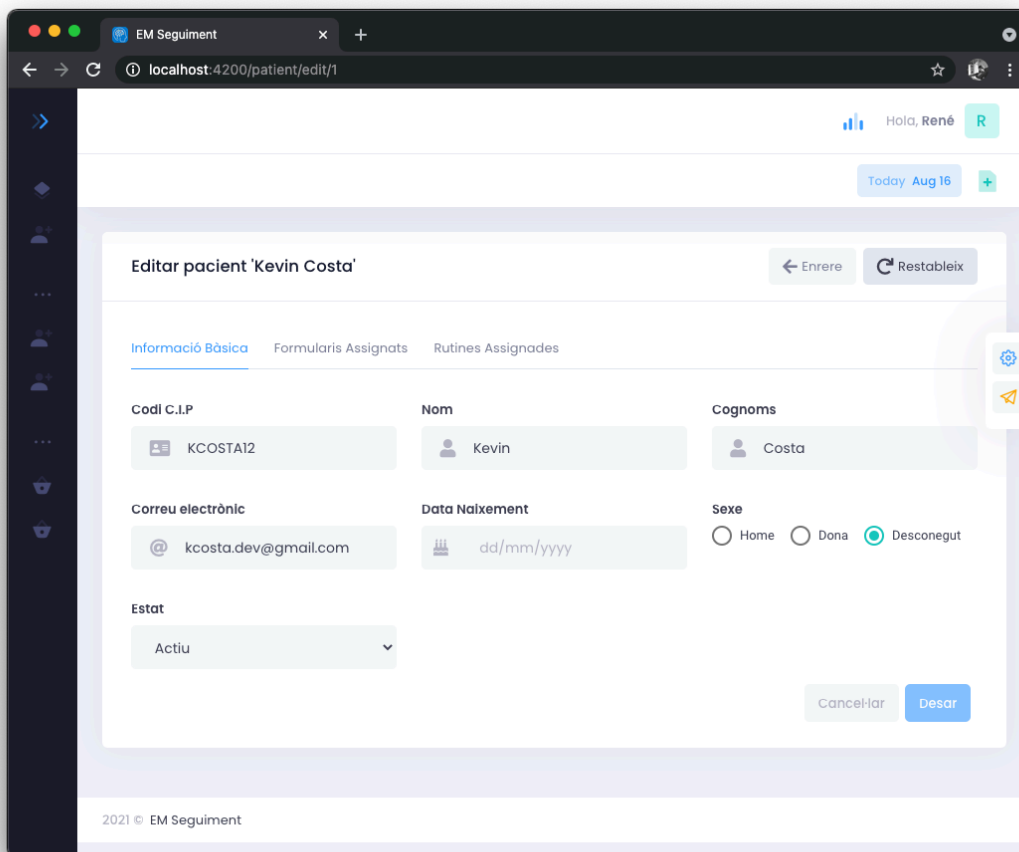
5.3.3. Perfil de pacient

Des d'aquesta pantalla es poden consultar les dades principals d'un usuari en concret com el codi CIP, nom, cognom, correu electrònic, data de naixement, gènere, el seu estat, etc. Des d'aquí mateix es podran actualitzar els diferents camps comentats anteriorment, excepte el correu electrònic. En aquesta primera versió, el correu electrònic és l'únic camp que no es pot actualitzar, ja que serveix com identificador per iniciar sessió en la plataforma (en futures implementacions es contempla poder actualitzar el correu electrònic).

Un atribut molt important, és la gestió de l'estat de l'usuari. Amb aquest estat es pot controlar l'accés dels diferents usuaris a la plataforma. Un usuari pot tenir els següents estats:

- **Pendent de validació:** quan un usuari es registra per primera vegada, estarà en aquest estat fins que un membre de l'equip mèdic validi el seu compte. En aquest estat l'usuari no podrà accedir a la plataforma.
- **Actiu:** un cop el compte estigui validat, l'usuari podrà accedir a la plataforma. Es tracta de l'estat on la majoria d'usuaris es trobaran.

- **Deshabilitat:** per motius de seguretat l'equip mèdic pot deshabilitar diferents usuaris. Aquesta acció implicarà que els usuaris no puguin accedir a la plataforma.
- **Recuperació:** quan un usuari vol recuperar la seva contrasenya se li assigna aquest estat. El pròxim cop que iniciï sessió li demanarà forçadament que canviï la contrasenya autogenerada i tornarà a tenir l'estat d'actiu.

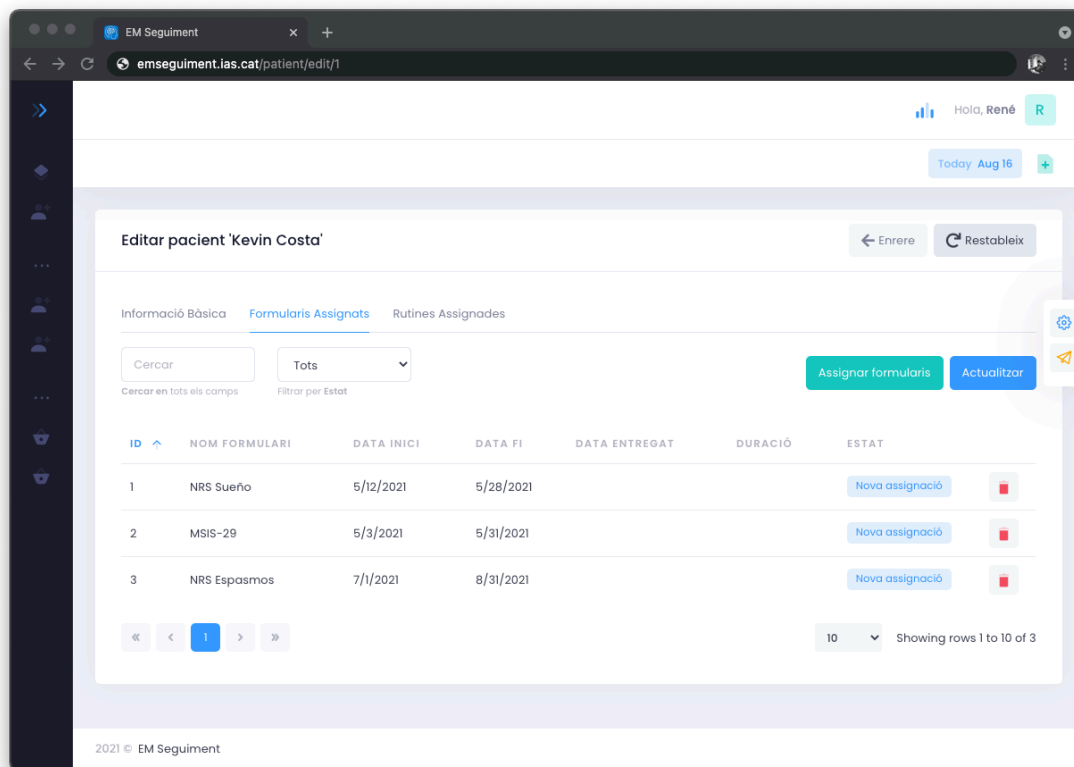


Pantalla 21. CMS - Implementació perfil de pacient

En la **Pantalla 21. CMS - Implementació perfil de pacient**, es poden observar tres pestanyes diferents que són:

- **Informació bàsica:** la informació de l'usuari que s'ha comentat anteriorment.

- **Formularis assignats:** en aquesta pestanya es mostrarà un llistat de tots els formularis que se li ha assignat al pacient i es podrà visualitzar la informació més important amb accions.
- **Rutines assignades:** de la mateixa manera que en els formularis, es mostraran tots els exercicis assignats en una llista. Amb les rutines només es podrà visualitzar l'estat de l'assignació, quin temps ha trigat a completar tots els exercicis i la data en què els ha completat. No es mostrarà més detall amb els exercicis, ja que no aporta cap valor.



Pantalla 22. CMS - Implementació formularis assignats

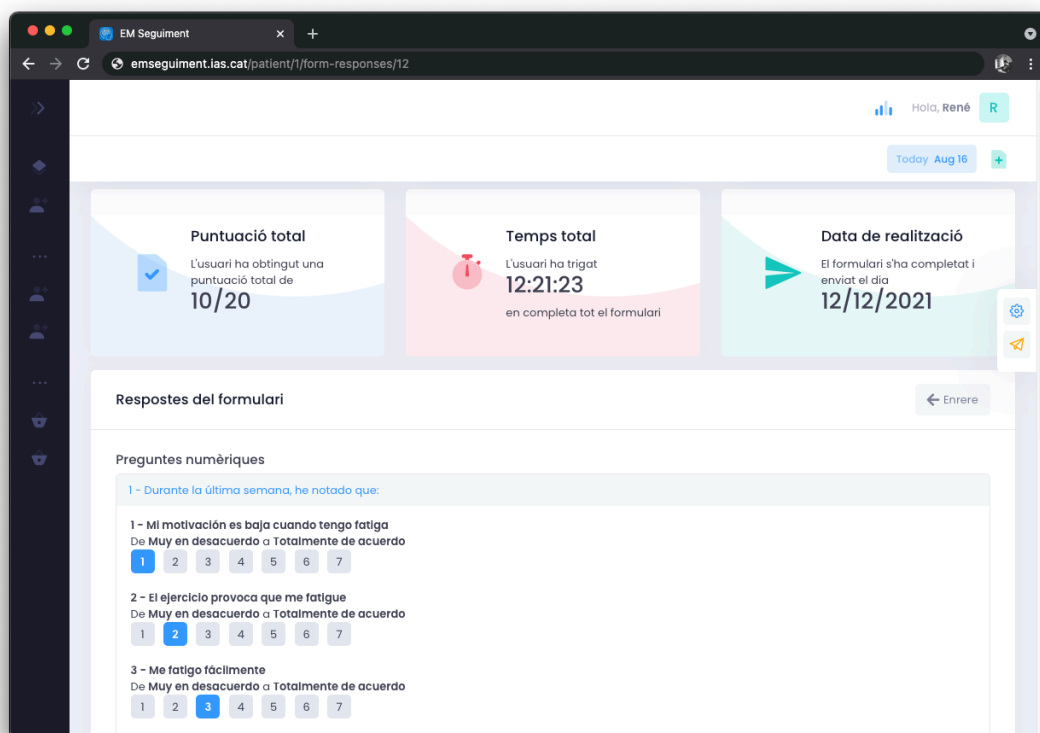
En la **Pantalla 22. CMS - Implementació formularis assignats**, es pot observar el llistat de tots formularis assignats a un pacient. En cada element es mostra informació rellevant sobre l'assignació i unes accions possibles. Depenent de l'estat del formulari les accions varien, per exemple un cop l'usuari ha completat un formulari ja no es podrà esborrar. L'acció d'esborrar desapareix i n'apareix una de nova que serveix per veure el resultat que ha enviat l'usuari sobre el formulari. Pel cas dels exercicis assignats, el funcionament és exactament el mateix.

Cal destacar que el perfil dels doctors serà semblant al dels usuaris amb l'única diferència que els doctors no tindran aquestes dues pestanyes que s'acaben de comentar.

5.3.4. Resultats de formularis

Quan un usuari envia les respostes del seu formulari, en **Pantalla 22. CMS - Implementació formularis assignats**, es mostrarà com a completat el formulari en qüestió i es podran veure les respostes que ha enviat l'usuari. Com s'ha comentat en apartats anteriors, les preguntes dels formularis poden ser de dos tipus, tant numèriques com de text. Depenent de cada cas es mostraran les respostes d'una manera o una altra.

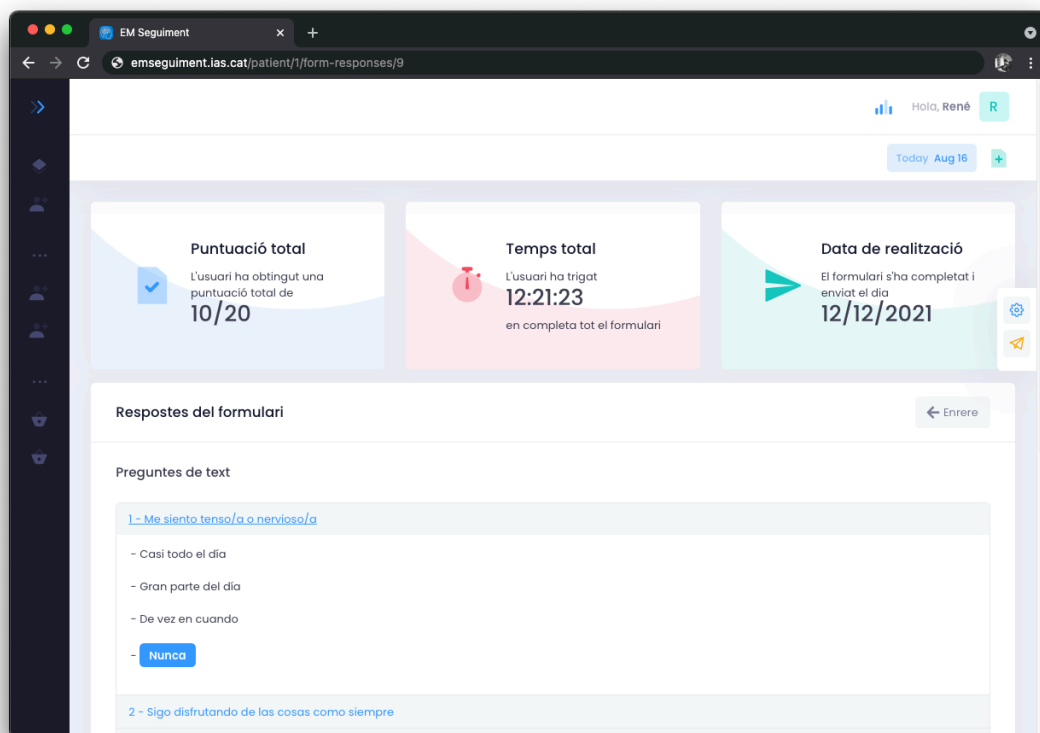
Començant per les preguntes de tipus numèriques, en la **Pantalla 23. CMS - Implementació respostes de formularis numèriques**, es pot observar com es veuen les respostes numèriques enviades.



Pantalla 23. CMS - Implementació respostes de formularis numèriques

Com es pot observar en la captura, existeix un bloc de preguntes que diu "Durante la última semana, he notado que:" i a sota es mostren les diferents preguntes numèriques. Llavors amb color blau s'indica quina és la resposta escollida de l'usuari en cada cas.

En el cas de les preguntes de text, el funcionament és semblant a l'anterior. Es mostraran diferents desplegable on cada un d'aquest serà la pregunta i a sota tindrà les diferents opcions de resposta. Amb color blau es mostrarà quina és la resposta escollida per l'usuari. En la **Pantalla 24. CMS - Implementació respostes de text**, es pot observar de manera gràfica com són les preguntes de text.



Pantalla 24. CMS - Implementació respostes de text

En les últimes pantalles on es mostren les respostes enviades pels pacients, es poden observar tres requadres diferents. Aquests donen informació sobre el formulari enviat. Aquesta informació ens diu quina és la puntuació obtinguda per l'usuari amb totes les respostes, el temps que ha trigat per completar tot el formulari i la data en què ha estat enviat. Aquesta informació sol ser molt útil per l'equip mèdic a l'hora de prendre decisions.

5.4. Implementació Backend

El backend serà l'encarregat de la comunicació entre les plataformes i la BDD. Per aquesta implementació es farà servir **la versió 2.2.6 de Spring Boot**. Gràcies al fet que es redueix el temps de desenvolupament i augmenta l'eficiència del software desenvolupat, són uns dels principals motius pels quals s'ha escollit Spring Boot com a plataforma del backend. Spring Boot utilitzarà la **versió 1.8 de l'SDK de Java**.

De la mateixa manera que en la implementació de l'aplicació Android, pel backend es poden fer servir dos tipus de llenguatge: Java i Kotlin. En aquest cas s'ha optat per fer servir la **versió 1.3.71 de Kotlin**, pels mateixos motius que en la implementació Android.

Per últim s'ha fet servir l'IDE²⁹ d'**Intellij IDEA versió 2021.1.1** per programar totes les funcionalitats previstes. A part d'Intellij IDEA, s'ha fet servir el programa **Postman**. Aquest programa serveix per realitzar peticions HTTP, amb el qual es poden validar diferents EndPoints d'un backend i comprovar que el seu funcionament sigui correcte.

²⁹ IDE: Un entorn de desenvolupament integrat o entorn de desenvolupament interactiu, en anglès Integrated Development Environment, és una aplicació informàtica que proporciona serveis integrals per facilitar-li al desenvolupador o programador el desenvolupament de programari.

5.4.1. EndPoints

Són els encarregats de rebre totes les peticions HTTP que poden arribar al backend. Per mantenir un ordre i coherència s'han creat controladors per cada grup d'accions. És a dir, totes les accions relacionades amb l'accés de l'aplicació està en un *Controller*, en un altre hi ha totes les accions sobre els pacients i així per tots els elements.

Per agrupar totes les accions es parteix d'una URI³⁰ base. D'aquesta base en neixen d'altres secundàries que permeten realitzar diferents accions. Per exemple es pot tenir l'URI base `/api/access` i a partir d'aquesta en poden néixer d'altres com és el cas de `/api/access/login` que serveix per iniciar sessió. En total aquest projecte es compon **per deu controladors**, les URIs bases dels controladors són les següents:

- **api/access**: gestió de l'accés a l'aplicació, recuperació de contrasenya, etc.
- **api/doctor**: gestió de tot el que està relacionat amb els doctors.
- **api/patient**: gestiona tot el que està relacionat amb els pacients.
- **api/form**: control sobre els diferents formularis de la plataforma.
- **api/formCategory**: gestiona totes les categories de formularis.
- **api/workout**: gestió de tots els exercicis i les rutines d'exercicis.
- **api/workoutCategory**: gestió de totes les categories d'exercicis.
- **api/form/assignment**: es gestionen totes les assignacions de formularis als pacients.
- **api/workout/assignment**: es gestionen totes les assignacions d'exercicis als pacients.
- **api/notificacion**: es gestionen tot el que està relacionat amb l'enviament de notificacions push.

³⁰ URI: Un testimoni de recursos uniforme és una cadena de caràcters que identifica els recursos d'una xarxa de forma unívoca.

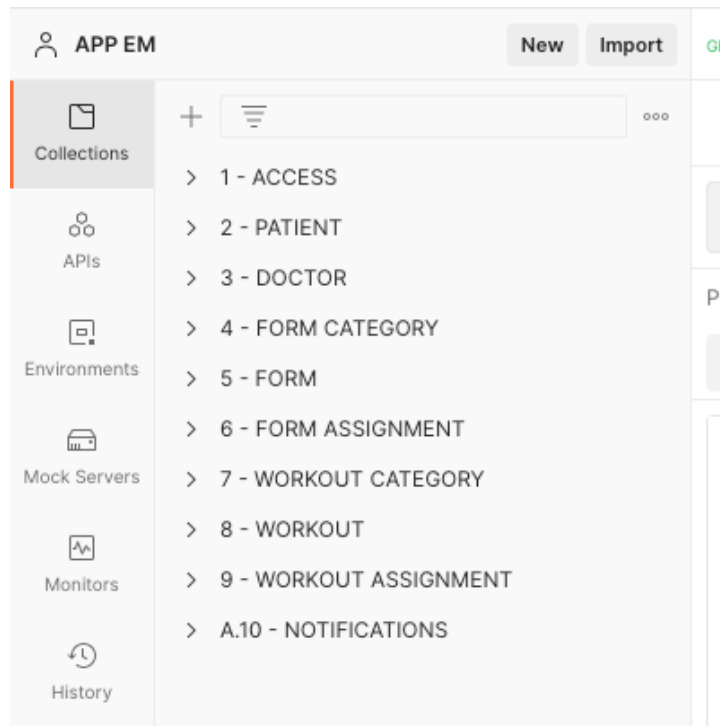


Figura 34. Crides del backend amb Postman

En la **Figura 34. Crides del backend amb Postman**, es poden observar els deu grups de crides HTTP amb el programa de Postman. En cada un dels grups s'han implementat una mitjana de **sis URIs** diferents que permeten realitzar accions per gestionar la base de dades. En la **Figura 15. Crides d'una API**, es pot observar un exemple de totes les crides que disposa la gestió de l'accés.

5.4.2. Controis d'errors i seguretat

Depenent de les crides que es realitzen al backend es poden produir diferents errors com per exemple que no s'enviïn els paràmetres corresponents a una crida. Aquest fet provocaria que es llancés una excepció i es retornaria un missatge amb l'error o excepció corresponent. Això permetrà tenir una millor gestió i control sobre el que passa amb el backend. Concretament es poden llençar excepcions de dos tipus:

- **Excepcions de controladors:** es llencen quan no es compleix amb els requisits d'una crida en concreta o es realitza una acció no permesa en els EndPoints.

- **Excepcions de servei:** es llencen quan es produeixen excepcions a l'hora de gestionar la BDD, com per exemple que la contrasenya d'un usuari no coincideix.
- **Excepcions genèriques:** engloba a tota mena d'errors que no es produeixen en l'àmbit de controlador o de servei.

Un aspecte molt important en el backend, és la seguretat i per aquest motiu s'ha implementat el sistema de JWT. Aquests tokens permeten identificar als usuaris, ja que són únics. Per incrementar la seguretat, els tokens tenen una vida útil d'una setmana. És a dir, un cop hagi passat la setmana des del dia en que es va generar el token, aquest s'haurà de refrescar si es vol continuar comunicant amb el servidor.

A part de la implementació de tokens, es fan servir **crides HTTPS pel port 443**. Aquestes crides permeten que la comunicació amb el servidor i les plataformes siguin tan segures com sigui possible. Per dur a terme aquestes crides l'hospital ha posat a disposició del projecte un **certificat SSL** validat que permet acreditar l'autoria del servidor i encripta les comunicacions que es realitzin. Aquest fet dona un plus de seguretat afegit.

5.4.3. Notificacions push i email sender

Com s'ha comentat en apartats anteriors, les aplicacions mòbils tenen la capacitat de poder rebre notificacions push. L'encarregat d'enviar aquestes notificacions push automatitzades és el backend. Quan es produeix una acció determinada, s'encarrega automàticament d'enviar una notificació a l'usuari afectat amb informació al respecte. Un cop s'ha enviat la notificació la desa en la BDD perquè l'usuari la pugui recuperar més tard. Les següents accions són les que produeixen que s'enviïn una notificació als usuaris:

- **Nova assignació de formularis:** quan un membre de l'equip mèdic assigna un formulari a un pacient, aquest rep en el seu dispositiu un avís.

- **Nova assignació d'exercicis:** de la mateixa manera que amb els formularis, es notificarà a l'usuari cada cop que tingui una nova assignació d'exercicis.

Aquestes notificacions que s'envien estan preparades per poder contenir imatges o enllaços. Això li dona un valor afegit a tot el projecte, pel fet que els membres de l'equip mèdic puguin enviar avisos o informació extra en cada notificació.

Un altre aspecte que s'ha comentat en apartats anteriors ha sigut la possibilitat de rebre correus electrònics als comptes dels usuaris. El backend disposa de la configuració per poder enviar correus electrònics mitjançant Google, per poder notificar als pacients les accions que es realitzen respecte a la seva compta. Els usuaris de la plataforma rebran un correu electrònic quan es realitzi:

- **Nou registre d'usuari:** quan un usuari es registra per primera vegada en la plataforma, se li enviarà un correu notificant que el registre s'ha realitzat correctament i que està a l'espera de la validació de l'equip mèdic.
- **Nova creació d'usuari:** l'equip mèdic disposa de la possibilitat de crear nous pacients des del gestor CMS. Quan es creï un nou pacient, aquest rebrà un correu amb la confirmació de la creació i una contrasenya generada automàticament per poder accedir-hi.
- **Canvi de contrasenya:** cada cop que l'usuari actualitzi la contrasenya de la seva compta, se li enviarà un correu electrònic notificant aquest canvi.
- **Nova contrasenya:** quan l'usuari s'oblida de la seva contrasenya, en pot sol·licitar una de nova. Quan realitzi aquesta sol·licitud, rebrà en el seu correu la nova contrasenya generada automàticament.
- **Validació d'usuari:** cada cop que es registra un nou usuari, aquest ha de ser validat per l'equip mèdic per poder accedir a la plataforma.

Quan aquesta validació es produeix, l'usuari rebrà un correu notificant que ja pot accedir a la plataforma.

5.5. Proves, tests i resultats

Amb el desenvolupament de les diferents plataformes, s'han realitzat proves sobre diferents entorns controlats. Aquests entorns són els següents:

- **En local:** en una primera etapa de desenvolupament, totes les proves i desplegaments s'han realitzat de manera local en una màquina local. Aquest fet permet que es puguin realitzar millor les proves de desenvolupament i la integració amb altres sistemes.
- **Extern:** un cop el desenvolupament està molt avançant, s'ha optat per realitzar proves en un entorn que no fos local. D'aquesta manera s'aconseguiria una simulació amb l'entorn real on s'allotjarà tota la plataforma. Per realitzar aquestes proves externes, es va crear un compte a **Amazon Web Services (AWS)**. Amb AWS es va crear una instància de servidor virtual que allotjava el servidor backend i la resta de plataformes realitzaven les crides a aquest servidor. En la **Figura 35. Instància servidor a AWS**, es pot observar la instància que es va utilitzar per realitzar aquestes proves externes. Els atributs de hardware d'aquesta instància són els bàsics com 8GB de memòria, 2GB de RAM, accés a internet, ports habilitats 8080 i 443, etc.

The screenshot displays the AWS Management Console interface for an EC2 instance. At the top, there's a navigation bar with 'Instancias (1/1)' and 'Información'. Below it, there are buttons for 'Conectar', 'Estado de la instancia', 'Acciones', and 'Lanzar Instancias'. A search bar for filtering instances is also present. The instance list shows one instance with ID 'i-0f95a199b9107f16b', state 'Detenida', type 't2.micro', and 'Sin alarmas'. The details panel for this instance is expanded, showing tabs for 'Detalles', 'Seguridad', 'Redes', 'Almacenamiento', 'Comprobaciones de estado', 'Monitoreo', and 'Etiquetas'. The 'Resumen de instancia' section contains the following information:

ID de la instancia i-0f95a199b9107f16b	Dirección IPv4 pública -	Direcciones IPv4 privadas 172.31.10.175
Estado de la instancia Detenida	DNS de IPv4 pública -	DNS IPv4 privado ip-172-31-10-175.us-east-2.compute.internal
Tipo de instancia t2.micro	Direcciones IP elásticas No se pudieron recuperar las direcciones IP elásticas	ID de VPC vpc-215dda4a
Hallazgo de AWS Compute Optimizer An unknown error occurred Reintentar	Rol de IAM -	ID de subred subnet-530ba438

Figura 35. Instància servidor a AWS

- Servidor de l'hospital:** per últim i més important s'ha realitzat el desplegament de tota la plataforma i en els servidors de l'hospital, que serà on s'allotjarà la plataforma. Per poder dur a terme aquesta operació ha calgut molta comunicació i col·laboració amb els membres de l'equip tècnic de l'hospital. Un cop els tècnics han donat d'alta la instància on viurà la plataforma, s'ha configurat i programat tot el que feia falta perquè el backend i el gestor CMS pogués funcionar des de l'hospital. En la **Figura 36. Instància servidor de l'hospital**, es pot observar la instància que es va crear per l'equip informàtic de l'hospital. Aquesta instància té un rendiment molt més elevat que la instància d'AWS, ja que es farà servir en entorns reals.

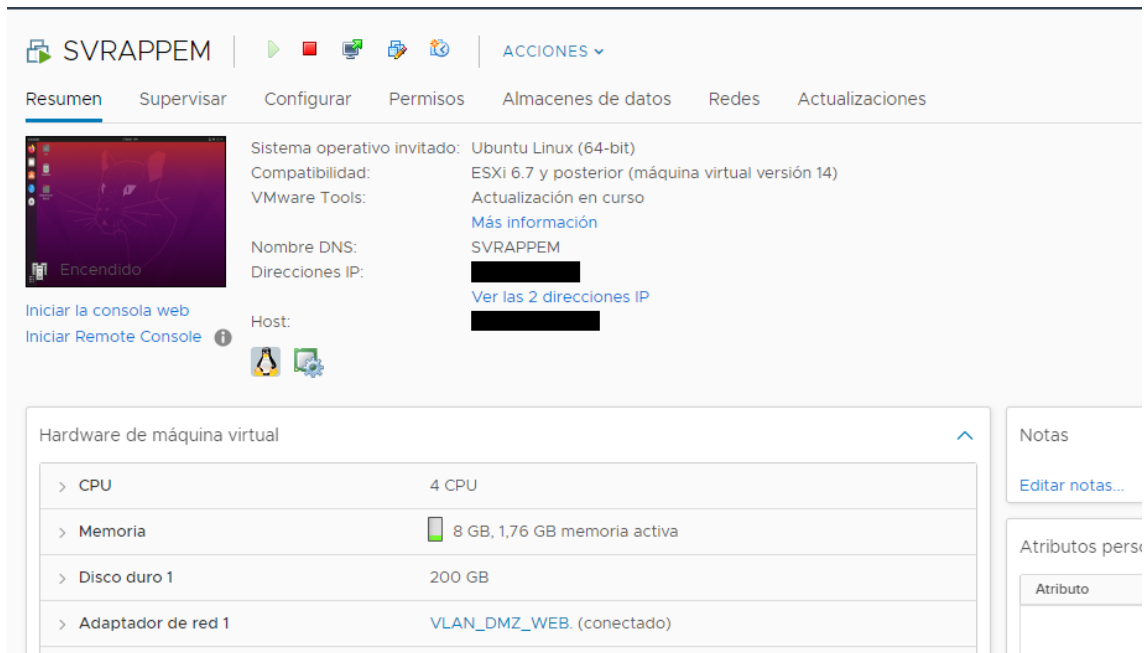


Figura 36. Instància servidor de l'hospital

Aquestes proves han permès que el software desenvolupat estigués treballant en entorns el màxim real possibles. Un cop s'han realitzat aquestes proves i s'ha confirmat que el seu funcionament fos el correcte, s'ha realitzat el desplegament de tot el software en l'entorn de l'hospital que és on funcionarà.

A l'hora de realitzar diferents tests i comprovar que el funcionament fos el correcte, s'han realitzat testos de forma manual pel desenvolupador, jo autor d'aquesta memòria, i pel Dr. Robles. Amb aquestes iteracions s'han validat les diferents funcionalitats que s'han implementat. Aquesta feina realitzada ha assegurat que els pacients no es trobin amb cap o el mínim nombre d'errors de programació i d'aquesta manera incrementar la seva experiència amb el software.

Els resultats obtinguts de tot el desenvolupament i implementació han sigut molt satisfactoris, ja que s'ha obtingut un software de qualitat. Aquest software compleix amb totes les funcionalitats que s'havien platejat a l'inici del projecte.

6. Conclusions

Aquest projecte va néixer per solucionar una necessitat real que engloba tres tecnologies molt diferents que eren: una plataforma amb **aplicació mòbil** per pacients, un **gestor web** per metges i un **backend** per realitzar la comunicació de les dues primeres i la **base de dades**.

En relació a l'aplicació mòbil amb les tecnologies d'**iOS** i **Android**, s'han assolit tots els objectius establerts a l'inici del projecte. Donant una plataforma mòbil simple, senzilla i intuïtiva pels pacients. Aquesta aplicació dotarà als pacients amb la possibilitat de rebre **notificacions**, realitzar **formularis**, realitzar **exercicis** físics i consultar el seu **progrés**.

Amb el gestor web desenvolupat amb la tecnologia **Angular**, es pot dir que s'ha aconseguit un molt bon resultat i s'han complert els objectius establerts per l'equip mèdic. Aquest gestor desenvolupat dona la capacitat d'**assignar formularis**, **assignar rutines d'exercicis**, **gestionar doctors**, **gestionar pacients** i **visualitzar objectius**.

La comunicació entre les plataformes per poder accedir a la BDD és un factor molt import i que recau sobre el backend i la seva API. Aquesta està perfectament estructurada, permetent una gestió senzilla i fàcil. A part un aspecte molt important és la seguretat el qual ha **satisfet tots els requeriments** del **CEIC** que es demanaven. Aquesta seguretat comporta tenir sistemes de sessions d'usuaris controlades per **tokens**, **comunicacions encriptades per SSL**, etc.

Per últim s'ha aconseguit una part molt important i difícil que és estructurar totes les dades de formularis, exercicis, dades de pacients i dades de metges en una base de dades. Amb **aquesta BDD**, que **s'ha creat des de zero i a mida** pel projecte, permet recollir totes les dades necessàries per poder realitzar un millor seguiment dels pacients.

La BDD **desenvolupada a mida** combinada amb el backend, fa que tot el projecte tingui una base molt sòlida i consistent de funcionament. Aquest fet permet que les dues plataformes puguin funcionar perfectament i estiguin a l'altura de les expectatives tant de pacients com de l'equip mèdic i hospital.

6.1. Conclusions personals

Desenvolupar aquest projecte m'ha suposat tot un repte personal, ja que mai havia portat un projecte tan gros i que estigués relacionat amb la mèdica.

El fet de poder treballar amb dos dels hospitals més importants de la província de Girona, ha fet que sigui l'escenari ideal per poder **aplicar tots els coneixements assolits** durant els darrers quatre anys de grau. I sens dubte ha deixat un gran sabor de boca, ja que s'han complert amb els objectius previstos i els resultats obtinguts han sigut **molt satisfactoris**.

Un aspecte molt important que cal destacar ha sigut, arribar al nivell de professionalitat amb el que treballen tots els membres de l'equip mèdic, per poder donar la millor atenció als pacients. Aquesta professionalitat implica participar en diferents reunions amb **farmacèutiques**, reunions amb altres **hospitals**, reunions amb membres directius dels hospitals com el **Dr. Joaquim Casanovas** o **visites a pacients**.

Per una altra part, cal destacar tota l'experiència assimilada treballant amb entorns mèdics. Aquesta experiència passa per com es gestionen els **processos mèdics**, quina és la jerarquia dins dels hospitals i el seu funcionament, etc.

Sens dubte ha sigut una experiència molt gratificant i engrescadora poder treballar amb l'equip mèdic de neurologia de l'**Hospital Santa Caterina** i l'**Hospital Universitari Dr. Josep Trueta**.

Per aquest motiu crec que aquest projecte estableix com a precedent pels hospitals i universitaris la capacitat de poder dur a terme projectes de I+D que estiguin relacionats amb la medicina. Amb la intenció d'obrir camí a joves

universitaris la possibilitat de poder treballar i formar part dels equips mèdics del sistema sanitari català.

7. Treball futur

Analitzant la feina desenvolupada, es pot observar que s'ha complert amb totes les funcionalitats i especificacions establertes a l'inici del projecte. Aquest fet fa que el treball futur que es pugui realitzar sigui la integració de noves funcionalitats. Aquestes funcionalitats poden ser de dos tipus, a curt termini i a llarg termini.

A curt termini:

- Validació per part de l'equip mèdic d'una manera més exhaustiva per poder certificar que el funcionament de les plataformes siguin correctes.
- Contemplar l'ampliació del ventall d'exercicis per poder assignar als pacients. Aquesta tasca recau en l'equip mèdic, ja que han d'analitzar tots els exercicis i decidir quins són els més aptes perquè els pacients els puguin realitzar de manera autònoma.
- De la mateixa manera que amb els exercicis, contemplar l'ampliació de la varietat de formularis. Aquesta feina també recau en l'equip mèdic.

A llarg termini:

- Integració de nous sistemes de recollida de dades de forma passiva amb diferents sensors. Sobre aquest aspecte, l'hospital està negociant amb l'empresa **Feetme** la possibilitat d'implementar les seves plantilles intel·ligents amb la plataforma. A part de les plantilles també existeixen altres mètodes per poder recollir informació com poden ser les polseres intel·ligents.
- Per últim, i potser el més engrescador, seria l'aplicació de tècniques d'Intel·ligència Artificial per poder analitzar les dades recollides. Aquest anàlisi de les dades permetria donar molta més informació a l'equip mèdic en relació amb els seus pacients.

8. Annexos

8.1. Formularis

En els següents apartats es detallen breument i es mostren les preguntes i respostes de les diferents escales que han sigut implementades en la plataforma.

8.1.1. Escala de control de la bufeta BLCS

Els problemes de la bufeta són un símptoma comú i sovint invalidant en l'EM. L'escala de control de la bufeta MSQLI consta de 4 ítems escrits específicament per a aquest estudi basats en les aportacions d'especialistes en EM (principalment infermeres). En la **Figura 37. Formulari BLCS**, es poden observar totes les preguntes i respostes.

**During the past 4 weeks,
how often have you...**

	<u>Not at all</u>	<u>Once</u>	<u>Two to four times</u>	<u>More than weekly but not daily</u>	<u>Daily</u>						
1. lost control of your bladder or had an accident?	0	1	2	3	4						
2. almost lost control of your bladder or had an accident?	0	1	2	3	4						
3. altered your activities because of bladder problems?	0	1	2	3	4						
4. During the <u>past 4 weeks</u>, how much have bladder problems restricted your overall lifestyle? (Please circle one number.)											
Not at all	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Severely 10

Figura 37. Formulari BLCS

8.1.2. Fuctional System Scores

L'FSS constitueix un dels instruments d'avaluació més antics i probablement els més utilitzats en EM. Basant-se en un examen neurològic estàndard, es classifiquen els 7 sistemes funcionals. Aquestes classificacions s'utilitzen conjuntament amb observacions i informació sobre la marxa i l'ús de dispositius d'assistència per avaluar l'EDSS. Cadascun dels FSS és una escala de classificació clínica ordinal que oscil·la entre 0 i 5 o 6. En la **Figura 38. Formulari FSS**, es poden observar totes les preguntes i respostes.

Escala de severidad de la fatiga - FSS - (Krupp, 1989)							
Durante la última semana, he notado que:	Muy en desacuerdo					Totalmente de acuerdo	
Mi motivación es baja cuando tengo fatiga	1	2	3	4	5	6	7
El ejercicio provoca que me fatigue	1	2	3	4	5	6	7
Me fatigo fácilmente	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con mi rendimiento físico	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga me causa problemas frecuentemente	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga me impide una actividad física sostenida	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con ciertas tareas y responsabilidades	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga está entre mis tres síntomas más incapacitantes	1	2	3	4	5	6	7
La fatiga interfiere con mi trabajo, familia o vida social	1	2	3	4	5	6	7

Puntuación total = 1 a 7 (la puntuación total se divide entre 9. Cuanto más alto, peor)

Figura 38. Formulari FSS

8.1.3. ED-5D

EQ-5D és una mesura estandarditzada de la qualitat de vida relacionada amb la salut desenvolupada pel Grup EuroQol. L'EQ-5D avalua l'estat de salut en termes de cinc dimensions de salut i es considera un qüestionari "genèric" perquè aquestes dimensions no són específiques per a cap grup de pacients o afeccions de salut. En la **Figura 39. Formulari EQ-5D**, es poden observar totes les preguntes i respostes.

Under each heading, please tick the **ONE** box that best describes your health **TODAY**

MOBILITY

- I have no problems in walking about
- I have slight problems in walking about
- I have moderate problems in walking about
- I have severe problems in walking about
- I am unable to walk about

SELF-CARE

- I have no problems washing or dressing myself
- I have slight problems washing or dressing myself
- I have moderate problems washing or dressing myself
- I have severe problems washing or dressing myself
- I am unable to wash or dress myself

USUAL ACTIVITIES (e.g. work, study, housework, family or leisure activities)

- I have no problems doing my usual activities
- I have slight problems doing my usual activities
- I have moderate problems doing my usual activities
- I have severe problems doing my usual activities
- I am unable to do my usual activities

PAIN / DISCOMFORT

- I have no pain or discomfort
- I have slight pain or discomfort
- I have moderate pain or discomfort
- I have severe pain or discomfort
- I have extreme pain or discomfort

ANXIETY / DEPRESSION

- I am not anxious or depressed
- I am slightly anxious or depressed
- I am moderately anxious or depressed
- I am severely anxious or depressed
- I am extremely anxious or depressed

Figura 39. Formulari EQ-5D

8.1.4. Multiple Sclerosis Impact Scale

El MSIS-29 és una mesura d'autoinforme de 29 ítems amb 20 ítems associats a una escala física i 9 ítems amb una escala psicològica. Els ítems pregunten sobre l'impacte de l'EM en el dia a dia de les darreres dues setmanes. Tots els ítems tenen 5 opcions de resposta: 1 "gens" a 5 "extremadament". Cadascuna de les dues escales es puntuen sumant les respostes entre els ítems, i després es converteix a una escala de 0 a 100 on 100 indica un major impacte de la malaltia en la funció diària (pitjor salut). En la **Figura 40. Formulari MSIS-29**, es poden observar totes les preguntes i respostes.

In the past two weeks, how much has your MS limited your ability to...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
1.	Do physically demanding tasks?	1	2	3	4	5
2.	Grip things tightly (e.g. turning on taps)?	1	2	3	4	5
3.	Carry things?	1	2	3	4	5

In the past two weeks, how much have you been bothered by...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
4.	Problems with your balance?	1	2	3	4	5
5.	Difficulties moving about indoors?	1	2	3	4	5
6.	Being clumsy?	1	2	3	4	5
7.	Stiffness?	1	2	3	4	5
8.	Heavy arms and/or legs?	1	2	3	4	5
9.	Tremor of your arms or legs?	1	2	3	4	5
10.	Spasms in your limbs?	1	2	3	4	5
11.	Your body not doing what you want it to do?	1	2	3	4	5
12.	Having to depend on others to do things for you?	1	2	3	4	5

In the past two weeks, how much have you been bothered by...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
13.	Limitations in your social and leisure activities at home?	1	2	3	4	5
14.	Being stuck at home more than you would like to be?	1	2	3	4	5
15.	Difficulties using your hands in everyday tasks?	1	2	3	4	5
16.	Having to cut down the amount of time you spent on work or other daily activities?	1	2	3	4	5
17.	Problems using transport (e.g. car, bus, train, taxi, etc.)?	1	2	3	4	5
18.	Taking longer to do things?	1	2	3	4	5
19.	Difficulty doing things spontaneously (e.g. going out on the spur of the moment)?	1	2	3	4	5
20.	Needing to go to the toilet urgently?	1	2	3	4	5
21.	Feeling unwell?	1	2	3	4	5
22.	Problems sleeping?	1	2	3	4	5
23.	Feeling mentally fatigued?	1	2	3	4	5
24.	Worries related to your MS?	1	2	3	4	5
25.	Feeling anxious or tense?	1	2	3	4	5
26.	Feeling irritable, impatient, or short tempered?	1	2	3	4	5
27.	Problems concentrating?	1	2	3	4	5
28.	Lack of confidence?	1	2	3	4	5
29.	Feeling depressed?	1	2	3	4	5

Figura 40. Formulari MSIS-29

8.1.5. Hospital Anxiety and Depression Scale (HAD)

Els metges coneixen la importància dels factors emocionals en la majoria de malalties. Si el metge sap quin és l'estat emocional del pacient pot donar una millor ajuda. Aquest qüestionari ha estat confeccionat per ajudar a que els equips mèdics sàpiguen com se senten afectiva i emocionalment els seus pacients. En la **Figura 41. Hospital Anxiety and Depression Scale** es mostren totes les preguntes i respostes de l'escala.

<p>A.1. Me siento tenso/a o nervioso/a:</p> <p>3. Casi todo el día</p> <p>2. Gran parte del día</p> <p>1. De vez en cuando</p> <p>0. Nunca</p>
<p>D.1. Sigo disfrutando de las cosas como siempre:</p> <p>0. Ciertamente, igual que antes</p> <p>1. No tanto como antes</p> <p>2. Solamente un poco</p> <p>3. Ya no disfruto con nada</p>
<p>A.2. Siento una especie de temor como si algo malo fuera a suceder:</p> <p>3. Sí, y muy intenso</p> <p>2. Sí, pero no muy intenso</p> <p>1. Sí, pero no me preocupa</p> <p>0. No siento nada de eso</p>
<p>D.2. Soy capaz de reírme y ver el lado gracioso de las cosas:</p> <p>0. Igual que siempre</p> <p>1. Actualmente, algo menos</p> <p>2. Actualmente, mucho menos</p> <p>3. Actualmente, en absoluto</p>
<p>A.3. Tengo la cabeza llena de preocupaciones:</p> <p>3. Casi todo el día</p> <p>2. Gran parte del día</p> <p>1. De vez en cuando</p> <p>0. Nunca</p>
<p>D.3. Me siento alegre:</p> <p>3. Nunca</p>

- 2. Muy pocas veces
- 1. En algunas ocasiones
- 0. Gran parte del día

A.4. Soy capaz de permanecer sentado/a tranquilo/a y relajado/a:

- 0. Siempre
- 1. A menudo
- 2. Raras veces
- 3. Nunca

D.4. Me siento lento/a y torpe:

- 3. Gran parte del día
- 2. A menudo
- 1. A veces
- 0. Nunca

A.5. Experimento una desagradable sensación de “nervios y hormigueos” en el estómago:

- 0. Nunca
- 1. Sólo en algunas ocasiones
- 2. A menudo
- 3. Muy a menudo

D.5. He perdido el interés por mi aspecto personal:

- 3. Completamente
- 2. No me cuido como debería hacerlo
- 1. Es posible que no me cuide como debiera
- 0. Me cuido como siempre lo he hecho

A.6. Me siento inquieto/a como si no pudiera parar de moverme:

- 3. Realmente mucho
- 2. Bastante
- 1. No mucho
- 0. Nunca

D.6. Espero las cosas con ilusión:

- 0. Como siempre
- 1. Algo menos que antes
- 2. Mucho menos que antes
- 3. En absoluto

A.7. Experimento de repente sensaciones de gran angustia o temor:

- 3. Muy a menudo

2. Con cierta frecuencia 1. Raramente 0. Nunca
D.7. Soy capaz de disfrutar con un buen libro o con un buen programa de radio o televisión: 0. A menudo 1. Algunas veces 2. Pocas veces 3. Casi nunca

Figura 41. Hospital Anxiety and Depression Scale

8.1.6. Freqüència d'espasmes Penn

L'escala de freqüència d'espasmes de Penn és una mesura de la freqüència i gravetat dels espasmes musculars autoavaluats que s'aplica habitualment en estudis que avaluen l'espasticitat en la població. En la **Figura 42. Formulari de Penn**, es poden observar les preguntes i respostes de l'escala.

Escala de frecuencia de espasmos de Penn (Penn RD, 1989)	
Frecuencia de espasmos	Resultado
Sin espasmos	0
Espasmos inducidos solo por estimulación	1
Espasmos con una frecuencia de menos de 1 por hora	2
Espasmos con una frecuencia entre 1 y 10 por hora	3
Espasmos con una frecuencia mayor de 10 por hora	4

Puntuación total = 0 a 22

Figura 42. Formulari de Penn

8.1.7. Satisfacció sexual (SSS)

En la **Figura 43. Formulari de satisfacció sexual**, es pot observar el formulari per avaluar el pacient abans de qualsevol visita i després de finalitzar la visita. Aquests procediments són eficients i eficaços, donant informació rellevant per al diagnòstic, la planificació del tractament i el desenvolupament d'habilitats clíniques.

Escala de satisfacció sexual - SSS - (Nowinski and LoPiccolo, 1979)						
¿Tiene relaciones sexuales con su pareja?	SÍ = 1 (continúe con el cuestionario más abajo)			NO = 0 (no hace falta contestar el resto del cuestionario)		
Durante el último mes...	Extremadamente satisfech@	Moderadamente satisfech@	Ligeramente satisfech@	Ligeramente insatisfech@	Moderadamente insatisfech@	Extremadamente insatisfech@
¿Quán satisfech@ ha estado con el afecto expresado físicamente en sus relaciones íntimas?	1	2	3	4	5	6
¿Quán satisfech@ ha estado con la variedad de actividades sexuales con su pareja?	1	2	3	4	5	6
¿Quán satisfech@ ha estado con su actividad sexual en general?	1	2	3	4	5	6
¿Quán satisfech@ cree que ha estado su pareja con su actividad sexual en general?	1	2	3	4	5	6

Puntuación total = 4 a 24 (cuanto más alto, peor)

Figura 43. Formulari de satisfacció sexual

9. Bibliografia

1. Multiple Sclerosis International Federation, 2013. Atlas of MS 2013: Mapping Multiple Sclerosis Around the World. Consulta: 10 d'agost 2015.
[<https://www.atlasofms.org/map/global/epidemiology/number-of-people-with-ms>]
2. Participate in research studies surveys.
[<https://www.nationalmssociety.org/Research/Participate-in-Research-Studies/Surveys>]
3. National Library of Medicine.
[<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>]
4. Multiple Sclerosis Quality of Life Inventory.
[https://nmsscdn.azureedge.net/NationalMSSociety/media/MSNationalFiles/Brochures/MSQLI_-A-User-s-Manual.pdf]
5. Global sexual functioning: A single summary score for Nowinski and LoPiccolo's Sexual History Form (SHF).
[https://www.researchgate.net/publication/284060814_Global_sexual_functioning_A_single_summary_score_for_Nowinski_and_LoPiccolo's_Sexual_History_Form_SHF]
6. Journal of Sex & Marital Therapy. Joseph K. Nowinski.
[<https://www.tandfonline.com/loi/usmt20>]
7. Conceptes bàsics sobre que és Angular i com funciona.
[<https://www.qualitydevs.com/2019/09/16/que-es-angular-y-para-que-sirve/>]
8. Introducing to Angular Docs.
[<https://angular.io/docs>]
9. Spring Boot Overview.
[<https://spring.io/projects/spring-boot>]

10. Que és la metodologia *Agile* i quins són els seus beneficis.
[<https://www.wearemarketing.com/es/blog/que-es-la-metodologia-agile-y-que-beneficios-tiene-para-tu-empresa.html>]
11. *Scrum*, que és i com funciona la metodologia.
[<https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>]
12. Processos *Agile* i visió general del mètode.
[<https://www.digitalrubik.com/conocimientos-tecnicos/metodologia-agile-que-es-beneficios/>]
13. Informació sobre les diferents versions d'iOS.
[<https://developer.apple.com/support/app-store>]
14. Documentació de l'API de OneSignal per poder realitzar la gestió de notificacions.
[<https://documentation.onesignal.com/reference/create-notification>]
15. OneSignal Platform Documentation.
[<https://documentation.onesignal.com/docs>]
16. LottieFiles: Free Lottie Animation Files, Tools & Plugins.
[<https://lottiefiles.com/>]
17. Plantilla CMS Metronic.
[<https://keenthemes.com/metronic/>]