



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL: DISSENY D'UN SISTEMA D'ANCORATGE ENTRE UNA CADIRA DE RODES I UN AUTOMÒBIL PER FACILITAR EL PROCÉS DE FIXACIÓ A L'USUARI.

AUTORS: Roca Toledo, Gemma

DATA DE PRESENTACIÓ: Gener, 2020

COGNOMS: ROCA TOLEDO

NOM: GEMMA

TITULACIÓ: GRAU EN ENGINYERÍA MECÀNICA

PLA:

DIRECTOR: ALIAU PONS, JOAN JOSEP

DEPARTAMENT: EXPRESSIÓ GRÀFICA A L'ENGINYERIA

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: Sí No

RESUM

L'augment de les discapacitats a la societat és una realitat, com ho és també l'augment de la integració a la societat del col·lectiu que les pateix. Aquesta conscienciació també es veu reflectida en el mercat, que cada cop presenta més productes de suport. Tot i així, molt sovint les solucions proposades no són vàlides a per a tots, un clar exemple són el sistema de retenció actuals entre un vehicle i una cadira de rodes.

L'objectiu d'aquest projecte és proposar una nova solució que cobreixi les mancances que tenen aquests productes per als casos de persones amb una discapacitat mòbil greu. Per acabar concebant un nou sistema que contempli les necessitats de la persona en cadira de rodes, com també les de la persones que l'assisteixen.

Per desenvolupar el projecte adequadament s'ha seguit una metodologia basada en la constant investigació: primer de la situació actual de les persones amb mobilitat reduïda i després dels productes específics del mercat, com també els rellevants per la tipologia del projecte. D'aquestes dos fases s'obtenen per una parts els requeriments que ha de cobrir el nou disseny i idees per desenvolupar la proposta final.

Finalment es desenvolupa la proposta en diverses fases fins a obtenir una que acompleixi la majoria dels requisits establerts, sent en general un producte més ergonòmic i segur.

I un cop concebut el disseny final aquest es documenta de manera tècnica, s'estudia la seva resistència sota els esforços especificats a la normativa ISO 7176, i es generen les partides pressupostaries per a que ser prototipat.

Paraules clau (màxim 10):

Mobilitat reduïda	Accessibilitat	Cadira de rodes	Vehicle
Ergonomia	Usuari	Redisseny	Adaptació
Producte	Fixació		

ABSTRACT

The increase of disabilities to society is a reality, as it is also an increase of social Integration of the collective of people who suffer it. This awareness is also reflected in the market, which is increasingly presenting support products. However, quite often the proposed solutions are not valid for everyone, a clear example is the current restraint systems between a vehicle and a wheelchair.

The aim of this project is to propose a new solution that will cover the shortcomings of these products for cases of people with a severe mobile disability. Finally, a new system is designed, and it considers the needs of the person in a wheelchair, as well as those of the people who attend them.

To make a properly development of the project, has been followed a methodology based on constant research: first of the current situation of people with reduced mobility and then of the specific products of the market, as well as those relevant for the type of project. From these two phases, the parties obtain the requirements that must be met by the new design and ideas to develop the final proposal.

In the end, the proposal is developed in several stages, until one that meets most of the requirements, that generally is a more ergonomic and secure product.

And once the final design is conceived, it is technically documented, its resistance is proved under the specified efforts in ISO 7176, and the budgetary items are generated so that it can be prototyped.

Keywords (10 maximum):

Reduced mobility	Accessibility	Wheelchair	Vehicle
ergonomics	User	Redesign	Adaptation
Product	Fixation		

SUMARI

1. PREFACI	8
1.1. Origen del projecte	9
1.2. Motivació del projecte	10
2. INTRODUCCIÓ	11
2.1. Objectius	11
2.2. Abast del projecte	12
2.3. Metodologia	12
3. Estat de l'art	14
3.1. Solucions actuals	14
3.2. Productes d'interès	18
3.3. Conclusions	21
4. Plec de condicions	23
4.1. Necessitats	23
4.2. Requeriments	24
4.3. Normativa	25
5. PROPOSTES	29
5.1. Desenvolupament de les propostes	29
5.2. Primer dimensionat del disseny final	32
5.3. Proposta final	35
6. Estudi i anàlisi de resistència	46
6.1. Càlculs	46
6.2. Simulacions	51
6.3. Conclusions	63
7. Estudi econòmic i pressupost	64
7.1. Pressupost d'enginyeria:	64
7.2. Pressupost components:	65
7.3. Pressupost assemblatge	67
7.4. Pressupost total	67
8. Conclusions	69
8.1. Conclusions del projecte	69
8.2. Conclusions pròpies	69
8.3. Aspectes a millorar i accions de futur	70
9. Agraïments	71
10. Bibliografia	72

SUMARI DE FIGURES

FIGURA 1: ANYS DE VIDA SALUDABLE (AVS) Y ANYS VISCUTS AMB LIMITACIÓ DE L'ACTIVITAT (LA) A NÉIXER, SEGONS SEXE. ESPANYA, 2007 Y 20015 [3].....	8
FIGURA 2- PERCENTATGE DE POBLACIÓ QUE DECLARA LIMITACIÓ I LIMITACIÓ GREU DE L'ACTIVITAT, SEGONS EDAT. ESPAÑA, 2014. [3]	8
FIGURA 3: CLASSIFICACIÓ I NOMENCLATURA DELS SISTEMES DE FIXACIÓ MANUALS.	14
FIGURA 4: DIBUIX D'UN SISTEMA D'ANCORATGE DE 6 PUNTS	15
FIGURA 5: CORRETGES D'ANCORATGE RETRÀCTILS.....	15
FIGURA 6 : CORRETJA D'ANCORATGE RETRÀCTIL AMB DOS CAPÇALS.....	15
FIGURA 7: GUIA L-TRACK I RECOLLIDOR RETRÀCTIL DE CORRETJA.	16
FIGURA 8 : GUIA L-TRACK.	16
FIGURA 9: SISTEMES DE FIXACIÓ PERMANENT DE LA MARCA AMFS.....	16
FIGURA 10: ACCESSORI AL SISTEMA DE FIXACIÓ, DE LA MARCA AMFS.	16
FIGURA 11: CONJUNT DE VARIANTS DEL SISTEMA DE FIXACIÓ PER CORRETJA, DE LA MARCA GUIDOSIMPLEX	17
FIGURA 12: SISTEMA "DOCKING STATION" DE LA MARCA DAHL ENGINEERING.	17
FIGURA 13: DETALL DE LA PART INFERIOR DEL SISTEMA "DOCKING STATION".	18
FIGURA 14: PRODUCTE DE RETENCIÓ MECÀNICA QLK, DE LA EMPRESA QSTRAINT.....	18
FIGURA 15: SISTEMA D'ANCORATGE ISOFIX.	19
FIGURA 16: SISTEMA DE BLOQUEIG DE LES BICIS DE LLOGUER REMOT.	19
FIGURA 17: DETALL DE LA PART INTERIOR DEL SISTEMA DE RETENCIÓ DE LES BICIS DE LLOGUER REMOT.	20
FIGURA 18 : ESQUEMA DELS COMPONENTS DEL CONNECTOR D'ENCAIXAMENT	20
FIGURA 19: ARNÉS D'ESCALADA D'ENCAIXAMENT PET TISORA.	20
FIGURA 20: PANY DE PORTA DE GARATGE BASCULANT.	21
FIGURA 21: SISTEMA INTERN DEL PANY DE PORTA DE GARATGE BASCULANT.	21
FIGURA 22: VISTES ACOTADES DE LA CADIRA DE RODES SOBRE LA QUE ES TREBALLA.....	24
FIGURA 23: MODEL 3D REALITZAT DE LA CADIRA DE RODES.....	25
FIGURA 24: ESQUEMA DEL POSICIONAT CORRECTE DE LA CADIRA ENVERS EL VEHICLE.....	25
FIGURA 25: DIBUIX ESQUEMÀTIC DE LA POSICIÓ DELS CINTURONS DE RETENCIÓ POSTERIORIS DE LA NORMA ISO 10542[12]	26
FIGURA 26: DIBUIX ESQUEMÀTIC DE LA POSICIÓ DELS CINTURONS DE RETENCIÓ ANTERIORIS DE LA NORMA ISO 10542[12]	26
FIGURA 27: ESQUEMA DE LA POSICIÓ A LA QUE S'HAN D'APLICAR LES FORCES SOBRE LA CADIRA.[11] ..	27
FIGURA 28: MODEL DE CONJUNT 3D DE L'ESSÈNCIA DE LA SOLUCIÓ PROPOSADA.	29
FIGURA 29: ALÇAT AMB EL GIR QUE REALITZEN ELS BRAÇOS ACOTAT.....	30
FIGURA 30: ALÇATS DE LA PRIMERA SOLUCIÓ PORTADA A 3D, EN POSICIÓ DE REPÒS I D'ANCORATGE. .	30
FIGURA 31: PERSPECTIVA I ESPLOSIONAT DEL PRIMER CONJUNT PORTAT A MODEL 3D.	31
FIGURA 32: ALÇAT DE LA LLEVA DEL PRIMER CONJUNT PORTAT A 3D.	31
FIGURA 33: AMPLIACIÓ DE LA CANTONADA DEL CONJUNT ASSEMBLAT, ON ES VEU L'EIX AMB LA MOLLA I LA LLEVA.	31
FIGURA 34: PERSPECTIVA DEL CONJUNT 3D, DE LA PRIMERA PROPOSTA D'ACCIONAMENT AMB PEDALS	32
FIGURA 35: PEDAL D'ACCIONAMENT I MOLLA DE COMPRESSIÓ.....	33
FIGURA 36: CONJUNT 3D PER L'ESTUDI I EXPLICACIÓ DEL SISTEMA DE PANY DE PORTA EN POSICIÓ DE REPÒS.	34
FIGURA 37: CONJUNT 3D PER L'ESTUDI I EXPLICACIÓ DEL SISTEMA DE PANY DE PORTA EN POSICIÓ DE MOVIMENT.....	34
FIGURA 38: PERSPECTIVA DEL SUBCONJUNT EIXOS EN 3D.	35
FIGURA 39: DIFERENTS PUNTS DE VISTA DEL CONJUNT 3D QUAN ES TROBA EN REPÒS.	35
FIGURA 40: DIFERENTS PUNTS DE VISTA DEL CONJUNT 3D QUAN ES TROBA ACCIONAT.	36
FIGURA 41: DETALL DEL PEDAL DEL CONJUNT PRIMER QUAN EL CONJUNT ESTÀ NE REPÒS I DESPRÉS DE L'ACCIONAMENT.....	36
FIGURA 42: CAPTURES DELS 4 ESTATS DURANT EL BLOCATGE DELS BRAÇOS DAVANTERS. ORDRE DE DALT A L'ESQUERRA A BAIX A LA DRETA: 1. SISTEMA EN REPÒS. 2. ES RETIREN ELS PERNS. 3. ELS	

BRAÇOS PUGEN. S'ALLIBEREN ELS PERNS I TORNEN A LA POSICIÓ INICIAL.	37
FIGURA 43: MODEL 3D DEL CONJUNT AMB NUMERACIÓ DE PECES.	38
FIGURA 44: CROQUIS I PERSPECTIVA DEL SUBCONJUNT CAIXA EXTRETS DEL PLÀNOL.	39
FIGURA 45: PERSPECTIVA DEL MODEL 3D SUBCONJUNT EIXOS.	40
FIGURA 46: MODEL 3D DEL SUBCONJUNT BRAÇ.....	41
FIGURA 47: PERSPECTIVA DEL MODEL 3D DEL SUBCONJUNT PERN	42
FIGURA 48: EXPLOSIONAT DEL SUBCONJUNT XASSÍS.	44
FIGURA 49: PERSPECTIVA DEL SUBCONJUNT PERN.	44
FIGURA 50: ESQUEMA DE MUNTATGE SOBRE EXPLOSIONAT DEL SUBCONJUNT EIXOS.	45
FIGURA 51: SUBCONJUNT BRAÇOS I SEU EXPLOSIONAT.....	45
FIGURA 52: REFERÈNCIES I EIXOS PER EL CÀLCUL DEL CENTRE DE MASSES	47
FIGURA 55: ESQUEMA FORCES EN EL BRAÇ DAVANTER.	48
FIGURA 56: ESQUEMA DE FORCES EN EL PERN.....	49
FIGURA 57: ESQUEMA DE FORCES EN EL EIX DAVANTER.....	49
FIGURA 58: EXPLICACIÓ DE TOTA LA INFORMACIÓ EXPOSADA EN ELS RESULTATS.	51
FIGURA 59: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE TENSIONS DEL BRAÇ DAVANTER.	53
FIGURA 60: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE DESPLAÇAMENT DEL BRAÇ DAVANTER.....	54
FIGURA 61: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE FACTOR DE SEURETAT DEL BRAÇ DAVANTER ÚLTIMA TENSÍO.	55
FIGURA 62: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE FACTOR DE SEURETAT A MÒDUL ELÀSTIC DEL BRAÇ DAVANTER.	56
FIGURA 63: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE TENSIONS EN EL PERN.....	57
FIGURA 64: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE DESPLAÇAMENT DEL PERN.....	58
FIGURA 65: RESULTAT DEL FACTOR DE SEURETAT A ÚLTIMA TENSÍO DEL PERN.	59
FIGURA 66: : RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE TENSIONS EN L'EIX DAVANTER.....	59
FIGURA 67: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE TENSIONS EN L'EIX DAVANTER.....	60
FIGURA 68: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE DESPLAÇAMENT DE L'EIX DAVANTER.....	60
FIGURA 69: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE FACTOR DE SEURETAT A ÚLTIMA TENSÍO DE L'EIX DAVANTER.	61
FIGURA 70: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE TENSIONS AL XASSÍS.....	62
FIGURA 71: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DE DESPLAÇAMENT DEL XASSÍS.	62
FIGURA 72: RESULTAT DE LA SIMULACIÓ DEL FACTOR DE SEURETAT DEL XASSÍS.	63

SUMARI DE TAULES

TABLA 1: CONTRACTACIÓ DE LES PERSONES AMB DISCAPACITAT PER TRAMS D'EDAT I SEXE. [5]	9
TABLA 2: VALORS DELS ESFORÇOS A APLICAR SEGONS NORMA ISO 7176-19.....	27
TABLA 3: TAULA DE CATEGORITZACIÓ DELS VEHICLES.	28
TABLA 4: CAIXETÍ DEL CONJUNT.....	38
TABLA 5: CAIXETÍ DEL SUBCONJUNT XASSÍS.....	39
TABLA 6: CAIXETÍ SUBCONJUNT EIXOS.....	40
TABLA 7: CAIXETÍ SUBCONJUNT BRAÇOS.....	41
TABLA 8: CAIXETÍ SUBCONJUNT PERN.....	42
TABLA 9: LLISTAT DE LES PECES DISSENYADES MÉS VOLUMINOSES, EL SEU MATERIAL I PES.....	43
TABLA 10: PES DEL CONJUNT I DELS SUBCONJUNTS BRAÇOS.....	43
TABLA 11: POSICIÓ ENTRE DE MASSE PER L'EIX X.....	47
TABLA 12: RESULTAT POSICIÓ CENTRE DE MASSES PER L'EIX Y.....	47
TABLA 13: POSICIÓ DEL NOU CENTRE DE MASSES.....	47
TABLA 14: RESULTAT DE LES REACCIONS DEL CONJUNT.....	48
TABLA 15: RESULTAT DE LES REACCIONS EN EL BRAÇ DAVANTER.....	48
TABLA 16: RESULTAT DE LES REACCIONS EN EL PERN.....	49
TABLA 17: RESULTAT DE LES REACCIONS EN ELS EIXOS.....	49
TABLA 18: RESULTATS DE TTOS ELS CÀLCULS DE LA MANETA.....	50
TABLA 19: RESULTAT DELS CÀLCULS DE LA MOLLA.....	50
TABLA 20: PRESSUPOST DE LA PARTIDA D'ENGINYERIA.....	65
TABLA 21: PRESSUPOST DELS ELEMENTS NORMALITZATS DEL CONJUNT.....	65
TABLA 22: PRESSUPOST DE LES PECES ADQUIRIDES DEL MERCAT.....	66
TABLA 23: PRESSUPOST DE L'ADQUISICIÓ DE LES PECES DISSENYADES.....	66
TABLA 24: PRESSUPOST DE L'ESTIMACIÓ DEL TEMPS D'ASSEMBLATGE.....	67
TABLA 25: PRESSUPOST DE LA FABRICACIÓ DEL PROTOTIP.....	67
TABLA 26: PRESSUPOST DE TOT EL PROJECTE.....	67

GLOSSARI DE SIGNES, SÍMBOLS, ABREVIATURES, ACRÒNIMS I TERMES

OMS: Organització Mundial de la Salut

PAD: Persones amb Discapacitat

PMR: Persones amb Mobilitat Reduïda

SW: SolidWorks

1. PREFACI

A nivell mundial més de 1000 milions de persones pateixen algun tipus discapacitat segons dades publicades al 2017 per la OMS a la seva pàgina web [1]. Aquesta xifra equival al 15% de la població mundial i s'estima que, de entre aquestes, 190 milions (el 3,8%) sofreixen una discapacitat qualificada com a “greu”, que es defineix com el equivalent a la discapacitat amb condicions com la tetraplegia, tal i com revela la OMS en el *Informe Mundial sobre la discapacitat*, el 2011 [2].

Degut a que la població està envellint progressivament està previst que aquest 15% augmenti en els pròxims anys, i és que aquest és un factor determinant en l'aparició de les discapacitats [3], tal i com queda reflectit a les Figures 1 i 2. Un altre factor important en l'aparició de discapacitats són les malalties cròniques, que a més també és molt susceptible a créixer amb el augment de l'edat, i que per tant també es troba en augment a nivell global. [2]

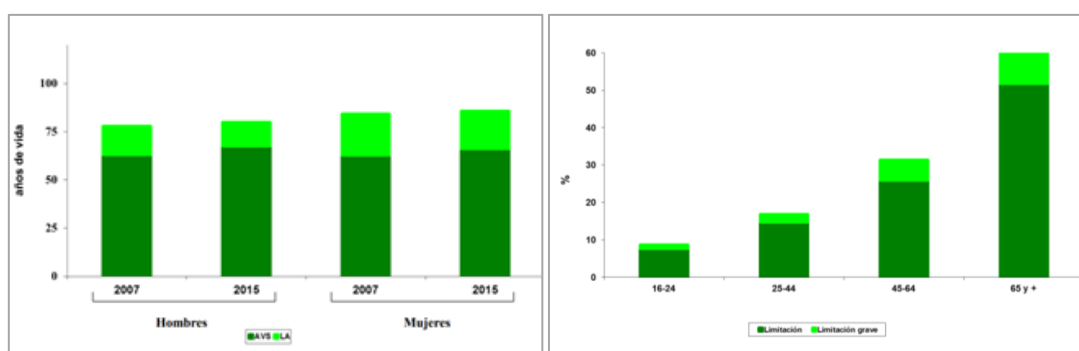


Figura 1: Anys de vida saludable (AVS) i anys viscuts amb limitació de l'activitat (LA) a néixer, segons sexe. Espanya, 2007 y 2015 [3]

Figura 2- Percentatge de població que declara limitació i limitació greu de l'activitat, segons edat. España, 2014. [3]

Simultàniament, la tendència de la societat envers a la manera de veure les discapacitats ha canviat. Històricament predominava que s'entengués el concepte de discapacitat com a una “manca” de la persona i que, per tant, l'acció a realitzar era mèdic-rehabilitadora i entenia la discapacitat com un problema. Englobant també en ella a la persona, definint-la per les seves limitacions i concebant-la com a algú de qui s'ha de tenir cura durant tot el llarg de la seva vida.

Actualment, però aquesta percepció ha fet un gir i veu a l'individu com a íntegre, acceptant les seves diferències com a potencials de la persona. [4]

Aquesta transformació ha sigut possible gràcies a l'evolució i expansió de la filosofia

de vida independent, que va néixer als EEUU als anys 60, i defensa que la discapacitat és “una manifestació més de la diversitat humana”, frase extreta del *Manifest del Fòrum de Vida Independent* [4].

Tot aquest moviment és molt important degut a que la seva divulgació ha comportat molts canvis socials, i afavorit a l'aparició d'iniciatives per integrar a les PAD a la societat. Com és l'exemple de l'augment progressiu de contractacions laborals que ha experimentat aquest col·lectiu els darrers anys [5], i que només mirant les xifres del 2018 ja ha pujat gairebé un 10% més que l'any anterior (Taula 1).

Tramos de edad	Hombres	Mujeres	Total	% variación 2018/17
Menor de 25	15.553	8.237	23.790	13,46
De 25 a 44	98.521	60.782	159.303	6,13
De 45 y más	94.078	62.020	156.098	13,69
Total	208.152	131.039	339.191	9,99

Fuente: Elaborado por el Observatorio de las Ocupaciones del SEPE a partir de los datos del SISPE. Año 2018

Tabla 1: Contractació de les persones amb discapacitat per trams d'edat i sexe. [5]

Tot i l'aparició d'oportunitats, i solucions per ajudar i donar igualtat de condicions al col·lectiu PAD, entre el 60% i 80% d'aquests declaren no tenir cobertes les seves necessitats d'assistència per les activitats quotidianes, article *Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad (2018)* [6]. En aquest article també manifesten que la major part del recolzament prové de fonts informals com família i amics, com és l'exemple de les persones amb mobilitat reduïda en l'activitat quotidiana del transport.

I és que, tot i haver-hi articles de suport per resoldre aquestes situacions, la solució és sovint generalitzada i no vàlida pel dia a dia de tothom.

1.1. Origen del projecte

Aquest projecte neix de la observació i de les experiències que ha viscut l'autora a la hora d'haver de desplaçar-se en un vehicle amb dues persones amb discapacitat mòbil. Les experiències han estat sempre per separat i les persones esmentades formen part del cercle més proper de l'autora, tot i que el grau de discapacitat en ambdues és greu, l'origen i les necessitats de cada una són molt diferents.



1.2. Motivació del projecte

La motivació és la de facilitar i millorar el dia a dia d'aquestes persones en concret, i la del col·lectiu PAD en general, amb les habilitats i eines pròpies.

És a dir, intentat aportar des del camp de l'enginyeria, més equitat en situacions diàries com la de pujar al cotxe, i fer que aquestes circumstàncies siguin més amenes tant per a elles com també per a les persones del seu entorn que les ajuden o assisteixen.



2. INTRODUCCIÓ

L'augment de discapacitats a la societat és una realitat, com també ho és l'augment de la integració a la societat del col·lectiu que les pateix, i la demanda de drets per a garantir una vida independent i digna a les persones amb discapacitat.

Tot i que aquest conscienciament es veu reflectida en l'augment de productes de suport presents en el mercat, les solucions proposades sovint no són vàlides per tots els que pateixen una mateixa tipologia de discapacitat. Com és en el cas dels sistemes de retenció entre vehicle i cadira de rodes.

En aquest projecte, per una banda, s'estudiaran les solucions existents per a la fixació entre un vehicle adaptat i una cadira de rodes, tant en el mercat com les solucions adoptades de dues usuàries amb discapacitat mòbil greu. I també s'analitzarà la dificultat que tenen, les persones en cadira de rodes i els assistents, a la hora d'entrar, fixar-se i sortir d'un vehicle adaptat per tal de realitzar un viatge. Concretament del cas de usuaris que no poden ser transferits a altres seients.

I per l'altre banda, es mostrarà l'evolució del plantejament de les propostes per cobrir les necessitats i mancances dels productes existents, fins a la presentació i documentació del disseny d'una nova solució, desenvolupada fins al nivell de prototip, per al cas concret de una persona amb discapacitat de la mobilitat greu.

2.1. Objectius

L'objectiu d'aquest projecte és trobar una solució que cobreixi les mancances dels actuals processos i sistemes de retenció entre una cadira de rodes i un vehicle, per a als usuaris que pateixen un cas sever de mobilitat reduïda, i que no només no poden ser transferits a un altre seient, sinó que també necessiten que una persona els assisteixi a la hora d'accedir al vehicle.

Els requeriments que es demanden a aquesta nova solució, han sorgit de les entrevistes a usuaris, l'experiència personal i la investigació del mercat. Per tant, els objectius marcats als que es pretenen aconseguir són, que el nou sistema:

- Que requereixi menys manipulació i esforç per part de la persona assistent.



- Que el procés d'acoramant sigui més ràpid.
- Que no requereixi energia elèctrica, que ho pugui accionar i desaccionar l'assistent amb la seva pròpia força.
- Reduir al mínim el factor d'error humà.
- Que sigui igual de segur que els models existents (compliment de normativa).
- Que la qualitat de l'ancoratge no depengui de l'experiència del usuari.
- Que sigui fàcil d'implementar al vehicle.
- Fàcil de fabricar.
- Que sigui senzill saber com utilitzar-lo.
- Que pugui ser universalitzat, és a dir, que sigui útil pel major nombre de models de cadires possible.
- Lleuger
- Que sigui econòmic

2.2. Abast del projecte

L'abast d'aquest projecte comprèn, per una banda la cerca i investigació de tots els sistemes de retenció entre vehicle i cadira de rodes existents en el mercat, així com d'altres sistemes de retenció que es creguin rellevants per l'objectiu del projecte.

Per l'altre banda el disseny i documentació un model que és viable prototipar, i que dona una nova solució a la retenció entre un vehicle i una cadira de rodes de tipus manual. Així doncs abasta gran part dels objectius marcats a excepció de que sigui útil per a diferents models de cadires de rodes.

2.3. Metodologia

Per realitzar aquest projecte s'ha seguit una metodologia basada en la constant investigació, mentre paral·lelament es realitzava un constant procés creatiu de pluja



d'idees i desenvolupament d'algunes d'elles.

A la primera fase s'ha investigat la situació actual de les discapacitats mòbils en tots els àmbits, per evidenciar una necessitat considerada coberta i que és actualment minoritària però que es pronostica que, tal i com s'esposa en el prefaci, serà més estesa en el pas dels anys.

La segona fase, ha estat la d'investigar exhaustivament el mercat actual sobre els productes i les opinions dels usuaris, i realitzar una pluja d'idees amb la informació recopilada.

La tercera fase és la d'investigar les normatives que han seguit els productes presents en el mercat i desenvolupar algunes de les propostes, per tal que s'adaptin els requeriments i exigències de les normes.

Per últim, es poleix i redefineix el disseny final per a que sigui la versió més senzilla de si mateixa.

3. Estat de l'art

En aquest apartat del projecte s'exposa la investigació de mercat realitzada, sobre els productes i solucions existents per a fixar una cadira de rodes a un vehicle i, per una altre banda sobre productes considerats interessants per al desenvolupament de les propostes.

Tot i així, s'ha de comentar que n els inics del projecte no es estava clar el camí que prendrien les solucions, per lo que es contemplava dissenyar propostes que englobaven l'ancoratge de qualsevol cadira, i els sistemes d'accés i adaptació dels vehicles. Per això, es va realitzar una investigació de mercat sobre tots els tipus de cadira de rodes existent i sobre les possibles maneres d'adaptar un vehicle.

Però amb la investigació realitzada, es va concloure que el projecte es desenvoluparia entorn a una cadira en concret, i que el disseny només solucionés com la cadira i el vehicle queden ancorats. Per tant com que la informació extreta no era rellevant pel desenvolupament del model en si, la investigació d'aquests dos camps s'ha posat en un document apart, que es troba disponible i s'adjunta junt amb aquesta memòria.

3.1. Solucions actuals

- Sistemes de fixació manual:

Són els sistemes de fixació que entren dins de la normativa UNE-EN ISO 9999: 12 12 24 , i que són contemplats en les subvencions de l'estat.

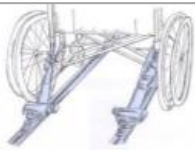
741	Ancoratges (2) ISO 12 12 24	F: Fixa la cadira de rodes al terra del vehicle i subjecta la persona amb un cinturó per viatjar de forma segura. D: Usuaris de cadira de rodes que per la dificultat de fer transferències, necessiten viatjar assegudes a la mateixa cadira.		650,00 €	5 anys	Incompatible amb els codis 108, 739 i 747
-----	--	---	---	----------	--------	---

Figura 3: Classificació i nomenclatura dels sistemes de fixació manuals.

Com a sistemes de fixació, de la cadira al vehicle els sistema homologat i més utilitzat és la guia amb cinturons i mosquetó, i que a més és el que disposen les dues persones per les que es va originar el projecte.

Aquests sistema es basa en la l'enclavament per 4 punts de subjecció, per evitar el moviment de la cadira durant el desplaçament del vehicle. Són corretges fixades al terra de l'automòbil, i s'uneix a la cadira amb una tipologia de mosquetó obert que

queda allotjat a la seva estructura i posteriorment s'ha de tensar, normalment, per l'usuari de manera manual, o per sistema retràctil del ancoratge.

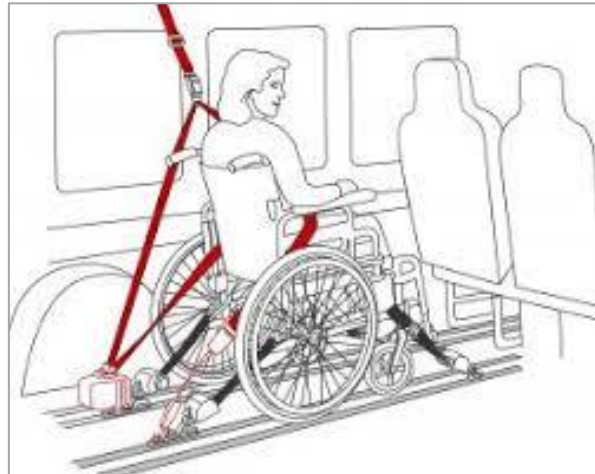


Figura 4: Dibuix d'un sistema d'ancoratge de 6 punts

La combinació de corretges retràctils i manuals és extensament utilitzada, a la part davantera es col·loquen les corretges retràctils per tal de també assistir la pujada de la cadira al vehicle.



Figura 5: Corretges d'ancoratge retràctils.

Figura 6 : Corretja d'ancoratge retràctil amb dos capçals.

Hi ha molts models i una àmplia possibilitat de disposicions i combinacions. La solució més estesa per fixar els retenidors al vehicle és instal·lar les tires L-track, que és una guia pre-foradada que pot ser instal·lada en tot el vehicle. Aquesta permet acomodar el punt d'ancoratge on es requereixi en qualsevol moment, ja que no és una fixació permanent.



Figura 7: Guia L-track i recollidor retràctil de corretja.
Figura 8 : Guia L-track.

Les altres opcions són d'enclavament permanent, com és la de collar directament el retenidor al terra del interior del vehicle.



Figura 9: Sistemes de fixació permanent de la marca AMFS.

A vegades conjuntament amb aquest sistema de fixació es troba un accessori mòbil que bloca tota l'esquena de la cadira. Però no és gaire comú perquè es necessita tenir molt d'espai al vehicle.



Figura 10: Accessori al sistema de fixació, de la marca AMFS.

A continuació es mostren més variants de la solució cinturó mosquetó, que provenen de marques diferents.

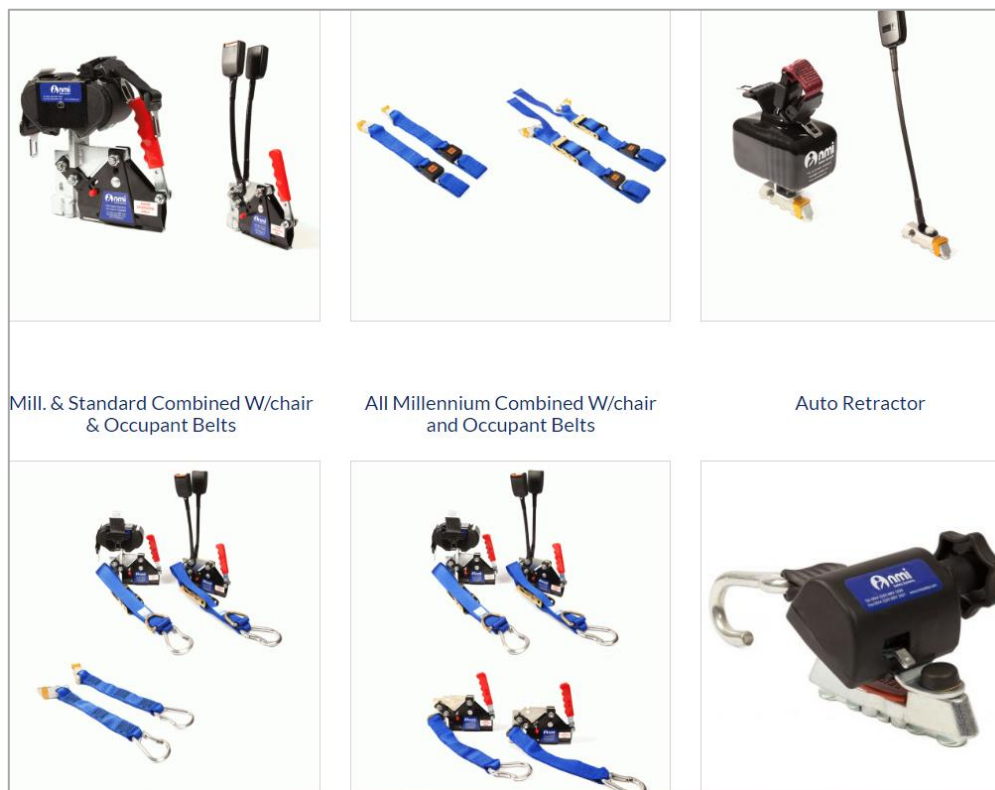


Figura 11: Conjunt de variants del sistema de fixació per corretja, de la marca Guidosimplex

- **Sistemes de fixació mecànics:**

Es tracta d'un concepte de fixació relativament nou al mercat, i està sent comercialitzat per dos empreses que enfoquen el producte de manera diferent.

Per una banda el sistema de la empresa DAHL Engineering "Docking Station", que garanteix la fixació de la cadira a través de l'encaix entre la base i l'accessori que ha de ser integrat a la cadira.

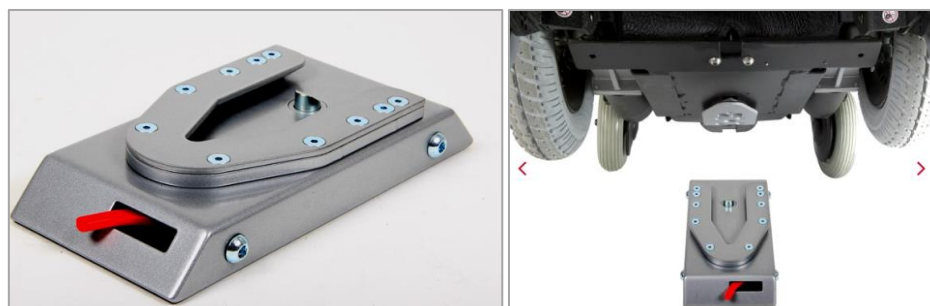


Figura 12: Sistema "Docking Station" de la marca DAHL Engineering.

Es tracta d'un bloqueig mecànic, realitzat per una pestanya que per la pressió del

pes de la cadira s'enfonsa i, un cop la placa de la cadira la sobrepassat, tornar a a la seva posició inicial impedit el desplaçament horitzontal.

Per a poder realitzar el seu desenclavament, el "Dock Station" es val d'un circuit electromagnètic amb pulsador, quant l'usuari prem el botó, el passador s'enfonsa deixant via lliure a retirar la cadira.



Figura 13: Detall de la part inferior del sistema "Docking Station".

L'empresa Qstraint proposa un solució similar amb la sèrie de productes QLK.



Figura 14: Producte de retenció mecànica QLK, de la empresa Qstraint.

El concepte d'enclavament i des-enclavament és, a efectes pràctics, el mateix que el de DAHL Engineering, amb la diferència que com a objecte de fixació entre cadira i vehicle es proposa un eix, en comptes de un placa. Aquesta proposta permet a la cadira que giri sobre si mateixa tot i estar fixada en un punt del vehicle.

3.2. Productes d'interès

Seguidament s'exposaran els productes que presenten sistemes de retenció que han

resultat d'interès i servei per la realització d'aquest projecte.

- **ISOFIX** : El sistema ISOFIX és molt conegut, Presenta un sistema d'ancoratge semi permanent.



Figura 15: Sistema d'ancoratge ISOFIX.

- **Ancoratge bicis de lloguer:** S'ha estudiat aquest sistema profundament, però no és útil pel projecte el procés de com desancora.



Figura 16: Sistema de bloqueig de les bicis de lloguer remot.



Figura 17: Detall de la part interior del sistema de retenció de les bicis de lloguer remot.

- **Connector d'encaixament per escalada:** Presenta una solució mecànica i senzilla per a retenir objectes de secció circular.

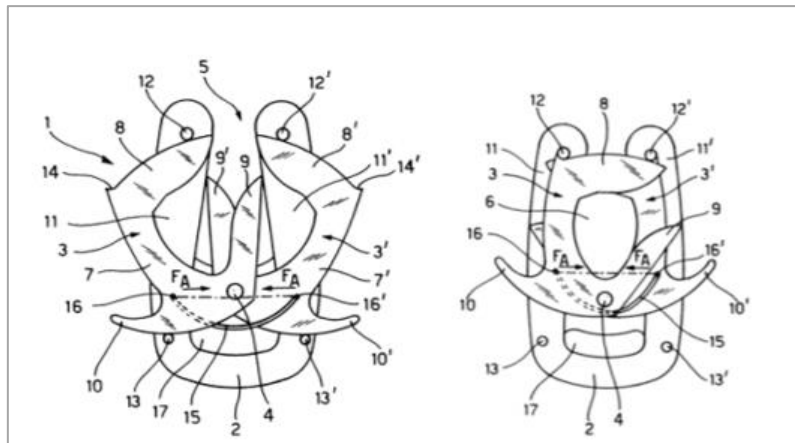


Figura 18 : Esquema dels components del connector d'encaixament



Figura 19: Arnès d'escalada d'encaixament pet tiora.

- **Pany de portes de garatge basculants** : Solució extensament utilitzada i que presenta una molt bona opció per al disseny final.



Figura 20: Pany de porta de garatge basculant.

Figura 21: Sistema intern del pany de porta de garatge basculant.

3.3. Conclusions

Després de realitzar un ampli anàlisi de tot els sistemes i productes vinculats a l'accés i fixació d'una cadira al vehicle, i contrastar informació, s'han realitzat les conclusions següents sobre cada sector investigat, tant els exposats en aquesta memòria com els presents en el document d'investigació adjunt.

Sobre la gamma de productes de les cadires de rodes, el fet de que cada cadira pugui ser personalitzada dins de cada categoria, fa molt dificultosa la meta de trobar una solució que pugui ser vàlida per tot el col·lectiu de cadires de rodes, ja sigui fins hi tot, en forma d'accessori com és en el cas dels productes "Docking Station" i el "QLK Strain". Per aquesta raó es triarà un model de cadira de rodes sobre el que treballar, concretament el de una de les dues persones presentades a l'apartat Origen del projecte.

Les adaptacions aplicades al vehicle, com és el la modificació de xassís, tant pel rebaix com per l'elevació del sostre, són molt costoses i requereixen de molt de temps per ser realitzades, tal com comenta el professional de l'empresa d'adaptacions que s'ha entrevistat. Per lo que no es contempla la realització d'un producte que pugui en alçada la situació de la cadira al vehicle, o que necessiti integrar-se dins del xassís del vehicle.



Pel que fa als sistemes d'ancoratge, el sistema DAHL presenta unes característiques que complirien els requisits de restricció de moviment necessaris en un vehicle, per contra, ha estat principalment dissenyat per a ser usat amb cadires motoritzades elèctricament, que tenen més pes i una estructura més rígida. Això comportaria realitzar una modificació i reforç de l'estructura existent de la cadira. A més de l'inconvenient de que al tractar-se d'un accessori fix, que ha d'enclavar-se al terra del cotxe, la distància que estaria situat del terra de la cadira causaria interferències en la mobilitat quotidiana de la cadira en espais urbans.

Sobre els sistemes d'acoramament d'interès, cap d'ells pot ser aplicat tal i com estan concebuts, però el seu funcionament poden arribar a inspirar o ajudar al desenvolupament de un disseny propi.



4. Plec de condicions

En aquest apartat del projecte, es recullen totes les condicions i requeriments que s'han tingut en compte durant el disseny i desenvolupament del nou sistema de retenció. Es puntualitza, que totes elles han estat recopilades en diferents moments, llunyans entre ells, mentre que de manera paral·lela es realitzaven les propostes de disseny i desenvolupament d'aquestes, tal i com es remarca en l'apartat de propostes.

Dins del plec de condicions hi ha les que es podrien anomenar de caire empàtic i les de caire tècnic. La primera categoria fa referència a les voluntats, preocupacions i observacions extretes de les entrevistes amb els usuaris afectats i que utilitzen els sistemes de retenció, així com també de l'experiència pròpia a la hora de fer ús del sistema de retenció actual.

La segona categoria fa referència als requeriments per part de les dimensions de la cadira de rodes sobre la que es treballa, i a les normatives existents que s'han trobat.

4.1. Necessitats

En aquest apartat es presenten les conclusions i requisits, extrets de les entrevistes realitzades les dues persones amb mobilitat reduïda junt amb els usuaris que les assisteixen normalment. En el document adjunt "Entrevistes i gestions realitzades", es troben transcrites part d'aquestes dues entrevistes, junt amb l'entrevista i visita d'un taller d'adaptacions, transcripció de trucades a centres d'ajut a les discapacitats, i a la DGT.

- **Conclusions de les entrevistes:**

Sobre els sistema d'ancoratge de la cadira amb el cotxe, ambdues parelles coincideixen i remarquen que els temps de col·locació i fixació dels ancoratges a la cadira és excessiu, com a segon punt més important és la dificultat física i ergonòmica que suposa pels assistents el procés fixació i alliberament.

4.2. Requeriments

Els requeriments actuals sobre els que s'ha treballat el disseny són les dimensions de la cadira de rodes de tipus manual en la que es desplaça la usuària principal objecte del projecte.

La cadira de rodes esmentada no disposa de fitxa tècnica, ja que es tracta d'un model de cadira manual produït per a usuaris que pateixen una paraplegia i que ha posteriori ha estat modificada i adaptada per a l'ús de una usuària tetraplègica.

Per aquesta raó s'han extret les mesures de manera manual, les cotes de la cadira en conjunt són generals i volumètriques excepte en les zones claus pel projecte, que són més detallades: els eixos de les rodes, distància de rodes, gruix dels eixos...

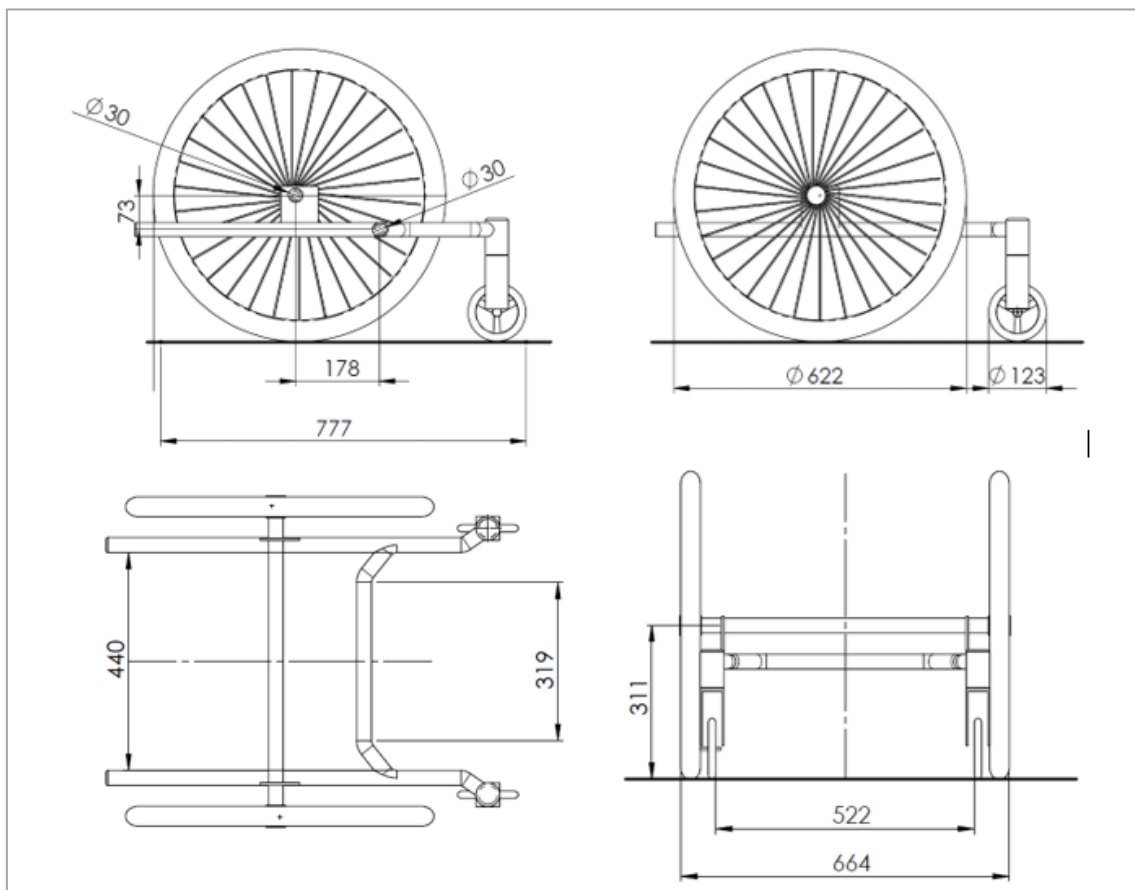


Figura 22: Vistes acotades de la cadira de rodes sobre la que es treballa.

Prendre les mides a la cadira, i passar-la a un model 3D ha servit d'utilitat per identificar les mides màximes dins les que s'havia de concebre i evolucionar el model final.

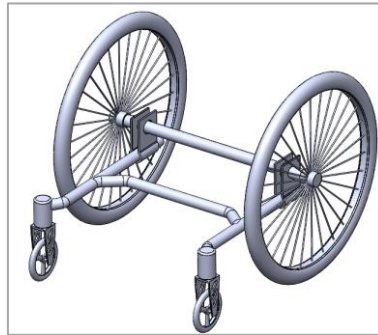


Figura 23: Model 3D realitzat de la cadira de rodes.

Pel disseny de la solució també es va modelar un espai volumètric, un paral·lelepípede, que delimita les mides màximes del disseny a desenvolupar per a que no interfereixi amb la cadira de rodes.

4.3. Normativa

Gràcies a l'exhausta investigació en l'estat de l'art, les diferents entrevistes i investigacions a l'empresa de adaptació de vehicles i al departament social per a persones amb discapacitat, s'ha recopilat prou informació que ha acabat dirigint a la trobada de normatives exactes i concretes que han de superar els productes d'ancoratge entre vehicles i cadires de rodes.

Per una banda, al tutorial 97 de la web *Ingemecánica* [12] s'explica que els productes de retenció entre cadires de rodes i vehicles han de seguir les recomanacions de disseny de la norma ISO 10542, per després superar la prova normativitzada ISO 7176-19, ambdues es troben explicades més endavant.

Dins de les recomanacions i especificacions d'aquestes dues normatives s'engloba el fet que aquestes només són aplicables quan les cadires de rodes estan disposades al vehicle mirant de front, en la direcció habitual del moviment, tal i com es mostra a continuació.

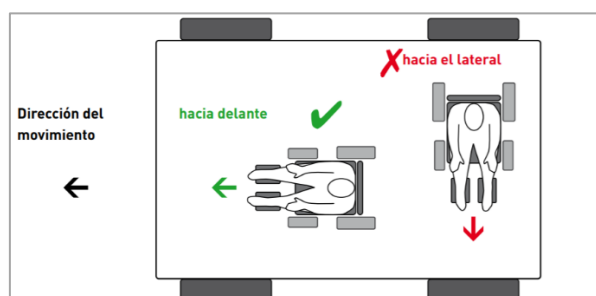
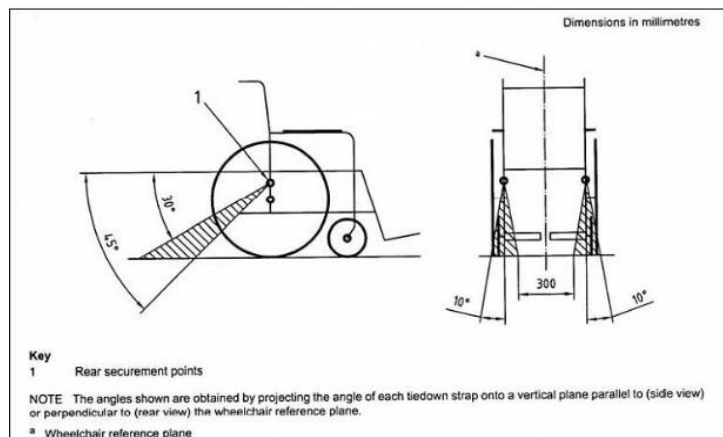


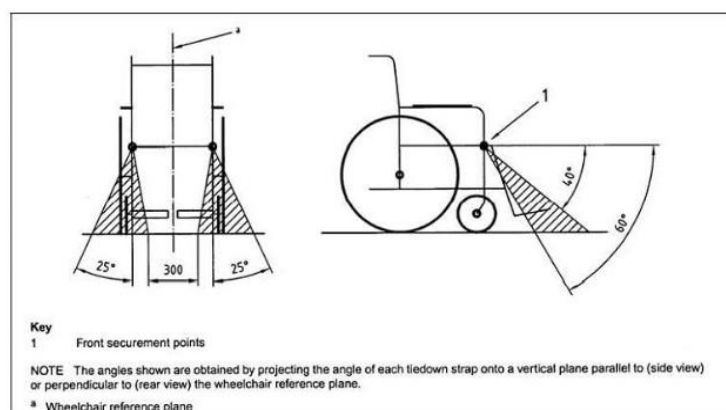
Figura 24: Esquema del posicionat correcte de la cadira envers el vehicle.

La normativa ISO 10542 defineix un rang de posicions pels sistemes de retenció de tipus cinturó de 4 a 6 punts a través de dues figures esquemàtica, adjuntada a continuació. Aquests són els sistemes que s'han explicats a l'apartat "fixacions manuals" del punt 3.1.



Posición de los cinturones de retención traseros de la silla de ruedas

Figura 25: Dibuix esquemàtic de la posició dels cinturons de retenció posteriors de la norma ISO 10542[12]



Posición de los cinturones de retención delanteros de la silla de ruedas

Figura 26: Dibuix esquemàtic de la posició dels cinturons de retenció anteriors de la norma ISO 10542[12]

En aquestes dos figures es mostren els rangs d'angles en els que ha d'estar l'element de retenció respecte els punts d'acoramant del xassís de la cadira. Tot i que els dissenys posposats i que s'han ocorregut no contemplen els elements de cinturó i mosquetó, es prenen aquestes recomanacions com a orientació per el desenvolupament del disseny.

La prova ISO 7176-19, és una prova de col·lisió frontal per a provar els elements fiadors amb les cadires de rodes, de fet és una variant de les proves de col·lisió efectuades a l'indústria de l'automòbil. En aquesta prova el conjunt cadira-element retenidor estan sotmesos a una col·lisió amb una desacceleració d'impacte de 20g, i

només es simula de manera frontal.

La norma estableix que tant els cinturons dels ocupants de la cadira com els elements retenidors d'aquesta han de resistir unes sol·licitacions concretes, que es troben tabulades, a continuació d'adjunta la taula que fa referència als esforços que han de suportar els elements d'ancoratge.

Tabla 2. Valores de los esfuerzos aplicados en la silla de ruedas			
	Vehículos Tipo M ₁ (*)	Vehículos Tipo M ₂ (*)	Vehículos Tipo M ₃ (*)
Aplicado en el centro de gravedad de la silla de ruedas	2.220±20 daN	1.110±20 daN	740±20 daN

Tabla 2: Valors dels esforços a aplicar segons norma ISO 7176-19.[12]

Els valors dels esforços estan categoritzats segons tipus de vehicle en el que s'instal·larà. La força que s'indica s'ha d'aplicar en el centre de masses de la cadira quan aquesta té l'ocupant a sobre.

En el mateix portal web, s'adjunta una figura esquemàtica que aclareix la posició a la que aplicar les sol·licitacions de la taula anterior, com també es mostra el punt i inclinació per a la prova dels cinturons cadira-ocupant.

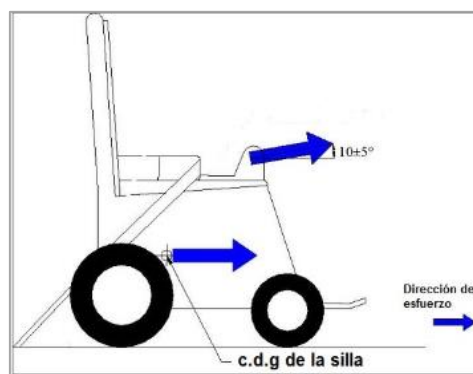


Figura 27: Esquema de la posició a la que s'han d'aplicar les forces sobre la cadira.[11]

Per aquest projecte, el sistema està desenvolupat per a un cotxe particular de capacitat familiar, un monovolum, a continuació es mostra una taula en la que s'indica la classificació que li correspon a aquets tipus de vehicle.

Categorías por Criterios de Homologación	Descripción	Clasificación por criterios de construcción. Anexo II R.G.V.
Categoría M	Vehículos de motor destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas. (Directiva 70/156/CEE)	
Categoría M ₁	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, ocho plazas como máximo.	10
Categoría M ₂	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, más de ocho plazas y cuya masa máxima no supere las 5 toneladas.	11, 12, 13, 14
Categoría M ₃	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, más de ocho plazas y cuya masa máxima supere las 5 toneladas.	12, 13, 14, 16

Tabla 3: Taula de categorització dels vehicles.[12]

Clarament el tipus de vehicle que s'ha esmentat entra dins la categoria de M1, que a més és la categoria més restrictiva, ja que la sol·licitació és considerablement més elevada. **Així doncs queda clar que el model dissenyat ha de ser estudiat i modificat per suportar 22.200 N.**



5. PROPOSTES

En aquest apartat s'exposaran les propostes més evolucionades que han derivat de la solució escollida. Així com el model final que es detalla i valida per a ser un prototip a poder fabricar.

S'afegeix que tot el procés de disseny: Braisntormig, sketches i altres propostes que no van arribar a evolucionar, i es pot consultar en el document adjunt "Procés del disseny".

5.1. Desenvolupament de les propostes

La solució que s'ha anat evolucionant és la que realitza la retenció de la cadira mitjançant uns braços retenidors mòbils, que estan units a uns eixos. Aquests eixos són solidaris en moviment a través de unes rodes dentades. Aquesta és la idea principal i comuna entorn a la que giren els models desenvolupats.

De fet, el disseny dels braços, així com la seva posició i la dels eixos, és exactament igual per tots els models, degut a que es basen en un estudi geomètric realitzat a partir de la informació extreta de la norma ISO 10542. La normativa dona directrius i orientació en quan a l'angle que han de tenir els sistemes retenidors respecte els punts d'acoramant de la cadira, tal i com s'ha exposat en l'apartat 4.3. d'aquest document.

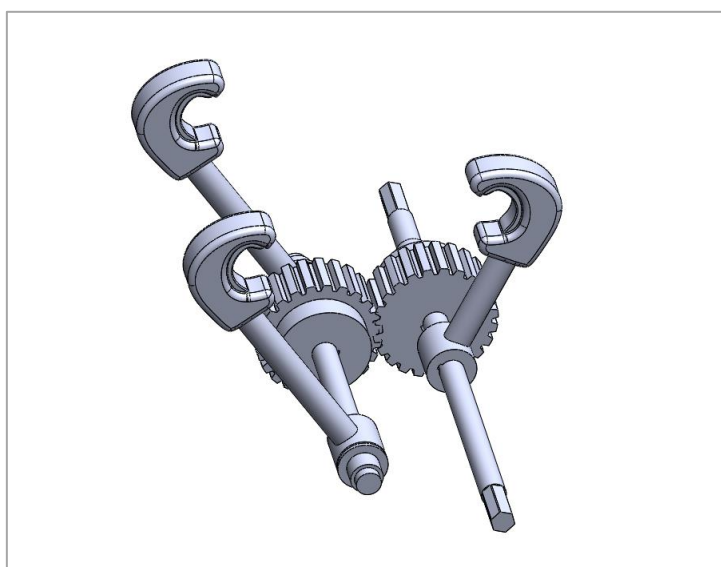


Figura 28: Model de conjunt 3D de l'essència de la solució proposada.

Com s'observa a la figura següent, els braços es troben a 70° , i els eixos en el lloc just per a que l'angle de pujada sigui igual per ambdós, i d'aquesta manera la relació de gir dels eixos sigui 1.

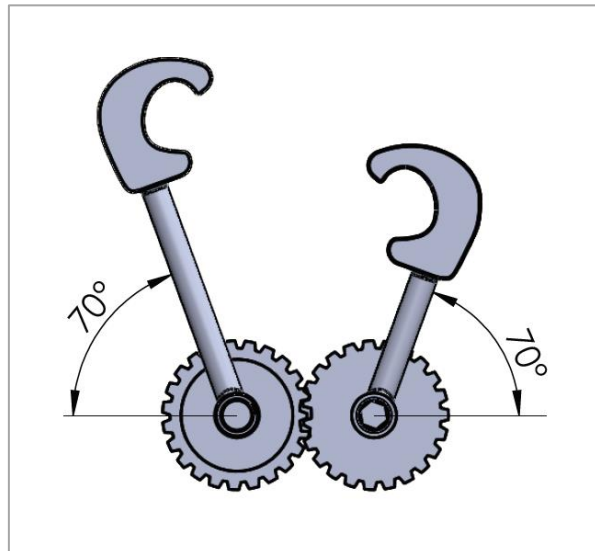


Figura 29: Alçat amb el gir que realitzen els braços acotat.

Les seves diferències es troben en les maneres de crear l'activament del conjunt, o com fer un ancoratge prou resistent per superar la normativa. També es fa evident, la tendència i preocupació de desenvolupar els dissenys a models més senzills i sense tantes peces.

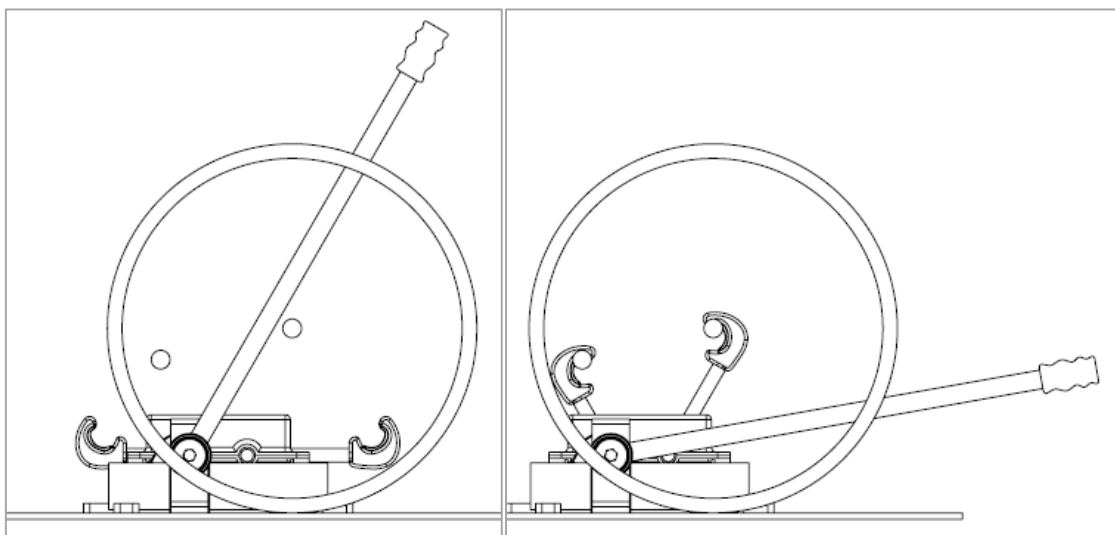


Figura 30: Alçats de la primera solució portada a 3D, en posició de repòs i d'ancoratge.

En aquest primer model el conjunt s'activa a través de una palanca que és desmuntable un cop s'ancora i desancora el conjunt, i que és precís que s'extregui del conjunt per dues raons: per a que en cas contrari la cadira no podria passar per sobre,

i segona per seguretat, ja que si es deixés en el conjunt quan s'ha realitzat l'acorament i el cotxe es troba en marxa es converteix en un factor potencial de perill, perquè en el hipotètic cas que un objecte impactés durant el viatge, amb una força suficient, podria desactivar el sistema i deixar la cadira lliure.

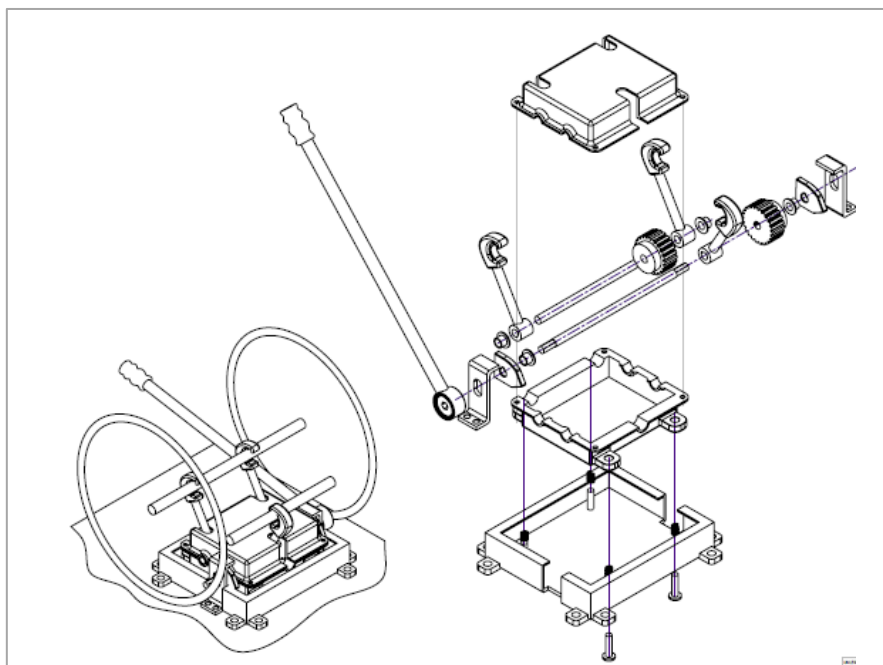


Figura 31: Perspectiva i esplosionat del primer conjunt portat a model 3D.

El sistema de bloqueig extra per garantir la inamobilitat del conjunt es basa en el sistema de lleves i molles.

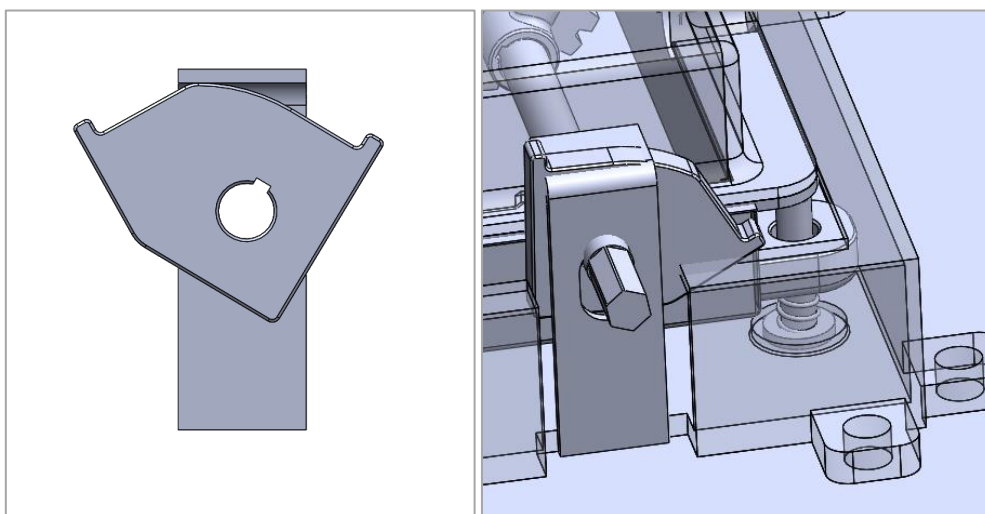


Figura 32: Alçat de la lleva del primer conjunt portat a 3D.

Figura 33: Ampliació de la cantonada del conjunt assemblet, on es veu l'eix amb la molla i la lleva.



Tot i així es segueix evolucionant, s'estudia i es canvia el sistema de la lleva, però el resultat no és satisfactori. El conjunt té moltes peces, i el sistema de retenció mitjançant una lleva i molles fa molt complex el seu dimensionat i estudi de resistència.

5.2. Primer dimensionat del disseny final

Un cop es determina que la idea de la lleva i les molles no és la opció més viable, es torna al concepte origen de la solució, per tornar a desenvolupar una nova idea.

Primer es desenvolupa el concepte enfocant només com s'activarà i desactivarà el conjunt. D'on sorgeix la proposta de incorporar un pedal en una altre eix, que tingui una relació reductora 1:2 entre els engranatges, per garantir que l'usuari no hagi de desplaçar el pedal 70°, sinó que serà la meitat.

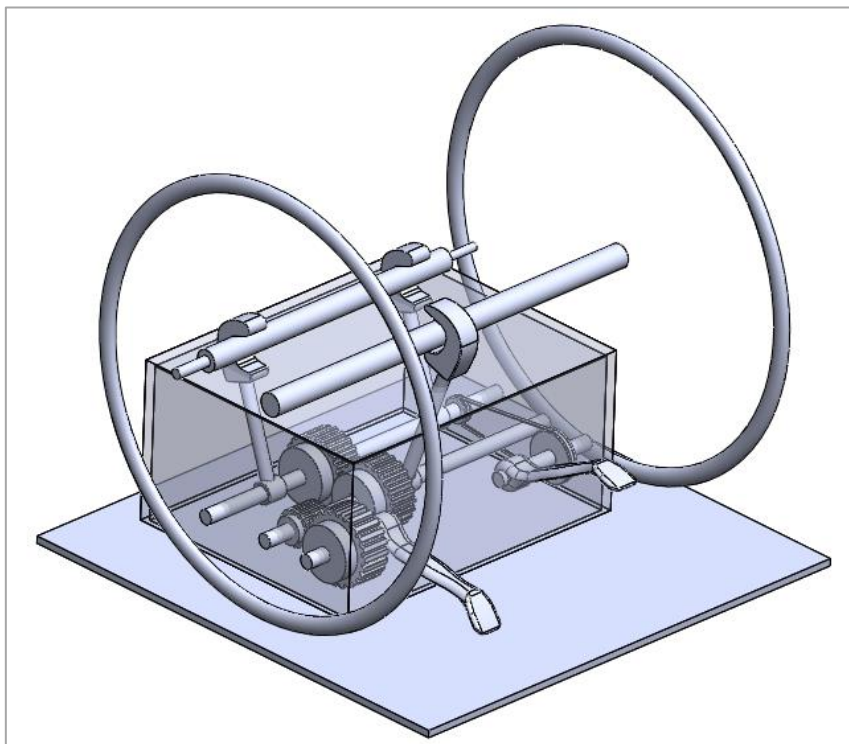


Figura 34: Perspectiva del conjunt 3D, de la primera proposta d'accionament amb pedals

Per a fer que el conjunt retorni a la posició inicial, es dota el sistema amb un altre pedal, que trasllada el moviment via un sistema de politges, també reductores amb relació 1:2.

Però tenir dos actuadors a utilitzar amb el peu, no es percep com una solució fàcil ni ergonòmica, a més de que a nivell de conjunt, comportaria que s'afegissin dos eixos parcials, a més dels eixos dels braços, en comptes de un de sol per al pedal.



Es decideix el pedal amb l'eix d'engranatges com a la solució final per a l'accionament del conjunt. Només se li implementa una molla de torsió en el pedal, per tal de afavorir que el conjunt torni a l'esta inicial, així com també per evitar que les peces vibrin en els trajectes a l'automòbil.

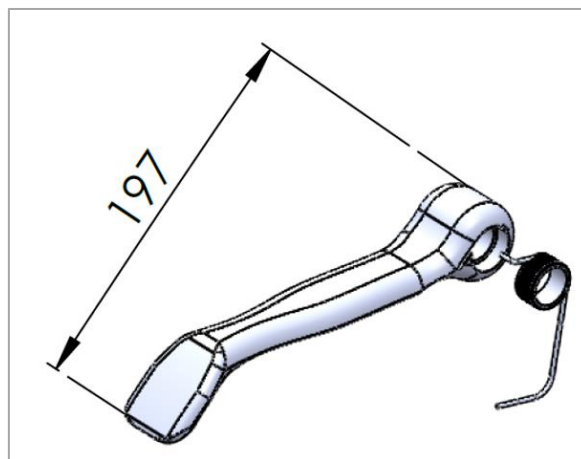


Figura 35: Pedal d'accionament i molla de compressió.

Pel que fa al sistema blocant, es desenvolupa la idea del pern seguin com a exemple el sistema dels panys de les portes de garatge (producte exposat el apartat 3.2.).

Per garantir un bon blocatge, a més de que sigui un sistema *poka-yoke* es necessita que el subconjunt de bloqueig per pern sigui un sistema normalment tancat, que s'obri de manera retràctil, simètrica per ambdós costat i que la posició d'obertura no es pugui mantenir sense l'acció de l'usuari. Per tant ha de tenir un element que el faci força per portar-lo i mantenir-lo a la posició inicial, és a dir, el conjunt ha de tenir una molla de retorn.

Així doncs es comença dissenyant i estudiant com funciona el sistema del pany de porta, i com es podria adaptar a les necessitats del model.

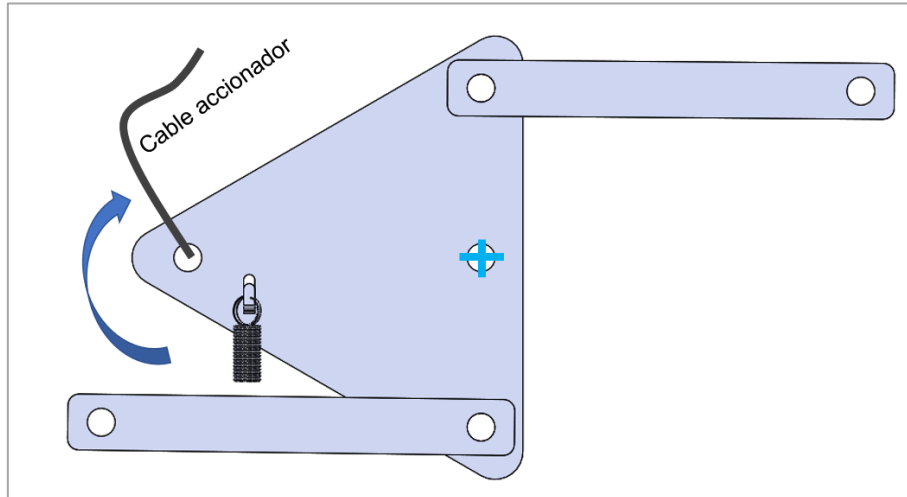


Figura 36: Conjunt 3D per l'estudi i explicació del sistema de pany de porta en posició de repòs.

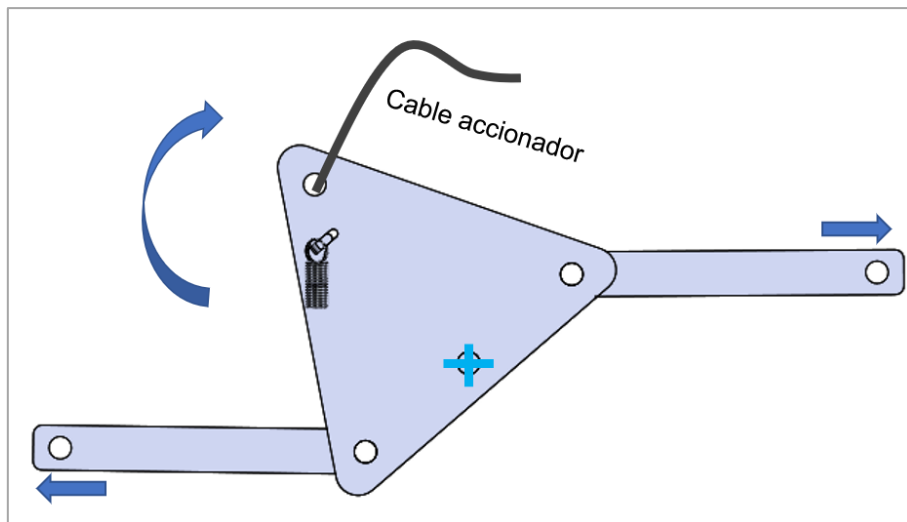


Figura 37: Conjunt 3D per l'estudi i explicació del sistema de pany de porta en posició de moviment.

El model exposat en les figures anteriors és el precedent a la solució adoptada pel model final, que s'exposarà més endavant.

5.3. Proposta final

5.3.1 Funcionament

La solució i model que es proposa manté el mateix concepte de retenció de la cadira de tots els models anteriors, dos braços mòbils encaixats a dos eixos separats que són solidaris en moviment a través dels engranatges de relació 1:1.

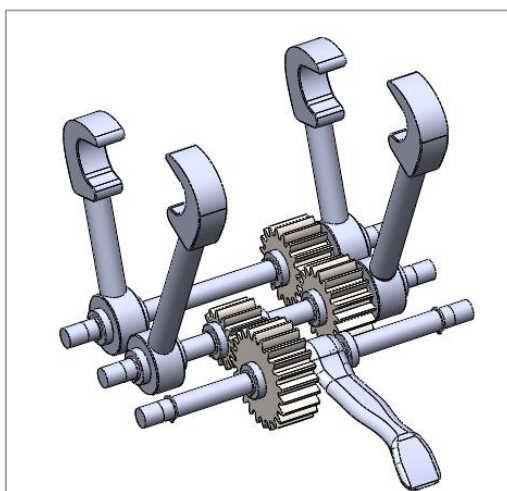


Figura 38: Perspectiva del subconjunt eixos en 3D.

L'accionament i moviment d'aquests braços és mitjançant el moviment de un pedal. Aquest pedales troba encaixat en un tercer eix, i que transmet el moviment a l'eix del mig a través de uns engranatges amb una relació reductora de gairebé 1:2. D'aquesta manera, els graus que ha de fer l'usuari amb el peu sempre seran, gairebé la meitat dels 70° que fan els braços.

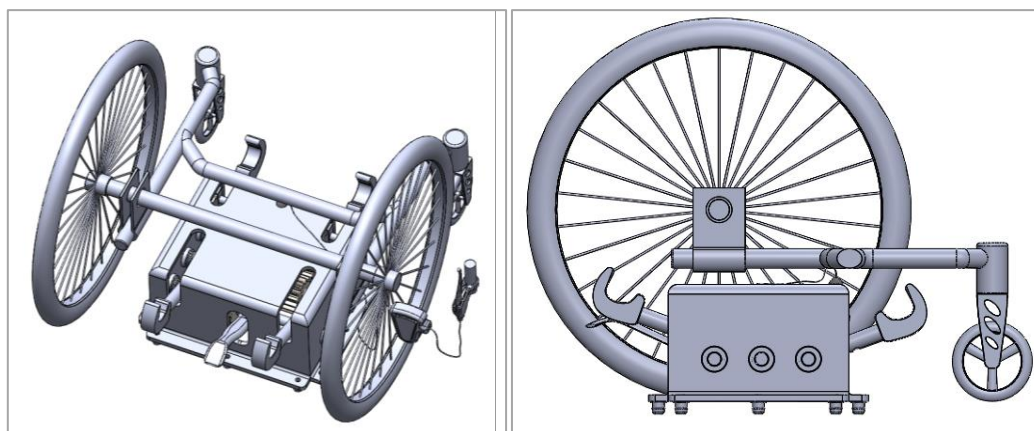


Figura 39: Diferents punts de vista del conjunt 3D quan es troba en repòs.

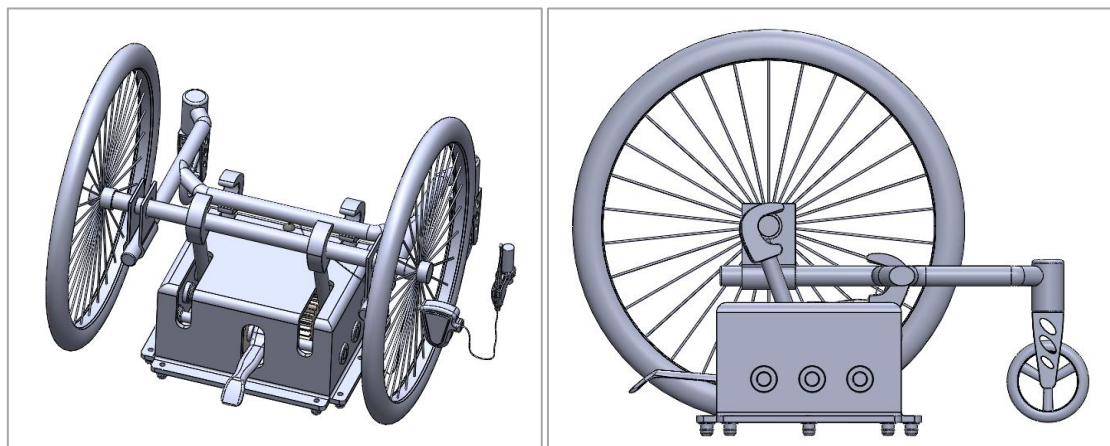


Figura 40: Diferents punts de vista del conjunt 3D quan es troba accionat.

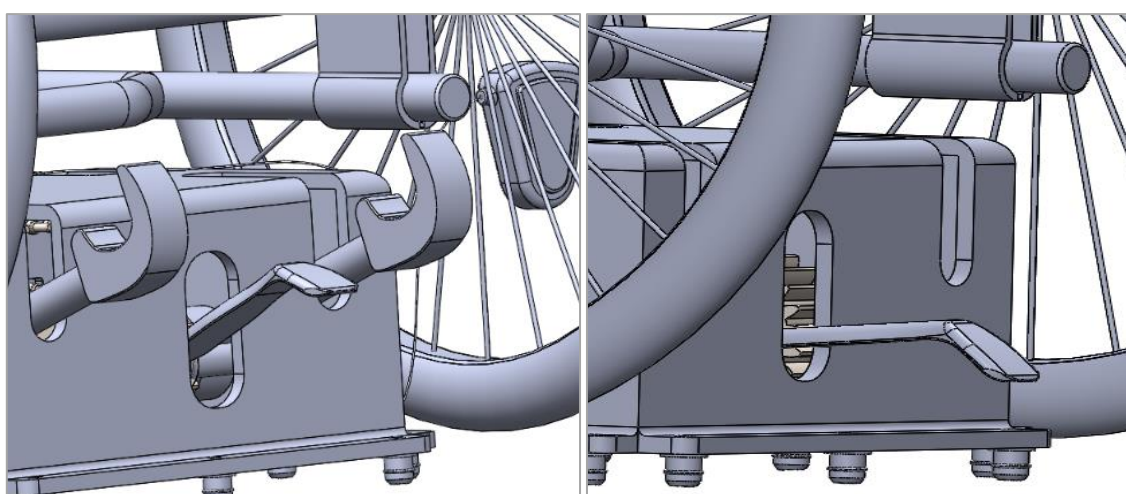


Figura 41: Detall del pedal del conjunt primer quan el conjunt està en repòs i després de l'accionament.

Paral·lela i independentment del sistema sancionador, el model té un subconjunt blocant, concebut per garantir la retenció del conjunt i absorbeixi gran part dels esforços. Aquest subconjunt impedeix el moviment dels braços interferint-se en el recorregut de, només, els braços curts davanters.

Com s'ha exposat durant el seu desenvolupament, es tracta de un sistema de bloqueig per la interferència de un pern transversal, que es mou de manera retràctil amb el sistema de pany de les portes de garatge.

Al tractar-se de un conjunt intern, l'usuari no pot accionar-lo tal i com es fa amb els panys originals, així doncs, per a que pugui ser activat a distància i d'una manera còmode s'implementa el mecanisme d'accionament dels frens de bicicleta. En un dels extrems de la platina giradora, es fixarà un estrep de cable de bici, i l'altre anirà a la maneta de fre.

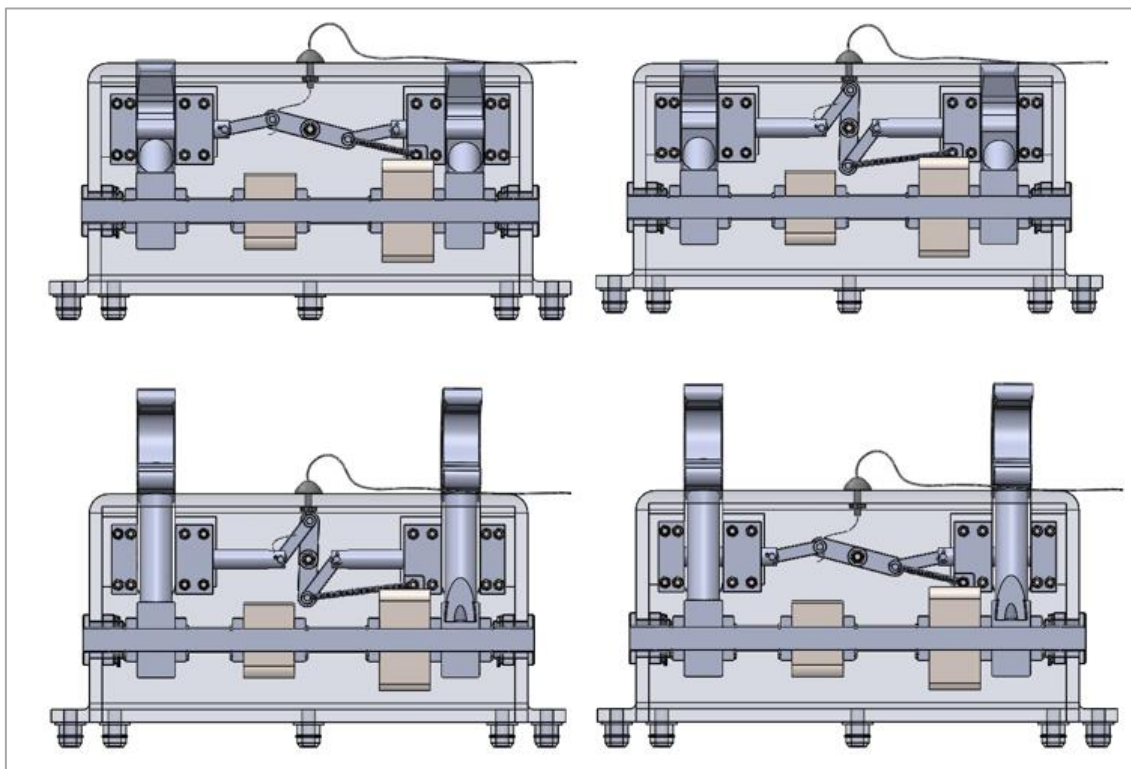


Figura 42: Captures dels 4 estats durant el blocatge dels braços davanters. Ordre de dalt a l'esquerra a baix a la dreta: 1. sistema en repòs. 2. Es retiren els pernns. 3. Els braços pugen. S'alliberen els pernns i tornen a la posició inicial.

D'aquesta manera per a ancorar la cadira l'usuari haurà d'estrènyer el fre de bici per retirar els pernns del subconjunt, seguidament pressionar i mantenir el pedal, i finalment deixar anar la maneta de bici. En cas que no es seguissin aquest passos, la cadira no quedaria retinguda de cap manera, però si es segueixen pas per pas, no és possible que es realitzi malament l'ancoratge.

5.3.2 Conjunts i components

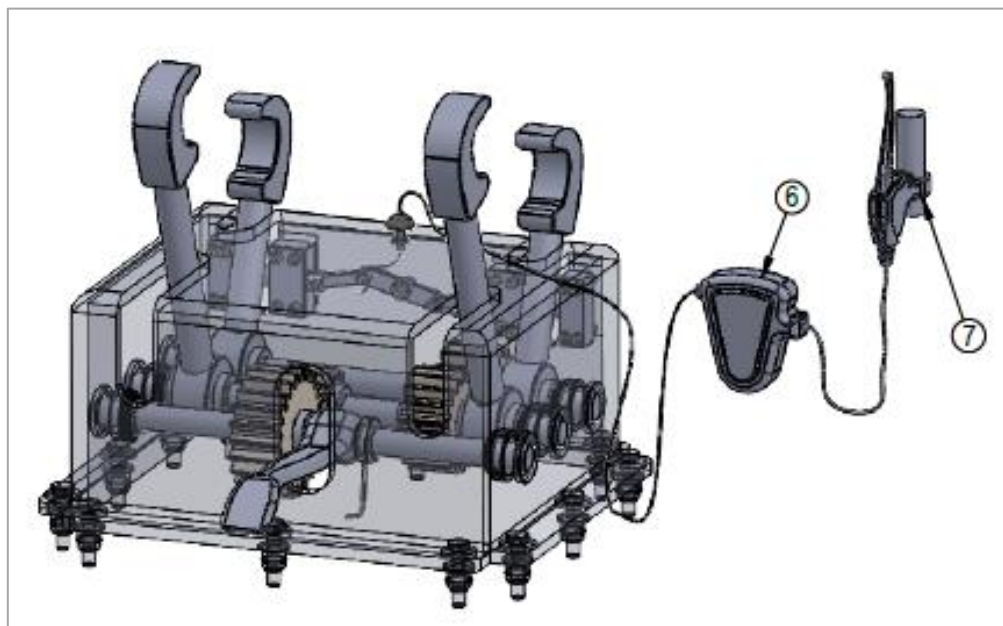


Figura 43: Model 3D del conjunt amb numeració de peces.

8	Presoner de cabl de bici	1				
7	Palanca de fre de bici	1				
6	Desmultiplicador d'embrague	1				
5	Cable de bici amb protector	1				
4	Passa cable	1				
3	Subconjunt Pern	1				
2	Subconjunt Eixos	1				
1	Subconjunt Xàssis	1				
Marca	Denominació	Nº peces	Normativa	Material	Dimensions	Pes

Tabla 4: Caixa del conjunt.

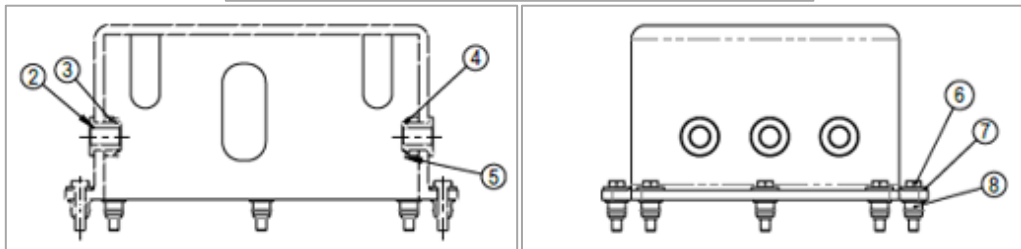


Figura 44: Croquis i perspectiva del subconjunt caixa extrets del plàmol.

8	Rosca reblonada M10	9		AISI 300		
7	Volandera M20	9	DIN 125-A			
6	Cargol hexagonal M10x15	9	DIN 933			
5	Anell Seeger D20	6	DIN 471	C67S		
4	Volandera M30	6	DIN 125-A			
3	Anell Separador	6		F1110		
2	Coixinet de bronze	6		SAE40		
1	Xàssis	1		AISI 321		
Marca	Denominació	Nº peces	Normativa	Material	Dimensions	Pes

Tabla 5. Caixetí del subconjunt xassís.

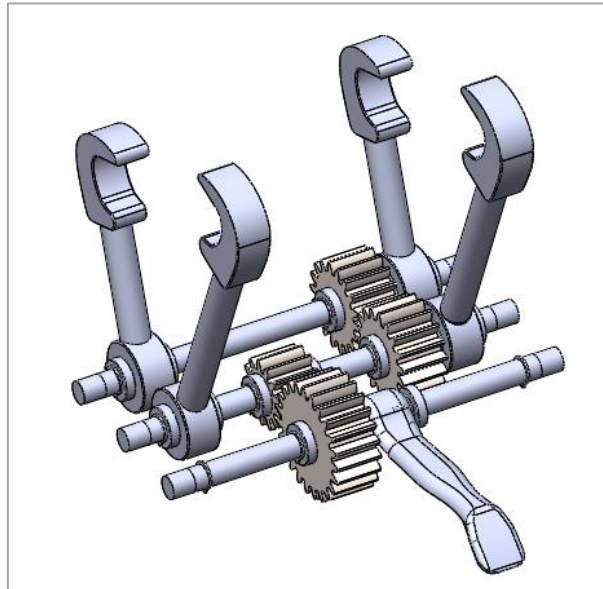


Figura 45: Perspectiva del model 3D subconjunt eixos.

14	Roda dentada M4 23d	1				
13	Pedal	1				
12	Molla Pedal	1				
11	Eix pedal	1		AISI 321		
10	Eix mig	1		AISI 321		
9	Anell de retenció Seeger	14	DIN 471	C67S		
8	Anell separador	15		F1110		
7	Roda dentada M4 13d	1				
6	Roda dentada M4 18d	2				
5	Braç de retenció llarg	2		AISI 321		
4	Eix davanter	1		AISI 321		
3	Xaveta Paral·lela	4	DIN 6885		6 x 6 x 30	
2	Xaveta Paral·lela	5	DIN 6885		6 x 6 x 20	
1	Braç de retenció curt	2		AISI 321		
Marca	Denominació	Nº peces	Normativa	Material	Dimensions	Pes

Tabla 6: Caixaí subconjunt eixos.

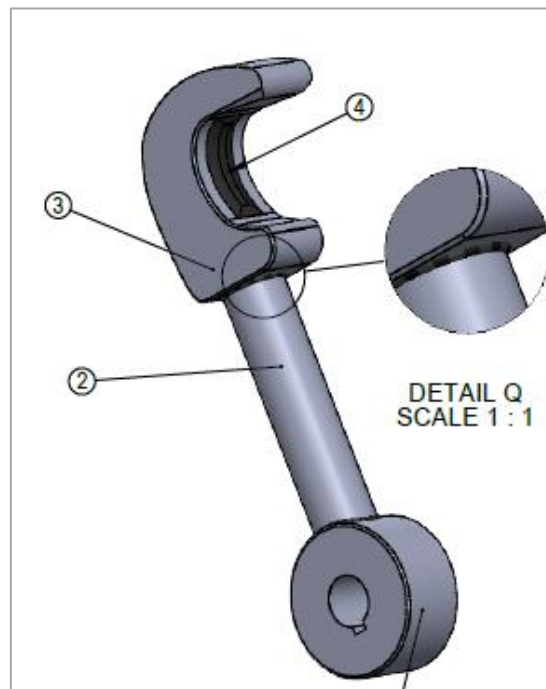


Figura 46: Model 3D del subconjunt braç.

5	Tub llarg	1		AISI 321		
4	Goma protectora	1		NBR		
3	Enganxament	1		AISI 321		
2	Tub curt	1		AISI 321		
1	Peça tub-eix	1		AISI 321		
Marca	Denominació	Nº peces	Normativa	Material	Dimensions	Pes

Tabla 7: Caixetí subconjunt braços.

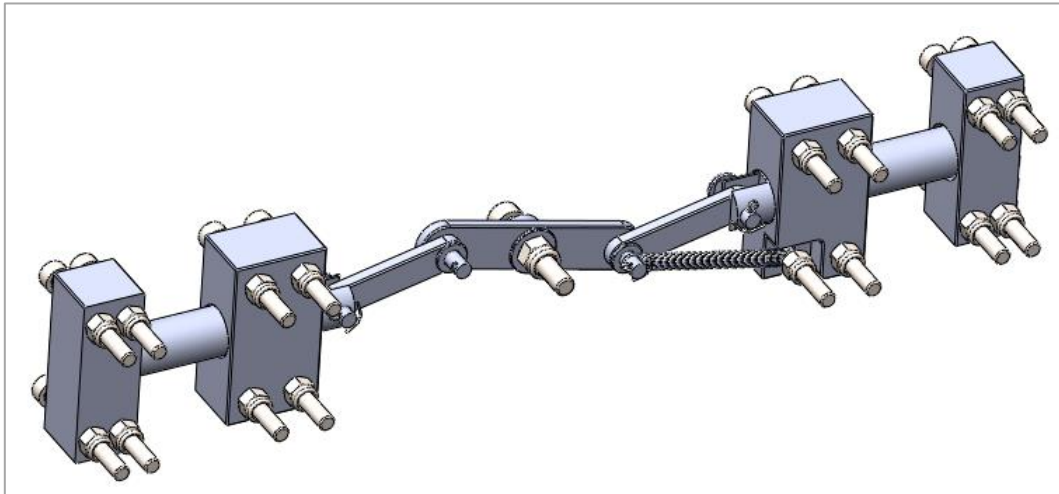


Figura 47: Perspectiva del model 3D del subconjunt Pern

16	Platina connectora	2				
15	Volandera M5	2	DIN 125-A			
14	Passador obert D1	3	DIN 94			
13	Femella autoblocant M6	1	DIN 985			
12	Volandera D6	1	DIN 1441			
11	Platina giradora	1				
10	Molla retorn del pern	1				
9	Femella autoblocant M5	16	DIN 985			
8	Bloc final de carrera	2				
7	Bloc passant amb rebaix	1				
6	Cargol M5x35	16	DIN 912			
5	Cargol M6x35	1	DIN 912			
4	Coixinet de bronze	1		SAE40		
3	Pern de retenció D5x18	4	DIN 1444			
2	Pern blocant	2				
1	Bloc passant	1				
Marca	Denominació	Nº peces	Normativa	Material	Dimensions	Pes

Tabla 8: Caixaí subconjunt pern.



5.3.3 Materials, fabricació i pes

Per al les peces a fabricar que es troben sotmeses a un gran esforç, se'ls hi aplicarà el acer inoxidable austenític AISI 321, sent aquests: els braços, els eixos, el pern i els seus blocs i el xassis. Dels anteriors, els enganxes dels braços i el xassis estan concebuts per ser fabricats per tall làser, mentre que la resta seran mecanitzats per fres o torn.

Els coixinets són de bronze per a garantir que els eixos llisquen correctament. Mentre que el pedal serà d'alumini 3020, ja que no pateix grans esforços i està pensat per ser fabricat per tall amb làser 2D.

A continuació s'adjunten taules amb la massa dels dissenys més pesats del conjunt, així com també la massa total del conjunt, que és de 34,78 Kg,

Nº PLANOL	NOM DE LA PEÇA	MATERIAL	Pes(Kg)
1.01	Xàssis	AISI 321	11,85
2.01.03	Enganxament	AISI 321	0,7
2.13	Pedal	Al 1050	0,24
2.01.01	Peça tub-eix	AISI 321	0,54
2.11	Eix pedal	AISI 321	0,87
2.10	Eix mig	AISI 321	0,87
2.04	Eix davanter	AISI 321	0,87
2.01.02	Tub curt	AISI 321	0,41
2.01.05	Tub llarg	AISI 321	0,66

Tabla 9: Llistat de les peces dissenyades més voluminoses, el seu material i pes.

Nº PLANOL	NOM DE LA PEÇA	MATERIAL	Pes(Kg)
2.01	Braç de retenció curt	AISI 321	1,65
2.05	Braç de retenció llarg	AISI 321	1,90
0.00	Conjunt Solució	-	34,78

Tabla 10: Pes del conjunt i dels subconjunts braços.

5.3.4 Assemblatge

- **Conjunt:**

El model està pensat per a que s'assembli sense la necessitat de una tapa inferior.
El subconjunt xassís es fa el muntatge de manera lateral.

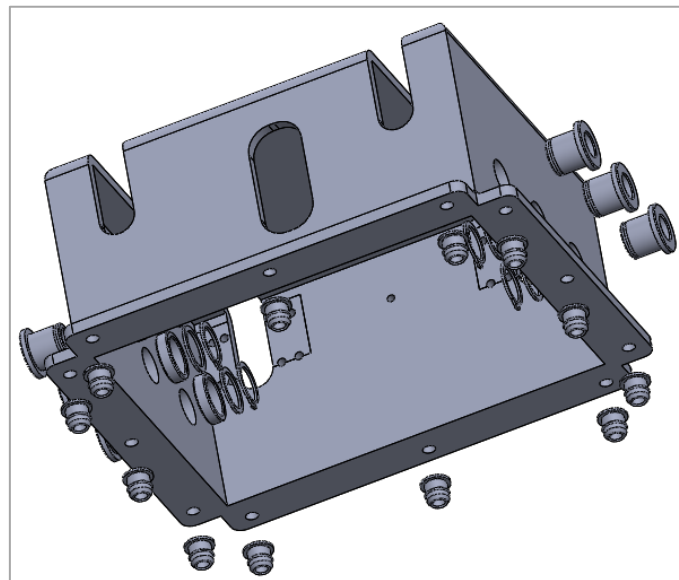


Figura 48: explotonat del subconjunt xassís.

.El segon pas és el de implementar el subconjunt pern, ja que l'interior del xassís estarà buit. Aquest subconjunt primer es fixarien els blocs que guien el pern, per després, col·locar els dos pernns amb les platines connectores. L'últim pas és col·locar i fixar la platina giradora contra la xapa, i connectar els seus extrems amb les platines connectores.

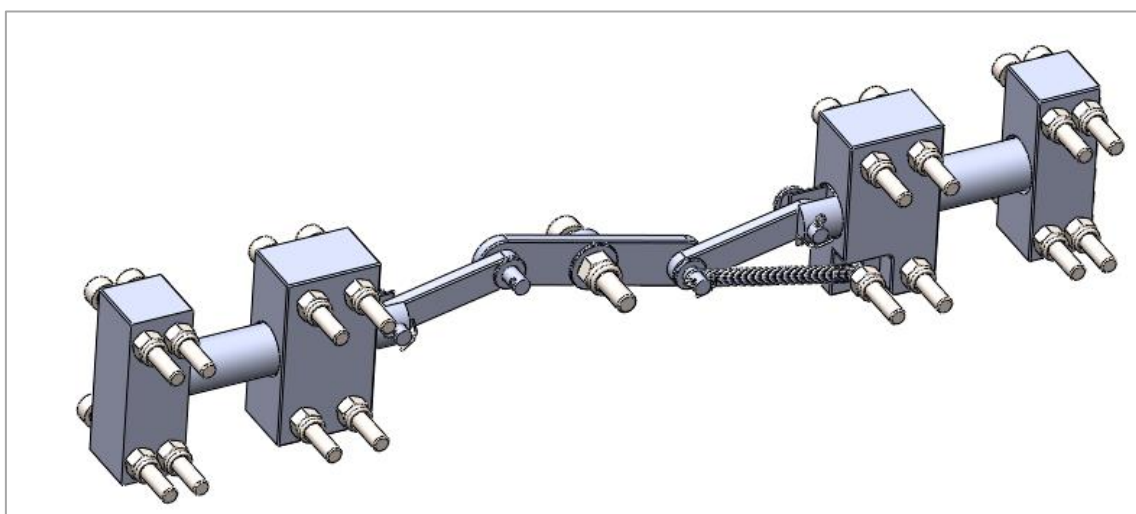


Figura 49: Perspectiva del subconjunt pern.

Els principals components presents en l'assemblatge dels eixos són les xavetes, anells serrador i els anells de retenció Seeger. Tots aquests elements entraran de manera lateral, mentre que els braços hauran de ser pre-col·locats verticalment, a les ranures que es hi correspon del xassís.

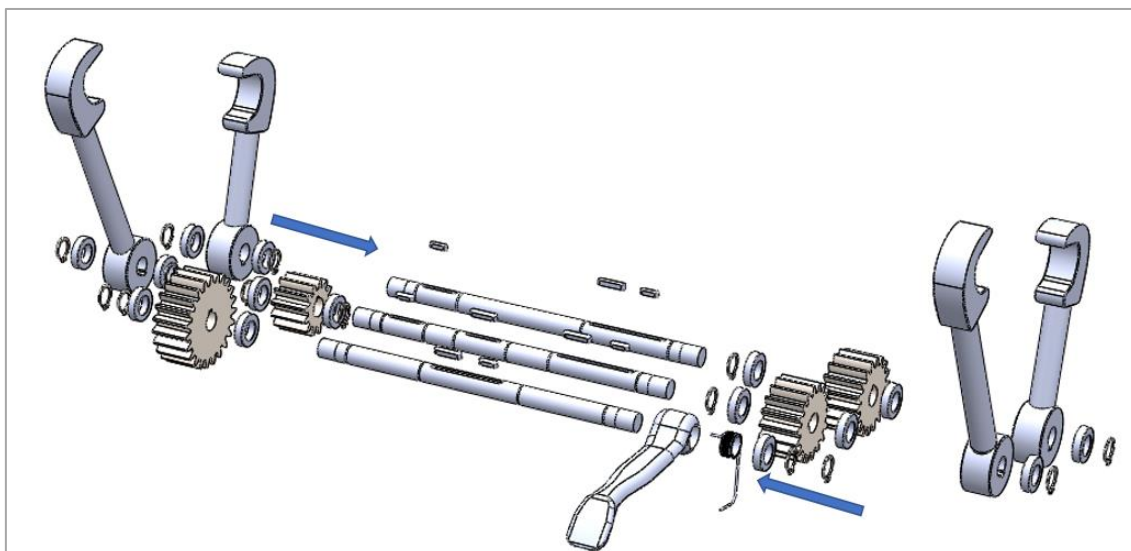


Figura 50: Esquema de muntatge sobre explosionat del subconjunt eixos.

- Subconjunt braços

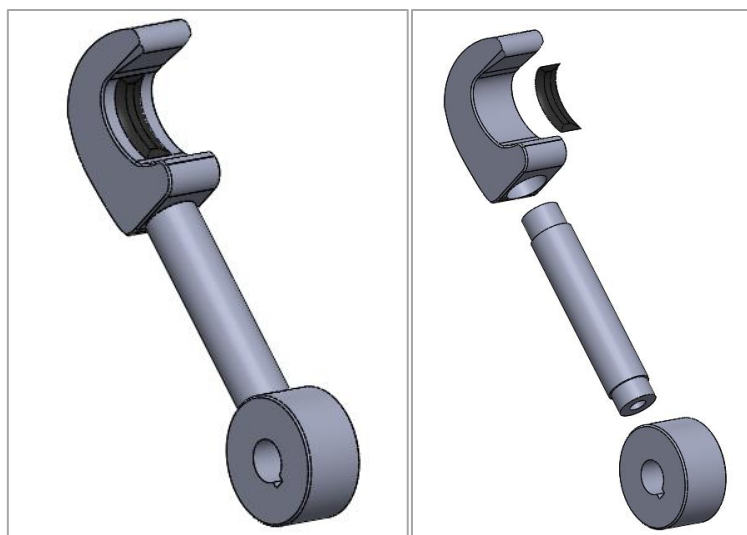


Figura 51: Subconjunt braços i seu explosionat

Els braços estan compostats per 4 peces el capçal, el tub, el tub connector amb els eixos i la làmina de plàstic NBR. Les tres primeres peces s'uneixen per encaix i són posteriorment soldades, mentre que la làmina de plàstic serà encolada amb un adhesiu específic per acer-polímer.



6. Estudi i anàlisis de resistència

En aquest apartat del projecte es validarà si el conjunt és apte per prototipar i passar la normativa, així com també es realitzen alguns càlculs sobre l'esforç que ha de fer l'usuari per accionar el conjunt.

El primer subapartat exposa el càlculs i anàlisis que s'han fet de manera manual del conjunt, i de les peces que s'aprecien susceptibles a grans sol·licitacions. Així es compren la situació a la que està sotmesa el conjunt, i s'obtenen valors i posicions concrets de les forces a les que estan sotmeses.

Els valors extrets dels càlculs manuals són els que s'introduiran a la eina simulació del software 3D SolidWorks, i que validarà per complet el disseny concebut.

6.1. Càlculs

A continuació es mostren els resultats obtinguts dels anàlisis i càlculs realitzats manualment. En una carpeta apart anomenada "Càlculs", disponible a consulta, es troben els escanejats amb el desenvolupament dels estudis, així com també un document Excel, que compila cada un dels estudis i permet treure resultats de manera immediata, així com també modificar els valors dels paràmetres en els que es basa.

Els càlculs realitzats de manera manual en aquest projecte, es poden dividir en dos blocs, el bloc que analitza les tensions en el conjunt quan s'apliquen els requeriments de la normativa ISO 7176-19, i un segon bloc que centra els càlculs en components concrets del conjunt del pern blocant i l'usuari:

- **Bloc 1- Anàlisi i estudi de forces:**

- Anàlisi del centre de masses de la cadira

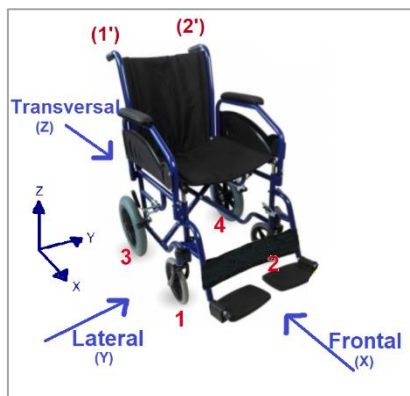


Figura 52: Referències i eixos per el càlcul del centre de masses

Bàscula	Pes(Kg)	Distància al punt de ref. (cm)	Σ moments en 1' (kg·m)
1'	6	0	0
3	21	52	10,92
TOTAL	27		10,92
Distància entre punt ref. a centre de masses direcció punt 3. (cm)=			40

Tabla 11: Posició entre de masse per l'eix X.

Bàscula	Pes(Kg)	Distància al punt de ref. (cm)	Σ moments en 1' (kg·m)
1	4,5	0	0
3	9,5	105	9,975
TOTAL	13,5		9,975
Distància entre punt ref. a centre de masses direcció punt 3. (cm)=			74

Tabla 12: Resultat posició centre de masses per l'eix Y.

- Anàlisi del centre de masses de la cadira i usuari

Centre gravetat cadira i usuària	
	mm
Distància V:	830
Distància H:	781

Tabla 13: Posició del nou centre de masses.

- Anàlisi i càlcul estàtic de 3 hipòtesis del conjunt disseny final-cadira un cop aplicada la força especificada en la norma ISO 7176-19.

Valor Rx (kN)	22,2
Valor RY (kN)	15,04
R total (kN)	Angle (º)
26,81	34,1

Tabla 14: Resultat de les reaccions del conjunt.

- Anàlisi de forces i tensions del conjunt braç retenidor davanter

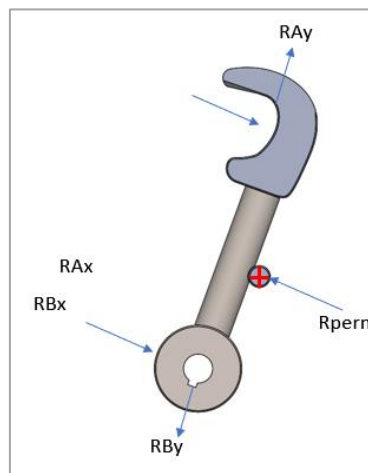


Figura 53: Esquema forces en el braç davanter.

Resultats		Dist. V a A (mm)	Dist. H a A (mm)
F. Eix x (kN)	10,85	0	80
F. Eix y (kN)	7,88	0	80
F. Pern (kN)	15,76	0	0

Tabla 15: Resultat de les reaccions en el braç davanter.

- Anàlisi de forces i tensions del pern blocant

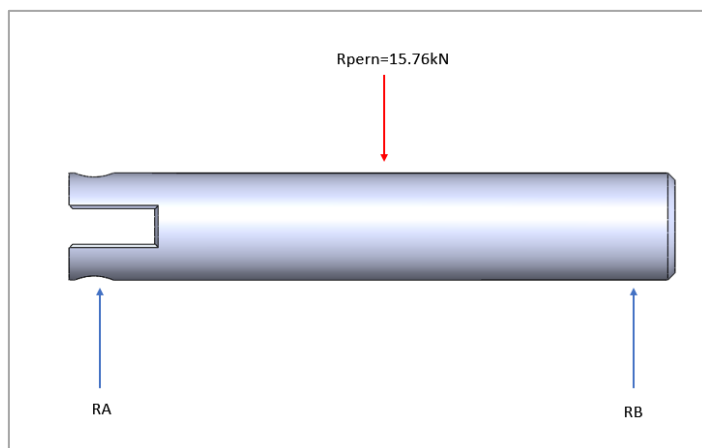


Figura 54: Esquema de forces en el pern.

RESULTATS	
Ra=Rb (kN)	7,88

Tabla 16: Resultat de les reaccions en el pern.

- Anàlisi de forces i tensions del eix dels braços davanters

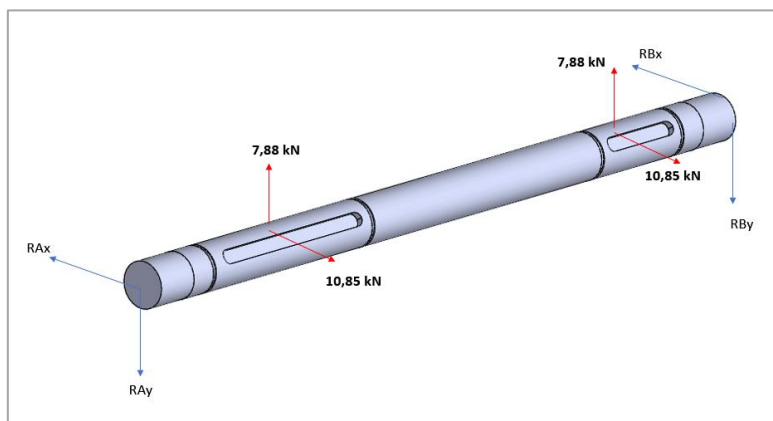


Figura 55: Esquema de forces en el eix davanter.

RESULTATS	
F. X i x' (kN)	10,85
F. Y i y' (kN)	7,88

Tabla 17: Resultat de les reaccions en els eixos.

- **Bloc 2- Anàlisi de l'accionament del subconjunt pern blocant:**
 - Càlcul de la tensió de cable que provoca l'usuari a l'accionar la maneta de bici
 - Càlcul de la k de la molla de retorn del pern segons la força aplicada per l'usuari a la maneta de bici
 - Càlcul de la longitud de corda de cable necessària a moure per enretirar els perns.
 - Angle necessari a fer a la maneta de l'usuari, sense reductor d'embragatge, per estirar la longitud de cable necessari per moure el pern
 - Càlcul del efecte del reductor d'embragament en la reducció d'angle de gir i augment de força necessària a fer en la maneta

DADES			
	(kg)	D. Vertical a A (mm)	D. Horitz. a A (mm)
F. PERSONA	6	28	91
RESULTATS			
	(N)		
Tensió Cable	195		
	(mm)		$L=R*\text{angl}(\text{rad})$
Long. De cable	42,85		
	(°)		
Angl. de gir maneta	88		

Tabla 18: Resultats de tots els càlculs de la maneta.

MOLLA PERN			
DADES			
	(mm)		$F=K*AL$
L. Inicial	54		
L. Final	82		
AL	28		
RESULTAT			
	(N/m)	(N/mm)	(kN/mm)
k molla	6964,29	6,96	0,00696

Tabla 19: Resultat dels càlculs de la molla

6.2. Simulacions

Després del anàlisi de força de manera manual, es porta a terme la comprovació del model 3D amb Simulació de SW. Aquesta és una eina de validació de disseny que està integrada dins el programa de modelatge SolidWorks i que permet simular el comportament de les peces mitjançant el Anàlisi per Elements Finitos (MEF).

Concretament es realitzarà una anàlisi estàtic de les peces que han de suportar la major part dels esforços, que són les que s'han estudiat en els càlculs d'estudi de forces. Aquest anàlisi ens permetrà veure el comportament que té cada component, segons el material escollit, sota les sol·licitacions a la que es troba sotmès, donant com a feedback un gràfics amb la distribució de tensions, deformacions i factor de seguretat.

Com a norma general, els models 3D es solen validar per el resultat de la tensió de Von Mises, però, després de realitzar l'estudi de forces manual, es fa evident que la majoria de les seccions estan sotmeses a un gran esforç tallant, per lo que es considera que el criteri d'avaluació adient per validar les peces és el de Tensió Tallant Màxima (Tresca), i com a límit de tensió el Límit de Tensió Última (MPa).

Tot i això, aquest criteri només es mostra disponible en la gràfica del Factor de Seguretat (FDS), ja que el criteri Tresca és una teoria de fallada dels materials dúctils.

El que realment interessa dels resultats de les simulacions és validar que la peça, encara que deformi plàsticament, no patirà grans trencaments que deriven a un col·lapse total o que, en el moment de més necessitat, deixessin de complir el seu objectiu de retenir la cadira sota condicions extremes.

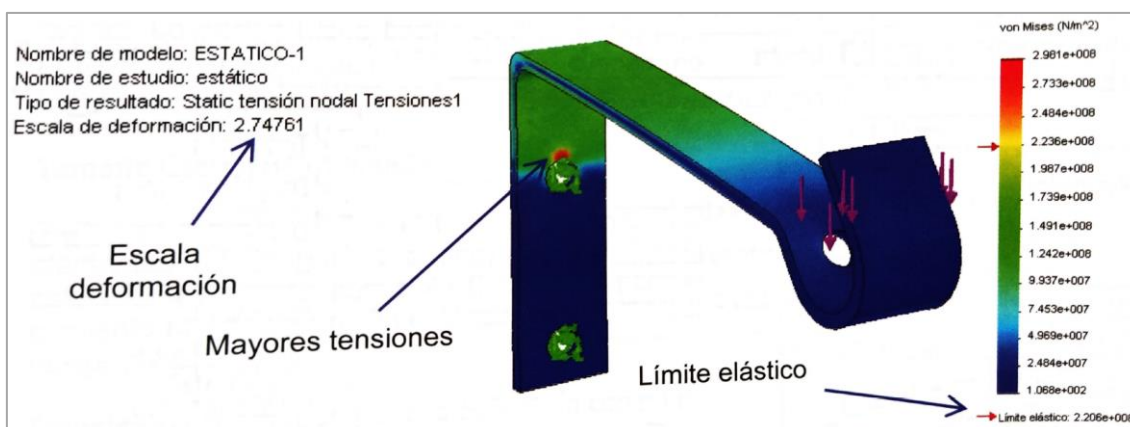


Figura 56: Explicació de tota la informació exposada en els resultats.



Resultats

El material escollit per totes elles és el acer inoxidable AISI 321, i per cada peça es mostraran 3 gràfics:

- Distribució de Tensions

Aquest mostra els valors de les tensions de Von Mises (MPa) distribuïdes per tota la peça, i indicant el rang de valor mitjançant una paleta cromàtica.

- Desplaçaments

Vinculada als resultats de l'anterior gràfic, aquest mostra les deformacions que pateix el model amb una escala d'ampliació (que es troba indicada a la llegenda superior esquerra). Amb la escala de colors indica el valor dels desplaçaments (mm) a cada regió del model.

- Factor de Seguretat

El anàlisis per factor de seguretat té com a paràmetres predeterminats fer l'estudi amb el criteri de la teoria de fallada de Von Mises definit com a límit de tensió el límit elàstic del material.

Com ja s'ha explicat anteriorment, els paràmetres de l'estudi seran modificats per a que analitzi la peça amb el criteri de Tensió Tallant Màxima (Tresca) definint el límit de tensió el valor de tensió última del material.

El rang de valors que mostra del factor de seguretat (número adimensional) s'ha modificat, s'ha establert com a valor màxim el 2, per tant totes les regions de les peces que hagin obtingut un valor de factor de seguretat 2 o superior es mostraran del mateix color, el blau fosc.

D'aquesta manera es pretén ressaltar els punts de cada peça que es troben per sota del factor de seguretat 2, i encara més important quins es troben sota el valor de 1, ja que indiquen el trencament del material, que es mostren de color vermell.

6.2.1 Braç de retenció davanter

En el cas del braç de retenció davanter, en el apartat de Factor de Seguretat, també s'ha realitzat el anàlisi amb el criteri de fallada Tresca amb el límit de tensió, el mòdul elàstic del material. D'aquesta manera es vol observar de manera més detallada les deformacions plàstiques que patirà el conjunt.

- Tensió

La tensió màxima obtinguda es troba en regions molt petites i és de 648 MPa.

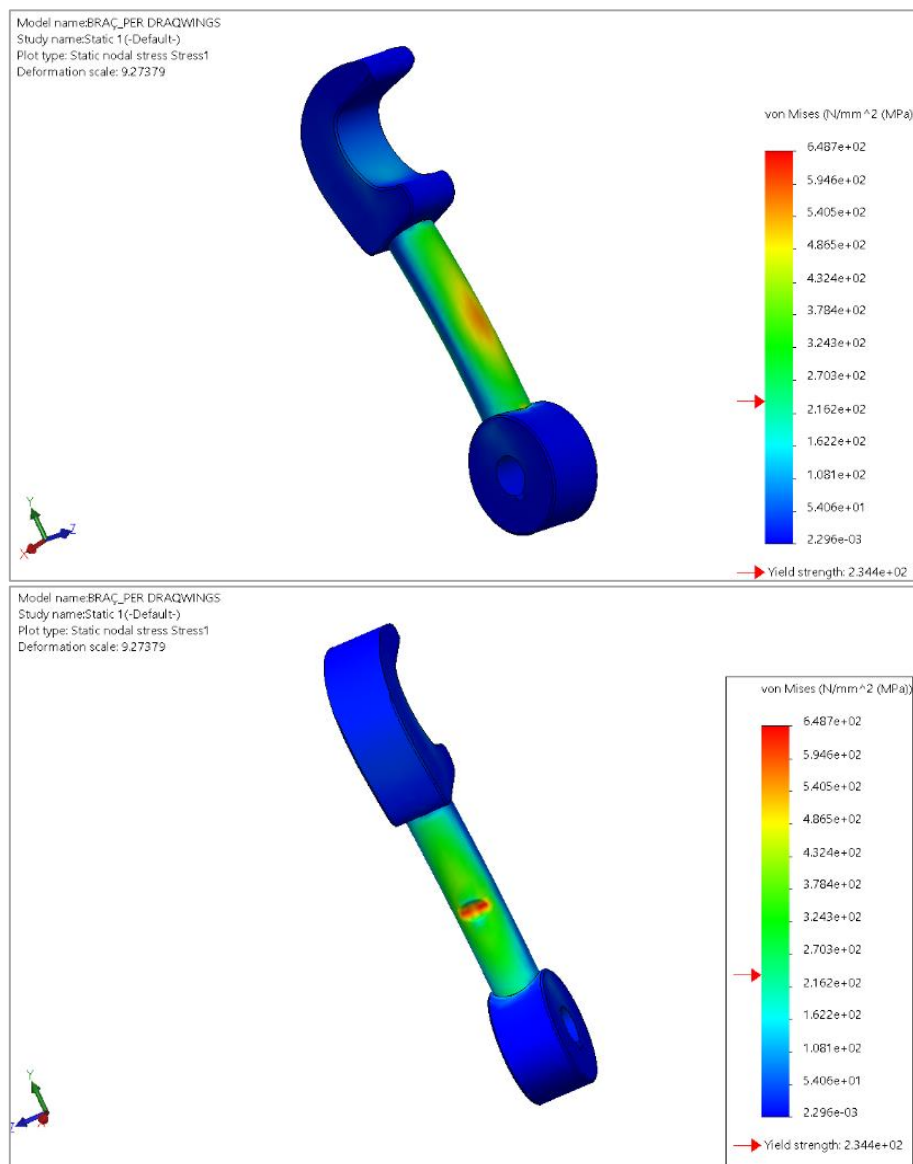


Figura 57: Resultat de la simulació de tensions del braç davanter.



- Desplaçament

El desplaçament es troba a la part superior del conjunt, fet que preocupava, ja que si deformés massa podria deixar lliure la cadira. Però tal i com mostra el anàlisi el desplaçament és molt petit, 2mm., i per tant la cadira es mantindria ancorada.

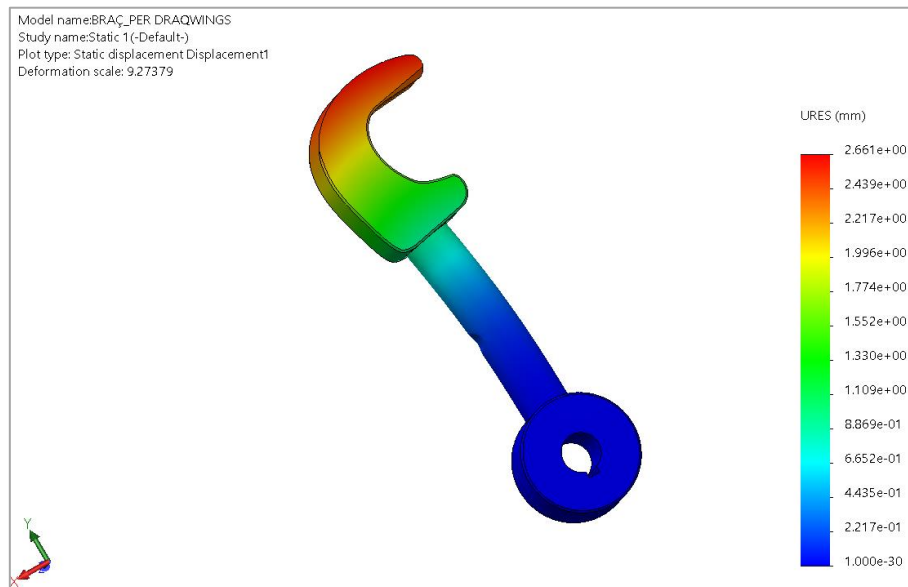


Figura 58: Resultat de la simulació de desplaçament del braç davanter.

- Factor seguretat (a última tracció)

Les regions de color taronja fins al blau fosc, són les regions que deformen plàsticament però no experimenten trencament. Les regions pintades amb blau fosc són les que estan dimensionades amb un facto de seguretat de 2 o superior.

Les zones vermelles indiquen les zones amb factor de seguretat inferior a 1, i que per tant el material es trenca, però com es pot observar al gràfic aquestes zones són molt reduïdes i superficials, i el seu valor és molt proper a 1 (com es mostra a la llegenda), per tant en trencament no es considera perillós.

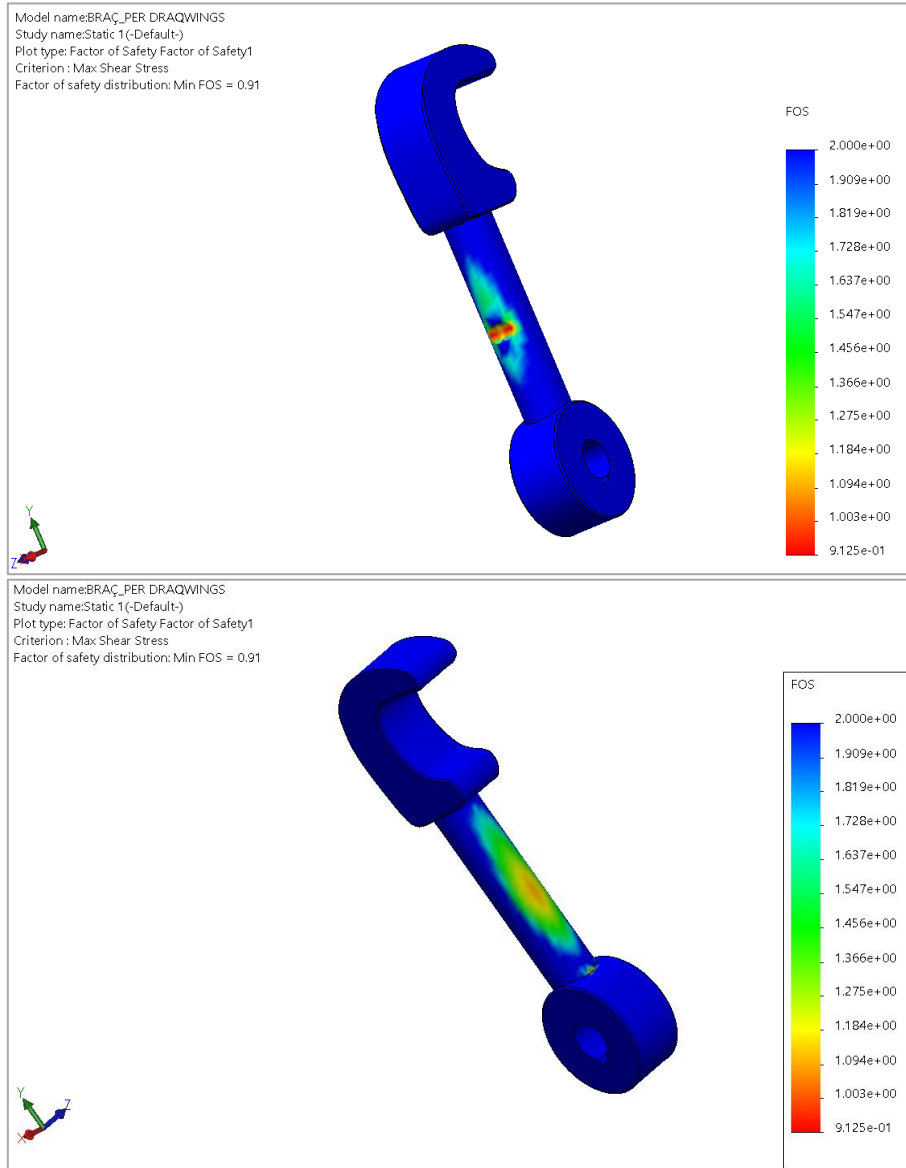


Figura 59: Resultat de la simulació de factor de seguretat del braç davantèr última tensió.

- **Factor seguretat (a límit elàstic)**

S'observa que la deformació plàstica és severa, però que no profunditza en tota la secció, per tant es reafirma que el trencament del material serà molt superficial.

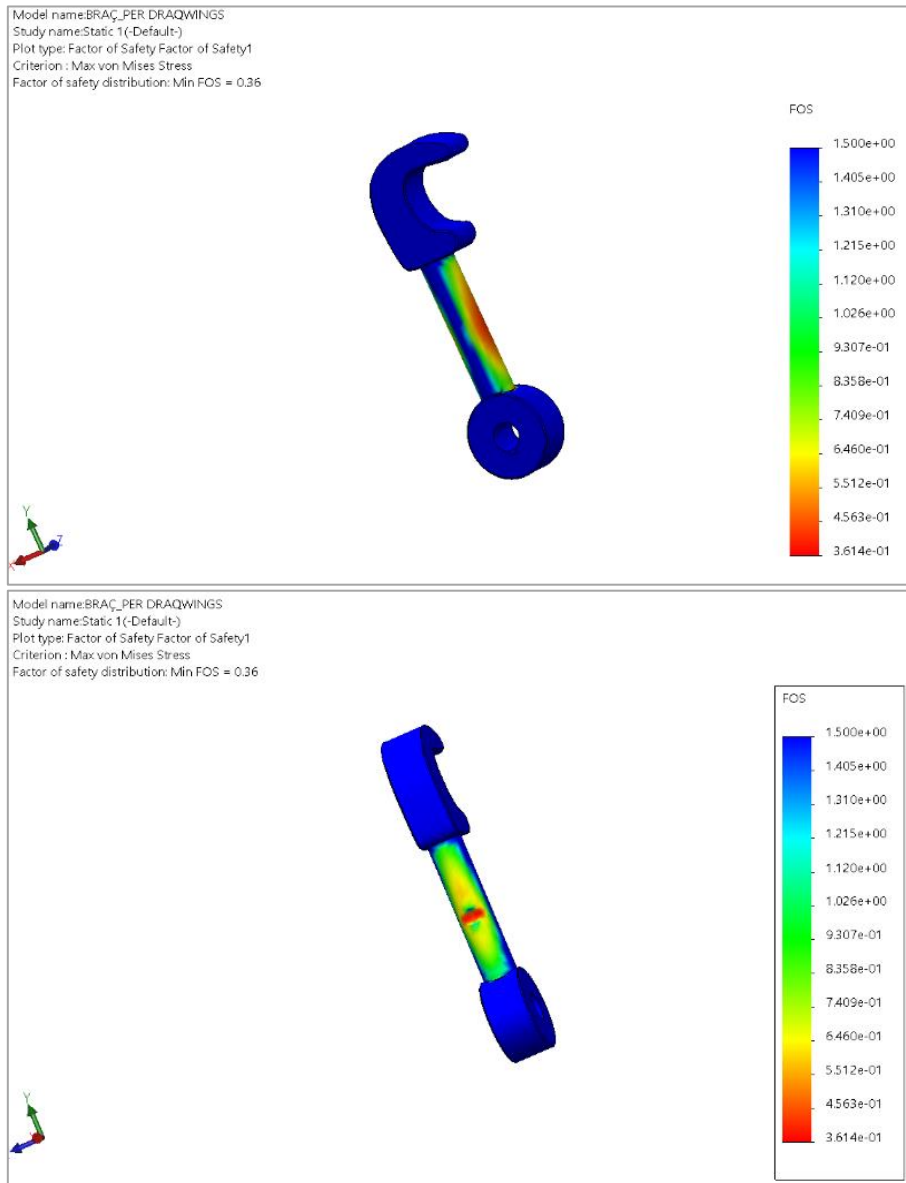


Figura 60: resultat de la simulació de factor de seguretat a mòdul elàstic del braç davant.

6.2.2 Pern

- Tensió

Les tensions obtingudes quasi no superen el límit elàstic del material, a excepció de les puntes del pern.

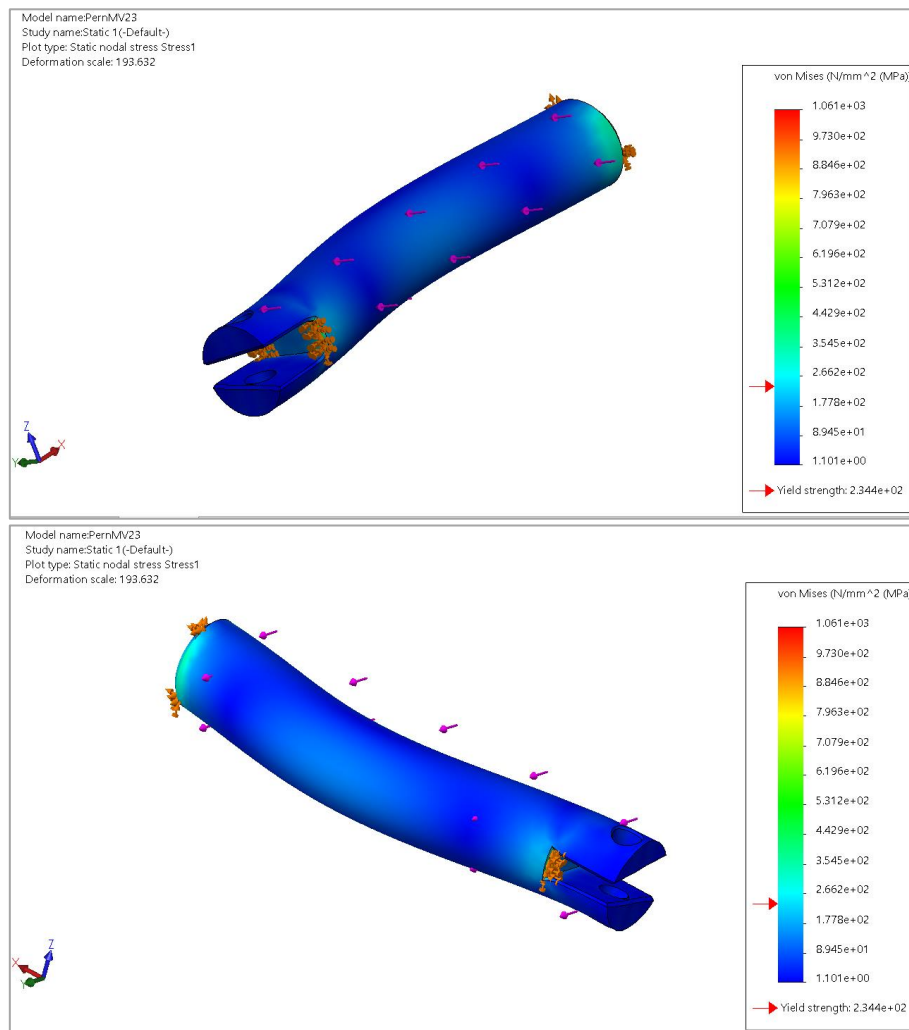


Figura 61: Resultat de la simulació de tensions en el pern.

- **Desplaçament**

Es podria dir que el desplaçament per deformació és 0mm.

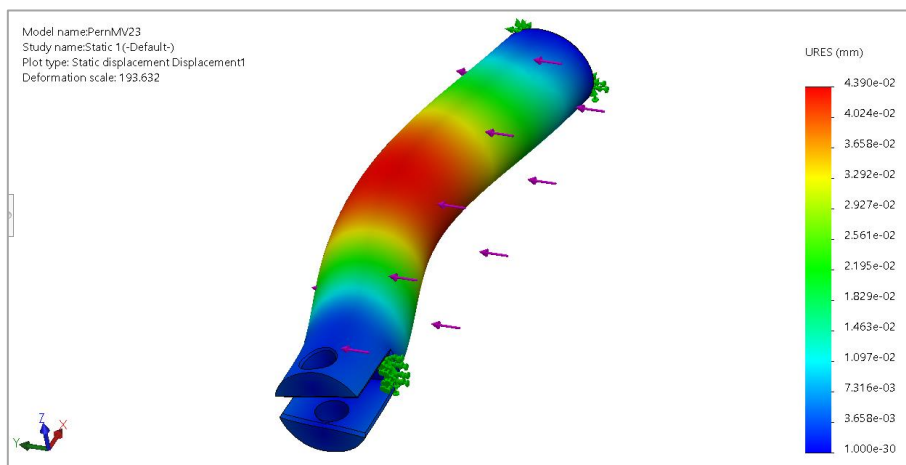
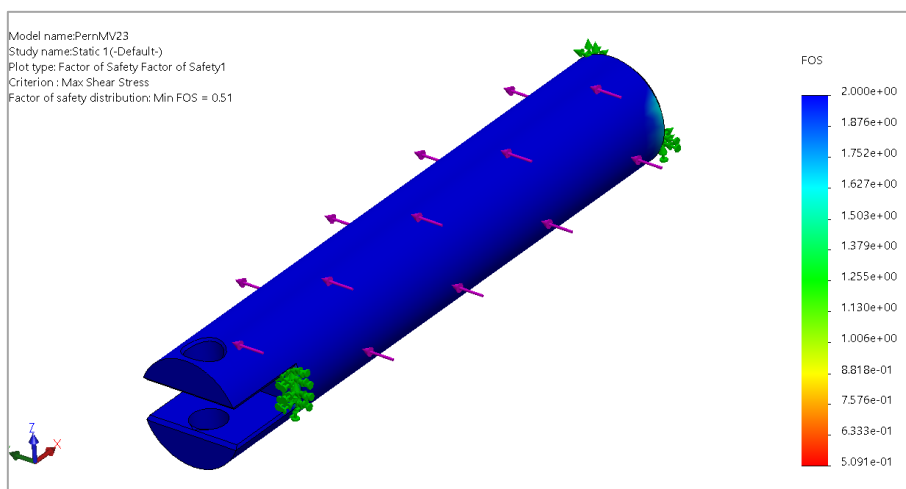


Figura 62: Resultat de la simulació de desplaçament del pern.

- **Factor de seguretat (FDS)**

Les regions de color taronja fins al blau fosc, són les regions que deformen plàsticament però no experimenten trencament. Les regions pintades amb blau fosc són les que estan dimensionades amb un facto de seguretat de 2 o superior.

Les zones vermelles indiquen les zones amb factor de seguretat inferior a 1, i que per tant el material es trenca, però com es pot observar al gràfic aquestes zones són molt reduïdes i superficials, i el seu valor és molt proper a 1 (com es mostra a la llegenda), per tant en trencament no es considera perillós.



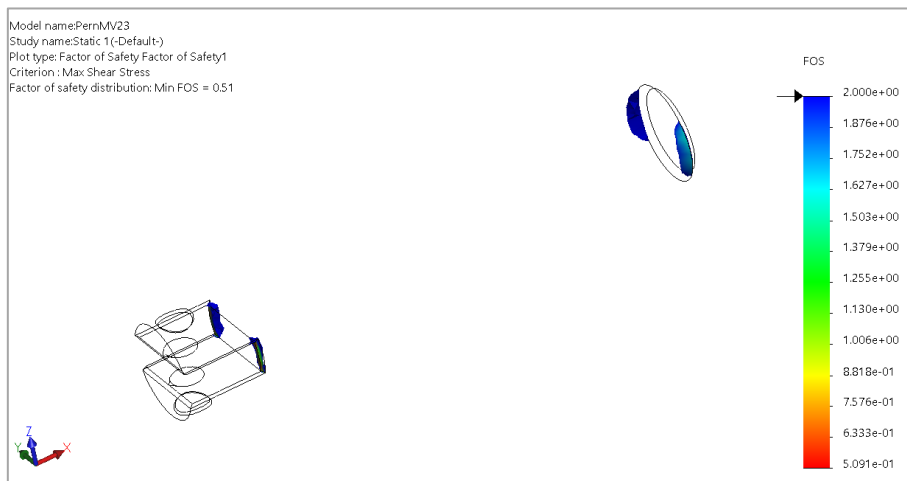


Figura 63: Resultat del Factor de seguretat a última tensió del pern.

6.2.3 Eixos

- Tensió

La tensió màxima obtinguda és de 913 MPa, però són zones molt petites, que indiquen el trencament del material, les deformacions plàstiques s'estenen en diversos punts de l'eix, però no tenen molta profunditat.

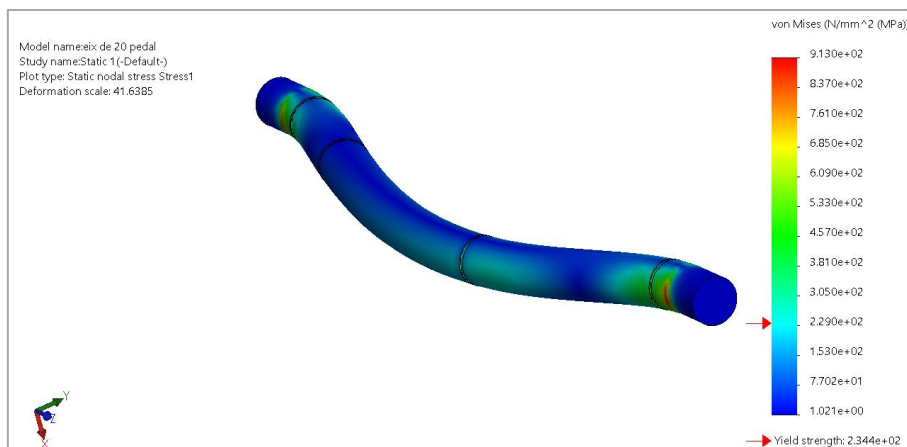


Figura 64: Resultat de la simulació de tensions en l'eix davanter

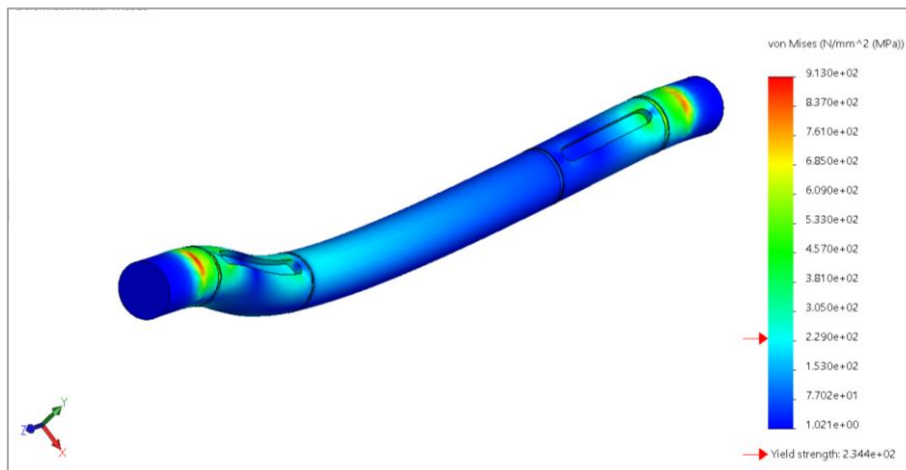


Figura 65: Resultat de la simulació de tensions en l'eix davanter.

- Desplaçament

La deformació plàstica és molt baixa, ja que el valor del desplaçament és inferior a 1mm.

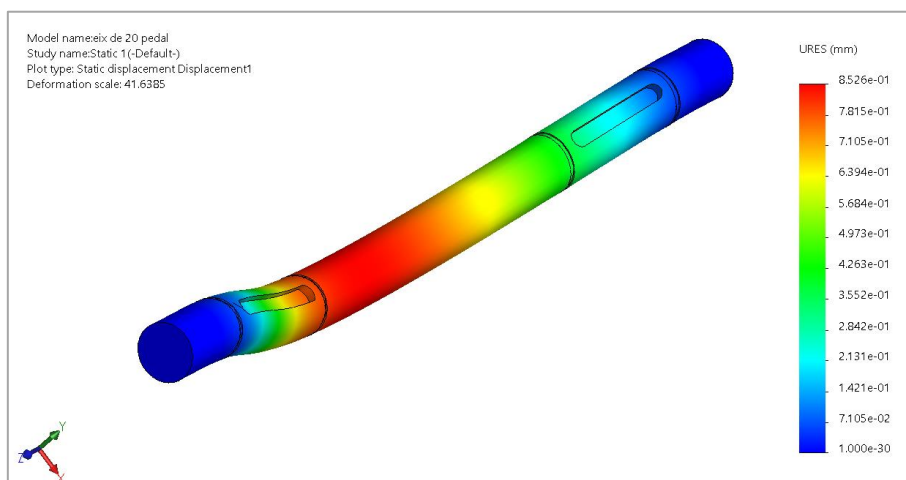


Figura 66: Resultat de la simulació de desplaçament de l'eix davanter.

- Factor de seguretat

Les regions de color taronja fins al blau fosc, són les regions que deformen plàsticament però no experimenten trencament. Les regions pintades amb blau fosc són les que estan dimensionades amb un factor de seguretat de 2 o superior.

Les zones vermelles indiquen les zones amb factor de seguretat inferior a 1, i que per tant el material es trenca, però com es pot observar al gràfic aquestes zones són molt reduïdes i superficials, i el seu valor és molt proper a 1 (com es mostra a la llegenda), per tant en trencament es considera crític però no perillós.

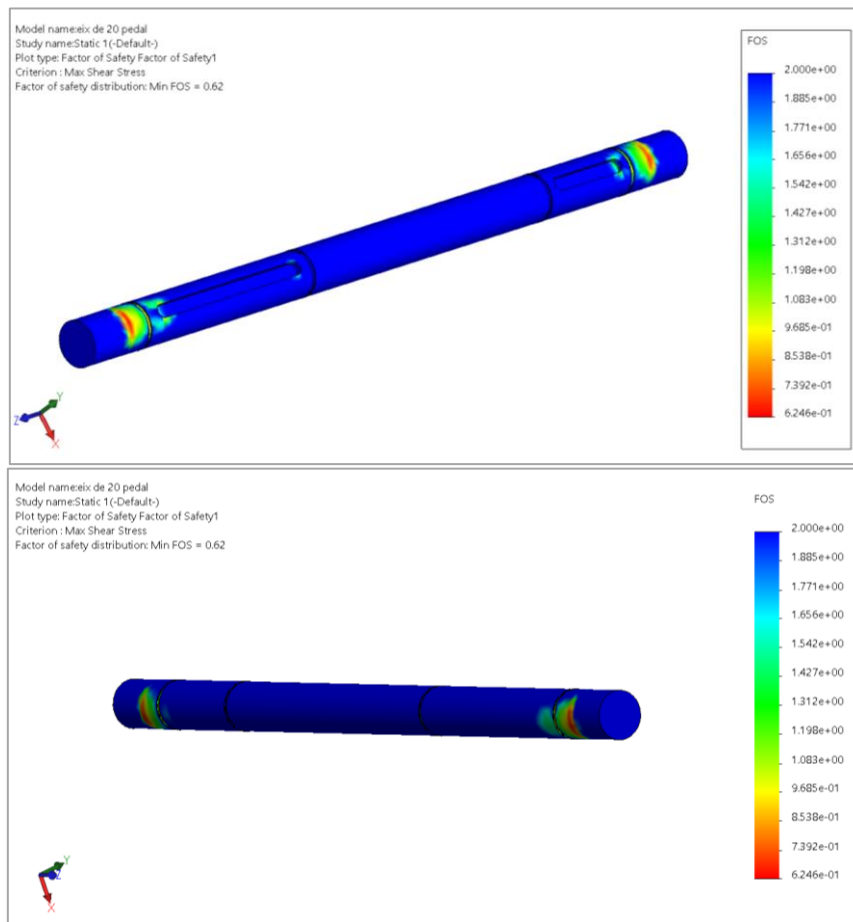


Figura 67: Resultat de la simulació de factor de seguretat a última tensió de l'eix davanter.

6.2.4 Xassís

- Tensió

Deformarien plàsticament les zones on es troben recolzats els pern, amb el gràfic de desplaçaments es podrà constatar si és una gran o petita deformació.

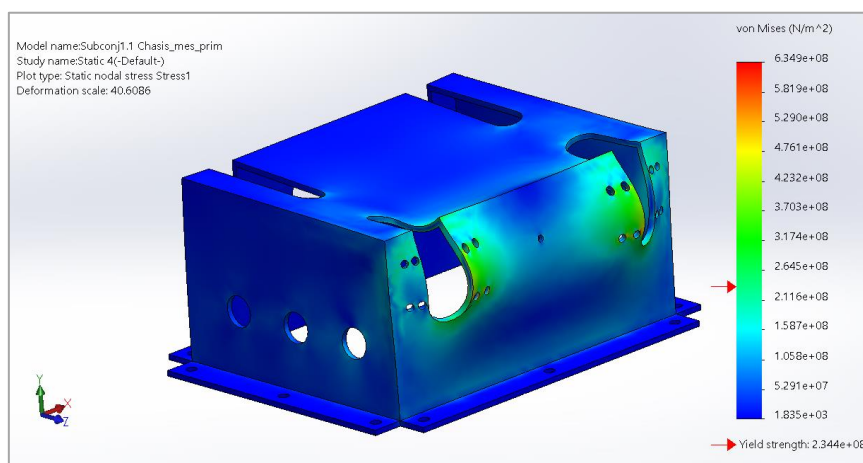


Figura 68: Resultat de la simulació de tensions al xassís.

- Desplaçament

La deformació és mínima, ja que valor real de desplaçament que tindrien les zones vermelles és inferior a 1 mm.

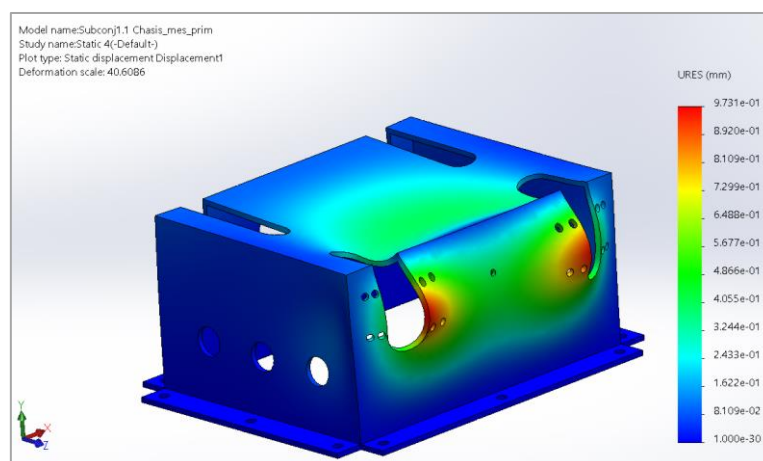


Figura 69: Resultat de la simulació de desplaçament del xassís.

- Factor de seguretat

Les regions de color taronja fins al blau fosc, són les regions que deformen plàsticament però no experimenten trencament. Les regions pintades amb blau fosc

són les que estan dimensionades amb un factor de seguretat de 2 o superior.

Les zones vermelles indiquen les zones amb factor de seguretat inferior a 1, i que per tant el material es trenca, però com es pot observar al gràfic aquestes zones són molt reduïdes i superficials, i el seu valor és molt proper a 1 (com es mostra a la llegenda), per tant en trencament no es considera perillós.

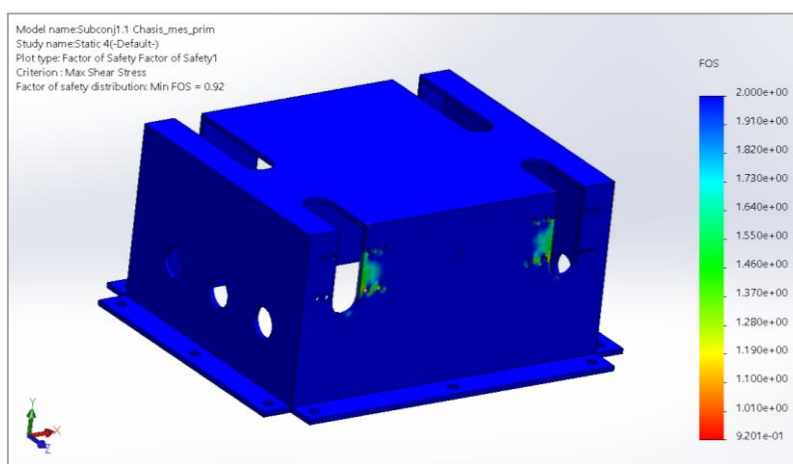


Figura 70: Resultat de la simulació del factor de seguretat del xassís.

6.3. Conclusions

Primer de tot s'ha de remarcar que les peces han estat estudiades i simulades per suportar i superar una situació amb sol·licitacions equivalents a un xoc frontal en automòbil. Al ser una situació extrema, es concep el disseny per a que només pugui suportar un situació així, per tant, està concebut per a que no col·lapsi, però si que es deformi severament.

Dit això, les simulacions anteriors demostren que algunes peces pateixen grans deformacions plàstiques, i en alguns punts fins i tot trencament del material, concretament el braç i eixos davanter, però tot i així es demostra que no tenen gaire desplaçament i passarien les sol·licitacions de la normativa garantint la seguretat de la cadira. Tot i així, com a acció futura, es podria buscar la manera de reforçar el disseny, sense haver de recórrer a augmentar el dimensionat.

Pel que fa al pern i el xassís, ambdós presenten deformacions plàstiques lleugeres, i algunes esquerdes en punts molt concrets, mentre que la resta de la peça es troba sobredimensionada quasi exageradament, però no es té pensat fer cap canvi dels seus dissenys, ja que podria comportar a fer més complicat el seu procés de fabricació.



7. Estudi econòmic I pressupost

En aquest apartat s'exposa la partida pressupostaria que s'ha elaborat a fi de saber una estimació del cost de la producció de una unitat del prototip.

Com que es tracte de un projecte d'un sol producte, un prototip, no es fabriquen els components sinó que es subcontracta la fabricació de totes les peces dissenyades a preu unitari.

També es pressuposta el temps d'assemblatge, ja que al tractar-se de un producte en fase de desenvolupament es considera adequat realitzar de primera mà el muntatge, considerant que d'aquesta experiència es pot obtenir informació per a la millora del disseny i les peces.

Per realitzar el pressupost de la manera més acurada possible s'ha dividit en 3 partides diferents :

- Pressupost d'enginyeria: Defineix el cost del desenvolupament del projecte
- Pressupost components: Aquesta es divideix en el grup d'elements normalitzats, i el de peces adquirides al mercat. Aquest últim grup engloba les peces dissenyades pel prototip.
- Pressupost d'assemblatge: Defineix el preu del muntatge del prototip un cop s'han adquirides totes les peces.

Aquestes partides després es sumaran per obtenir per una banda el preu total del fabricació de prototip, i per l'altre el preu de tot el projecte.

7.1. Pressupost d'enginyeria:

Càlcul del pressupost per dur a terme el projecte segons les hores necessitades per realitzar-lo.



FASE	TEMPS (h)	PREU amb I.V.A. (€/h)	PREU TOTAL (€)
Identificació del problema	10	30,00 €	300,00 €
Profunditzar les necessitats del usuari	16	30,00 €	480,00 €
Estudi de mecat	40	30,00 €	1.200,00 €
Pluja de dissenys	90	30,00 €	2.700,00 €
Desenvolupament del disseny final	320	30,00 €	9.600,00 €
Modelatge 3D	40	30,00 €	1.200,00 €
Investigació de la normativa	5	30,00 €	150,00 €
Càlculs de resistència	30	30,00 €	900,00 €
Simulació d'esfoços	8	30,00 €	240,00 €
Renderitzat	6	30,00 €	180,00 €
Plànols	32	30,00 €	960,00 €
Documentació i redactat	65	30,00 €	1.950,00 €
PREU TOTAL AMB I.V.A.	662		19.860,00 €

Tabla 20: Pressupost de la partida d'enginyeria.

7.2. Pressupost components:

7.2.1 Cost elements normalitzats

DESCRIPCIÓ	REFERENCIA	DIMENSIÓ	PREU UNITAT (sense I.V.A) (€)	QUANTITAT	PREU TOTAL (€)
Volandera	DIN 125-A	M20	0,32 €	9	2,88 €
Cargol hexagonal	DIN 933	M10x15	0,39 €	9	3,51 €
Anell Seeger	DIN 471	D20	0,72 €	6	4,32 €
Volandera	DIN 125-A	M30	0,32 €	6	1,92 €
Anell de retenció Seeger	DIN 471	D20	0,49 €	14	6,86 €
Xaveta Paral-lela	DIN 6885	6 x 6 x 30	0,20 €	4	0,80 €
Xaveta Paral-lela	DIN 6885	6 x 6 x 20	0,17 €	5	0,85 €
Volandera	DIN 125-A	M5	0,32 €	2	0,64 €
Passador obert	DIN 94	D1	0,10 €	3	0,30 €
Femella autoblocant	DIN 985	M6	0,60 €	1	0,60 €
Volandera	DIN 1441	D6	0,32 €	1	0,32 €
Femella autoblocant	DIN 985	M5	0,60 €	16	9,60 €
Cargol	DIN 7991	M5X45	0,24 €	16	3,84 €
Cargol	DIN 7991	M6X35	0,24 €	1	0,24 €
Pern de retenció	DIN 1444	D5X18	0,90 €	4	3,60 €
PREU TOTAL SENSE I.V.A.				97	40,28 €
PREU TOTAL AMB I.V.A.					48,74 €

Tabla 21: Pressupost dels elements normalitzats del conjunt.



7.2.2 Cost peces adquirides

DESCRIPCIÓ	MATERIAL	DIMENSIÓ	PREU UNITAT (sense I.V.A.) (€)	QUAN TITAT	PREU TOTAL (€)
Rosca reblonada	AISI 300	M10	0,20 €	9	1,80 €
Roda dentada	F130	Mòdul 4, 23 Dents	7,78 €	1	7,78 €
Roda dentada	F130	Mòdul 4, 18 Dents	7,78 €	1	7,78 €
Roda dentada	F130	Mòdul 4, 13 Dents	7,78 €	2	15,56 €
Goma protectora	NBR	20x40	0,40 €	4	1,60 €
Presoner de cable de bici	AISI 304	D5X10	7,00 €	1	7,00 €
Palanca de fre de bici	-	-	0,60 €	1	0,60 €
Desmultiplicador d'embrague	-	-	15,00 €	1	15,00 €
Cable de bici amb protector	-	-	0,70 €	1	0,70 €
Passa cable	F125	D3X15	0,71 €	1	0,71 €
PREU TOTAL SENSE I.V.A.				22	58,53 €
PREU TOTAL AMB I.V.A.					70,82 €

Tabla 22: Pressupost de les peces adquirides del mercat.

Nº PLANO L	NOM DE LA PEÇA	MATERI AL	PROCÉS	UNIT ATS	PREU UNITAT (€) (amb I.V.A.)	PREU TOTAL (€)
1.01	Xàssis	AISI 321	Laser 2D	1	43,00 €	43,00 €
2.01.03	Enganxament	AISI 321	Laser 2D i Mecanitzat	4	50,00 €	200,00 €
2.13	Pedal	Al 1050	Laser 2D i Mecanitzat	1	39,00 €	39,00 €
3.10	Molla retorn del pern	F141	Deformació torn	1	3,00 €	3,00 €
2.12	Molla Pedal	F141	Deformació torn	1	5,00 €	5,00 €
1.03	Anell separador	F1110	Tall i pulit	15	5,00 €	75,00 €
2.08	Anell Separador	F1110	Tall i pulit	6	5,00 €	30,00 €
3.16	Platina connectora	Al 1050	Mecanitzat fresa	2	8,00 €	16,00 €
3.11	Platina giradora	Al 1050	Mecanitzat fresa	1	8,00 €	8,00 €
3.08	Bloc final de carrera	AISI 321	Mecanitzat fresa	2	21,00 €	42,00 €
2.07	Bloc passant amb rebaix	AISI 321	Mecanitzat fresa	1	21,00 €	21,00 €
3.02	Pern blocant	AISI 321	Mecanitzat fresa	2	10,00 €	20,00 €
3.01	Bloc passant	AISI 321	Mecanitzat fresa	1	21,00 €	21,00 €
2.01.01	Peça tub-eix	AISI 321	Mecanitzat fresa	4	35,00 €	140,00 €
2.11	Eix pedal	AISI 321	Mecanitzat torn	1	24,00 €	24,00 €
2.10	Eix mig	AISI 321	Mecanitzat torn	1	24,00 €	24,00 €
2.04	Eix davanter	AISI 321	Mecanitzat torn	1	24,00 €	24,00 €
1.02	Coixinet de bronze	SAE40	Mecanitzat torn	1	15,00 €	15,00 €
3.04	Coixinet de bronze	SAE40	Mecanitzat torn	6	15,00 €	90,00 €
2.01.02	Tub curt	AISI 321	Mecanitzat torn	2	20,00 €	40,00 €
2.01.05	Tub llarg	AISI 321	Mecanitzat torn	2	20,00 €	40,00 €
PREU TOTAL AMB I.V.A.				56	920,00 €	

Tabla 23: Pressupost de l'adquisició de les peces dissenyades.



7.3. Pressupost assemblatge

Nº PLANOL	NOM DEL CONJUNT	TEMPS ESTIMAT (min)	TEMPS ESTIMAT (h)	PREU HORA (€/h) (AMB I.V.A.)	PREU TOTAL (€)
1.00	Subconjunt xassís	10	0,17	20	3,33 €
3.00	Subconjunt pern	20	0,33	20	6,67 €
2.00	Subconjunt eixos	60	1	20	20,00 €
PREU TOTAL AMB I.V.A.			1,5		30,00 €

Tabla 24: Pressupost de l'estimació del temps d'assemblatge.

7.4. Pressupost total

CONCEPTE	IMPORT AMB I.V.A. (€)
Pressupost elements normalitzats	48,74 €
Pressupost peces adquirides del mercat	70,82 €
Pressupost peces dissenyades	920,00 €
Pressupost assemblatge	30,00 €
PRESSUPOST TOTAL FABRICACIÓ PROTOTIP	1.069,56 €

Tabla 25: Pressupost de la fabricació del prototip.

CONCEPTE	IMPORT AMB I.V.A. (€)
Pressupost d'enginyeria	19.860,00 €
Pressupost elements normalitzats	48,74 €
Pressupost peces adquirides del mercat	70,82 €
Pressupost peces dissenyades	920,00 €
Pressupost assemblatge	30,00 €
PRESSUPOST TOTAL PROJECTE	20.929,56 €

Tabla 26: Pressupost de tot el projecte.

Com s'ha comentat el pressupost present és molt elevat degut a que es tracte de un producte unitari, i per tant el preu de les seves peces especials, produïdes per encàrrec són a un preu elevat, ja que el preu de la partida de preparació de la màquina recau en una sola peça i no en un lot de producció.



Per tant, quan es portés el producte a la fabricació en sèrie el cost es veuria reduït considerablement pel fet de reduir el temps de preparació amb la quantitat d'un lot de fabricació mínima.

Tot i que s'obté un valor estimat del cost de les peces del prototip, servirà no només per establir una variable de comparació per a futures versions, sinó com a barem per estudiar els pressupostos dels proveïdors.



8. Conclusions

8.1. Conclusions del projecte

L'objectiu d'aquest projecte era proposar un nou sistema d'acoramant entre els vehicles i cadires de rodes, que complís amb els requeriments exposats a l'apartat d'objectius. Com a resultat d'aquest projecte, no només s'ha presentat un nou model de retenció que supera molts dels objectius sinó que, a més, es troba llest i documentat per a la fabricació d'un primer prototip.

El model que es presenta compleix gran part dels requeriments que es van marcar a l'inici del projecte, com el fet que l'usuari assistent no hagi de manipular en cap moment el sistema, ni hagi de fer grans esforços per activar-lo.

El sistema desenvolupat no necessita de cap font d'energia, i el seu ús és intuïtiu i en global un sistema poka-yoke, ja que al requerir de dos moviments per realitzar l'ancoratge, s'evita que es pugui fer de manera incorrecta, perquè o el conjunt es reté correctament o no es realitza l'ancoratge en absolut.

Pot ser implementat a qualsevol vehicle, ja que l'espai que ocupa es troba dins de les dimensions de la cadira, i només necessita ser fixat al terra (igual que els sistemes actuals més senzills).

Tot i els bons resultats, el sistema proposat només serveix per a un sol model de cadira, afegeix al vehicle un pes considerable i, tot i ser el model definitiu la versió més simplificada d'entre les propostes, es creu possible simplificar-lo més.

8.2. Conclusions pròpies

La realització d'aquest projecte ha estat i és un gran repte, tant a nivell tècnic com personal, que m'ha donat la oportunitat de demostrar-me tant dels meus coneixements i del que soc capaç, com també mostrar-me els meus punts febles i limitacions.

M'ha fet adonar de la dificultat i l'esforç que es requereix per trobar i concebre una solució que parteix d'una idea, així com també la satisfacció i energia que et dona quan aconsegueixes dur-la a terme.



8.3. Aspectes a millorar i accions de futur

La primera acció que es voldria posar a terme, és la fabricació del prototip per a que sigui provat validat pels usuaris, durant un període llarg de temps, i per després realitzar-li el test ISO 7176-19. I intentar implementar els resultats obtinguts de l'experiència de l'usuari com del resultat del test.

Com a aspectes a millorar es prendrien accions per a poder aconseguir els objectius que no s'han pogut superar en una primera instància. Per tant, es podria realitzar de manera paral·lela el desenvolupament d'una proposta o disseny que universalitzi la zona d'ancoratge del major nombre de models de cadires possible, i que s'integrés en el model dissenyat.

Una millora a tenir en compte i que és més senzilla d'implementar és la d'estudiar l'optimització del disseny i els materials de fabricació a fi de que el model sigui el més lleuger possible, dins d'un marc de pressupost raonable. O desenvolupar el disseny de les peces, en especial el pedal i l'enganxament (peça de interferència entre l'eix de la cadira i el conjunt), per tal que siguin més fàcils de produir i industrialitzar. Pel que fa a les peces, també seria interessant estudiar com reforçar les zones crítiques dels dissenys de peça actual perquè sigui més resistent.

A nivell de millores del sistema d'ancoratge, es podria contemplar la incorporació dins subconjunt pern, d'un sistema de seguretat. De manera que en el cas que el cable o la molla fallessin, l'usuari podria manipular el sistema i blocar o alliberar la cadira igualment, encara que no fos de la manera més còmode.

Una altra millora seria la de modificar el disseny de manera que es pugui integrar el funcionament del desmultiplicador d'embrague, sense ser necessària la compra de tot un element extern.

Paral·lelament seria interessant crear un nou model, basat amb la proposta del projecte, però amb el sistema d'accionament modificat per a que sigui possible realitzar l'ancoratge per la persona en la cadira de rodes.



9. Agraïments

Aquest projecte no hagués estat possible sense l'ajuda i suport de un gran nombre de persones.

En primer lloc, vull agrair a l'Alba i la Carla per simplement ser com són. Gràcies a la seva força i perseverança he trobat la inspiració, motivació i il·lusió per no només realitzar aquest projecte, sinó per buscar la manera de, des de l'enginyeria, aconseguir fer un impacte en

A la meva família, per recolzar-me, animar-me i creure en mi, especialment durant tots aquest anys d'universitat. I en especial als meus germans, Mireia i Marc, per aconsellar-me i donar-me uns models a seguir.

Als amics de la universitat, gràcies pel suport moral, les rialles, el feedback tècnic, les tardes de feina en grup, els cafès. En gràcies per haver fet de la universitat una experiència inoblidable. I per haver-me ajudat tant, i sense dubtar-ho en aquest projecte. *Mia, Cris, Isa, Clàudia, Manu, Ceci*.

A les meves amistats fora del món acadèmic, Cris i Ema gràcies pel recolzament, per cuidar-me i entendre'm durant tot aquest procés.

Per últim, i no menys important vull agrair-li al meu tutor l'Aliau la confiança dipositada en mi i el projecte, per guiar-me durant la seva realització i pels coneixements compartits. Ha sigut un plaer poder compartir amb tu aquesta fase final de la universitat



10. Bibliografia

- [1] OMS. (2017a, noviembre). [10 datos sobre la discapacidad]. Recuperado de (<https://www.who.int/features/factfiles/disability/es/>)<https://www.who.int/features/factfiles/disability/es/>
- [2] OMS. (2017b, noviembre). [Informe mundial de la discapacidad]. Recuperado de (<https://www.who.int/features/factfiles/disability/es/>)<https://www.who.int/features/factfiles/disability/es/>
- [3] Ministerio de Sanidad. (2017, noviembre). [Indicadores de Salud 2017]. Recuperado de <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/Indicadores2017.pdf>
- [4] OVI Barcelona. (s.f.). El movimiento de Vida Independiente. Recuperado 29 enero, 2020, de <https://ovibcn.org/movimiento-de-vida-independiente/>
- [5] Por Merca2. (2018, 4 junio). La integración de las personas con discapacidad, en hechos. Recuperado 29 enero, 2020, de <https://www.merca2.es/la-integracion-de-las-personas-con-discapacidad-en-hechos/>
- [6] Egea, C., & Sarabia, A. (2001). Clasificación de la OMS sobre discapacidad. Recuperado 29 enero, 2020, de https://www.um.es/discatif/METODOLOGIA/Egea-Sarabia_clasificaciones.pdf
- [7] SEPE. (s.f.). Informe del Mercado de Trabajo de las Personas con Discapacidad 2019. Recuperado 29 enero, 2020, de http://www.sepe.es/contenidos/observatorio/mercado_trabajo/3206-1.pdf
- [8] SEPE. (s.f.). Integración laboral de las personas con discapacidad. Recuperado de https://www.sepe.es/SiteSepe/contenidos/que_es_el_sepe/publicaciones/pdf/pdf_empleo/integracion_laboral_discapacidad.pdf
- [9] Departament de treball, afers socials i família. (2019). Catàleg-Prestació-PUA. Recuperado de <https://www.nexefundacio.org/wp-content/uploads/2019/07/Cat%C3%A0leg-Prestaci%C3%B3-PUA-2019.pdf>
- [10] QUICKIE. (s.f.). dispositivo eléctrico ayuda ala propulsión. Recuperado de <https://www.ortoweb.com/media/useruploads/quickie/manual-usuario-wheeldrive.pdf>
- [11] Ingemecanica. (2017a, noviembre). [Adaptación de vehiculos para personas discapacitadas]. Recuperado de (<https://ingemecanica.com/tutoralsemanal/tutorial97.html>)
- [12] Gómez, C.,(2017), El gran libro de SoliWorks simulation, Espanya: Marcombo
- [13] Reahtrans. (2017a, noviembre). [Adaptación de vehiculos]. Recuperado de (<https://www.Rehatrans.com>).
- [14] Mobilitygorup. (2017a, noviembre). [Soluciones de movilidad]. Recuperado de (<https://www.Mobilitygroup.eu>).



[15] Ingemecanica. (2917a, noviembre). [Estudioy clasificacion de aceros].
Recuperado de (<https://ingemecanica.com/tutoralsemanal/tutorial101.html>)