

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISSENY



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Treball Final de Grau

Enginyeria Mecànica

Disseny d'Un Xassís de Kart KF

Autor: Joan Soria Llorca

Dirigit per: Pedro Efrén Martín Concepción

Agost 2021

Al meu tutor Pedro, per la seua actitud com a professor, per motivar-nos a entrar en el món de la enginyeria sense por i col·laborar amb tant de gust durant tot aquest treball.

A la meua família per donar-me tant de suport durant aquests anys.

A totes les persones, amics i companys que han passat per la meua vida durant aquests anys, sense ells res hi haguera sigut igual.

Índex

RESUM.....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
LLISTA DE PARAULES CLAU.....	15
Document nº1: Memòria	16
1. OBJECTE DEL ESTUDI	17
2. INTRODUCCIÓ	17
2.1 DEFINICIÓ DE KART	17
2.2 HISTORIA DEL KARTING.....	19
2.3 DIVISIONS DEL KARTING	20
2.3.1 DIVISIONS DEL KARTING SEGONS LA CIK-FIA	20
2.3.2 CATEGORIES EN EL KARTING ESPANYOL.....	22
2.4 COMPONENTS PRINCIPALS D'UN KART	24
2.4.1 XASSÍS.....	24
2.4.2 MOTOR	25
3. ESTUDI DE NECESSITATS.....	26
3.1 CONCEPTES PRINCIPALS.....	26
3.1.1 Conceptes Estàtics	26
3.1.2 Conceptes Dinàmics.....	30
3.1.3 Concepte d'estabilitat del kart.....	34
3.2 FACTORS A CONSIDERAR	34
3.2.1 Dimensions.....	34
3.2.2 Rigidesa.....	35
3.2.3 Repartiment de pes	37
3.2.4 Condició de Ackerman.....	38
3.3 Plantejament de solucions alternatives i justificació de la solució adoptada. 39	
3.3.1 Alternatives geomètriques	39
3.3.2 Solucions alternatives de perfils	41
3.3.3 Solucions alternatives de materials	42
4. DESENVOLUPAMENT DE L'ANALISI	43
4.1 ESTUDI I ELECCIÓ DEL SISTEMA D'ANALISI.....	43
4.1.1 SAP 2000.....	43

4.1.2	ANSYS.....	43
4.1.3	Autodesk Inventor.....	43
4.1.4	SolidWorks.....	44
5.	PROCÉS DE DISSENY DEL MODEL	44
5.1	Croquisat del model.....	44
5.2	Mètode d'extrusió amb peça soldada.....	47
5.3	Mètode d'extrusió de sòlid	50
6.	Simulacions de esforços límit amb SolidWorks	52
6.1	Anàlisi estàtic de càrregues.....	54
6.2	Anàlisi de torsió extrema	60
6.3	Anàlisi de torsió per vorada	66
6.3.1	Anàlisi de torsió per vorada dreta	67
6.3.2	Anàlisi de torsió per vorada esquerra	72
6.4	Anàlisi de desnivell lateral	77
6.4.1	Anàlisi de desnivell lateral esquerre	77
6.4.2	Anàlisi de desnivell lateral dret	83
7.	Conclusions	91
8.	Bibliografia.....	92
	Document nº2: Plànols	93
	Document nº3: Plec de condicions	103
1.	Objecte	104
2.	Materials	104
2.1	Material de la estructura principal del xassís.....	104
2.2	Materials d'apèndix al xassís.....	105
2.3	Materials de soldadura	105
2.3.1	Soldador	105
2.3.2	Fil de soldadura	106
2.3.3	Gas de soldadura	106
2.3.4	Taula de soldadura	106
3.	Condicions d'execució	107
3.1	Tall de perfils	109
3.2	Curvatura de perfils	111
3.3	Procés de soldadura.....	113
3.4	Control de qualitat	114
3.4.1	Control de alineacions	114

3.4.2 Control de soldadures.....	115
Proves de servici	116
Document nº4: Pressupost	117
1. Pressupost.....	118
1.2 Fase 1: Disseny.....	118
1.3 Fase 2: Materials emprats	118
1.4 Fase 3: Processos de fabricació	118
1.5 Resum.....	119

Annex 1: Normativa

1.- Normativa RFEDA - CEK

2.- Dibuixos tècnics RFEDA – CEK

3.- Llistat de material homologat.

Índex d'Il·lustracions

Il·lustració 1: Kart Praga	18
Il·lustració 2: Primera carrera de karts	19
Il·lustració 3: Primeres competicions oficials	20
Il·lustració 4: Superkart	22
Il·lustració 5: Exemple de xassís segons normativa	24
Il·lustració 6: Motor IAME X30 125cc.....	25
Il·lustració 7: Base i brida de motor	26
Il·lustració 8: Influència del inflat.....	28
Il·lustració 9: Angle de convergència – divergència.....	29
Il·lustració 10: Rodadura sense deformació.....	29
Il·lustració 11: Rodadura amb deformació Font: https://www.wikiwand.com/es/Resistencia_a_la_rodadura	29
Il·lustració 12: Exemple de distribució d'elements	30
Il·lustració 13: Dinàmica longitudinal de un vehicle	31
Il·lustració 14: Esquema de dinàmica de frenada	32
Il·lustració 15: Esquema de corba sense peralt.....	33
Il·lustració 16: Esquema de corba amb peralt.....	34
Il·lustració 17: Efecte del Sobre-viratge	36
Il·lustració 18: Efecte del Sub-viratge	37
Il·lustració 19: Forces sobre el centre de gravetat	37
Il·lustració 20: Principi de Ackerman.....	38
Il·lustració 21: projecció d'angles de Ackerman.....	39
Il·lustració 22: Exemple de Xassís simètric.....	40
Il·lustració 23: Exemple de xassís amb asimetries	41
Il·lustració 24: Croquis 1	44
Il·lustració 25: Col·locació del Croquis 2.....	45
Il·lustració 26: Croquis 2	46
Il·lustració 27: Col·locació del croquis 3.....	46
Il·lustració 28: Croquis 3	47
Il·lustració 29: creació de perfil personalitzat	48
Il·lustració 30: Grups de extrusió	48
Il·lustració 31: Tractament de cantons	49
Il·lustració 32: Anàlisi estàtic del model peça soldada	49
Il·lustració 33: Extrusió de barra	50
Il·lustració 34: operació de "barrido"	51
Il·lustració 35: Model sòlid	52
Il·lustració 36: Comparativa de soports porta rodaments.....	52
Il·lustració 37: Col·locació de les forces sobre el model	54
Il·lustració 38: Subjecció d'eix posterior.....	55
Il·lustració 39: Subjecció d'eix davanter.....	55
Il·lustració 40: Distribució de càrregues externes	56
Il·lustració 41: Configuració d'aplicació de les forces.....	56
Il·lustració 42: Mallat del model	57
Il·lustració 43: Detall de la malla	57

Il·lustració 44: Característiques del mallat	58
Il·lustració 45: Resultats tensional Met. Von Misses	58
Il·lustració 46: Detall de la tensió màxima registrada.....	59
Il·lustració 47: Resultats de desplaçaments Met. URES.....	60
Il·lustració 48: Detall de subjecció en porta rodaments	61
Il·lustració 49: Configuració de forces de torsió.....	62
Il·lustració 50: Mallat de model d'assaig de torsió.....	62
Il·lustració 51: Dades de la malla de l'assaig de torsió	63
Il·lustració 52: Detall de l'anàlisi tensional a torsió.....	63
Il·lustració 53: Resultat tensional a torsió	64
Il·lustració 54: Resultat desplaçaments a torsió.....	65
Il·lustració 55: Resultats de deformació unitària a torsió.....	65
Il·lustració 56: Tensions màximes del model a torsió	66
Il·lustració 57: Vista general de subjeccions d'anàlisi de torsió per vorada dreta	67
Il·lustració 58: Detall de aplicació de forces en la manegueta dreta	68
Il·lustració 59: Dades de la malla anàlisi de vorada dreta	68
Il·lustració 60: Resultats tensionals principals	69
Il·lustració 61: Detall de estat tensional en manegueta esquerra	69
Il·lustració 62: Resultats de desplaçaments anàlisi de vorada dreta	70
Il·lustració 63: Deformacions unitàries vorada dreta	71
Il·lustració 64: Valors de deformacions unitàries en punts claus	71
Il·lustració 65: Vista general de subjeccions d'anàlisi de torsió per vorada esquerra	73
Il·lustració 66: Detall de col·locació de la força en la manegueta esquerra	74
Il·lustració 67: Detalls de malla de l'anàlisi de torsió per vorada esquerra	74
Il·lustració 68: Resultats d'anàlisi tensional	75
Il·lustració 69: Resultats d'anàlisi de desplaçaments.....	76
Il·lustració 70: Posició de forces	77
Il·lustració 71: Detall de col·locació de forces en porta-manegueta esquerra	78
Il·lustració 72: Detall col·locació de forces en suport posterior esquerre.....	78
Il·lustració 73: Col·locació de subjeccions	79
Il·lustració 74: Mallat de model d'anàlisi per desnivell esquerre	80
Il·lustració 75: Detalls de malla anàlisi desnivell esquerre	80
Il·lustració 76: resultats d'anàlisi tensional de desnivell esquerre	81
Il·lustració 77: Resultats d'anàlisi de deformacions desnivell esquerre .	82
Il·lustració 78: Col·locació de força sobre porta manegueta dreta	83
Il·lustració 79: Col·locació de força en suport posterior dret	84
Il·lustració 80: Definició de subjeccions anàlisi de desnivell dret	84
Il·lustració 81: Model mallat anàlisi de desnivell dret	85
Il·lustració 82: Detalls de mallat anàlisi de desnivell dret.....	86
Il·lustració 83: Resultats d'anàlisi tensional per desnivell dret	86
Il·lustració 84: Resultats d'anàlisi de desplaçaments.....	87
Il·lustració 85: Resultats de deformacions unitàries.....	88

Il·lustració 86: Model sòlid 89

Taula 1: Valors de càrregues aplicades en el xassís	53
Taula 2: Valors tensionals.....	59
Taula 3: Desplaçaments	60
Taula 4: Valors de càrregues externes aplicades Anàlisi de torsió extrema	61
.....	
Taula 5: Esforços aplicats a l'anàlisi de torsió extrema	61
Taula 6: Resultats tensionals d'anàlisi de torsió extrema	64
Taula 7: Resultats de desplaçaments d'anàlisi de torsió extrema.....	65
Taula 8: Resultats de desplaçaments unitaris anàlisi de torsió extrema	66
Taula 9: Valors de càrregues externes aplicades	67
Taula 10: Resultats tensionals Anàlisi de vorada dreta	70
Taula 11: Resultats de desplaçaments per vorada dreta.....	70
Taula 12: Resultats de deformacions unitàries per vorada dreta	72
Taula 13: Valors de Càrregues externes aplicades per vorada esquerra	73
.....	
Taula 14: Resultats tensionals de anàlisi per vorada esquerra.....	75
Taula 15: Resultats de desplaçaments per vorada esquerra.....	76
Taula 16: Valors de càrregues externes per desnivell lateral esquerre .	79
Taula 17: Esforços aplicats per desnivell lateral esquerre	79
Taula 18: Resultats tensionals per desnivell lateral esquerre	81
Taula 19: Resultats de desplaçaments per desnivell lateral esquerre ...	82
Taula 20: Resultats de deformacions unitàries per desnivell lateral esquerre	83
Taula 21: Valors de càrregues externes en anàlisi per desnivell lateral dret	85
.....	
Taula 22: Esforços aplicats en anàlisi de desnivell lateral dret.....	85
Taula 23: Resultats tensionals per desnivell lateral dret.....	87
Taula 24: Resultats de desplaçaments per desnivell lateral dret	88
Taula 25: Resultats de deformacions unitàries per desnivell lateral dret	89

RESUM

En el present treball de fi de grau es va a realitzar la documentació, disseny i anàlisi de resistència d'un xassís de fabricació pròpia enfocat a un fi comercial.

L'estudi es farà amb unes característiques específiques sobre el pilot, tindrem en compte per als estudis un pes del pilot de uns 85kg i 1,90m d'altura, unes característiques poc habituals en esta disciplina.

Per a portar-ho a cap dividirem el treball en tres grans parts:

1. Anàlisi de la normativa i elecció de les característiques que es busquen en el disseny.
2. Disseny del xassís en concordança a les necessitats estudiades.
3. Estudi del xassís dissenyat amb diferents mètodes.

Per a completar el treball es realitzaran els diferents plànols de les peces dissenyades i per a concloure es realitzarà el plec de condicions i un xicotet pressupost.

RESUMEN

En el presente Trabajo de final de grado se va a realizar la documentación, diseño y análisis de resistencia de un chasis de fabricación propia enfocado a un fin comercial.

El estudio se realizará con unas características específicas sobre el piloto, tendremos en cuenta para el estudio un peso del piloto de unos 85kg y 1,90m de altura, unas características poco habituales en esta disciplina.

Para llevarlo a cabo se dividirá el Trabajo en tres grandes partes:

1. Análisis de la normativa y elección de las características que se buscan en el diseño.
2. Diseño del chasis con concordancia a las necesidades estudiadas.
3. Estudio del chasis diseñado con diferentes métodos.

Para completar el Trabajo se realizarán los diferentes planos de las piezas diseñadas y para finalizar se realizará el Pliego de condiciones y un pequeño presupuesto.

ABSTRACT

In this final degree project, the documentation, design and resistance analysis of a self-made chassis focused on a commercial purpose will be carried out.

The study will be carried out with specific characteristics about the pilot, we will take into account for the study a weight of the pilot of about 85kg and 1.90m in height, some unusual characteristics in this discipline.

To carry it out, the Work will be divided into three main parts:

1. Analysis of the regulations and choice of the characteristics that are sought in the design.
2. Design of the chassis in accordance with the needs studied.
3. Study of the chassis designed with different methods.

To complete the work, the different plans of the designed pieces will be made and to finalize the specifications and a small budget will be made.

LLISTA DE PARAULES CLAUS

- Kart
- Solidworks
- RFEDA
- Karting
- CAD
- Disseny 3D

Document nº1: Memòria

1. OBJECTE DEL ESTUDI

L'objectiu del present projecte es el disseny i posterior estudi d'un xassís d'un kart de la actual categoria KF, categoria majoritària en quan a aficionats ja que els costos dels automòbils no son massa elevats i existeixen multitud de d'events dins d'aquesta categoria.

Dins de la categoria KF es poden diferenciar diverses subcategories explicades en el punt corresponent d'aquest treball, no obstant per al disseny del xassís es indiferent la subcategoria a la que volem dedicar l'automòbil.

Per a la realització del disseny es seguiran les normes establertes per la Real Federació Española d'Automobilisme (RFEDA), que a la mateixa volta es basen en les normes de la FIA tenint que obtenir la homologació CIK-FIA.

La pròpia RFEDA proporciona uns models basics de xassís i unes mesures en les quals tenen que estar compreses les mesures com la via, la distancia entre eixos i la longitud total del kart.

Per al mateix modelatge s'utilitzarà el programa informàtic de disseny en 3D CAD SolidWorks. El disseny es basarà en els models basics proporcionats per la mateixa RFEDA introduint petites variacions, sempre controlant que no perjudiquen a la viabilitat econòmica de projecte.

En la part d'anàlisi farem servir el mateix programa de disseny 3D el qual implementa un mòdul d'anàlisi d'elements finits. Els estudis de sol·licitacions als que es tenen que sotmetre els xassís de karts no estan especificats en la normativa de la RFEDA, per tant quedaran a criteri del següent treball.

2. INTRODUCCIÓ

2.1 DEFINICIÓ DE KART

Per a començar amb la introducció al camp en que va a girar el present treball, començarem per definir les característiques dels karts, les quals venen directament definides per la RFEDA.



Il·lustració 1: Kart Praga

Font: <http://pragakartspain.es/karts-praga/586-kart-fmb-kf-rotax-senior-praga.html>

Un kart es un vehicle destinat a la seua utilització en circuits, amb una finalitat lúdica competitiva. Comosat per un xassís tubular muntat sobre 4 rodes en les quals les dos posterior son les encarregades de transferir la potencia del motor a la pista, així les dos davanteres son les responsables de dirigir el kart a traves de la direcció que maneja el pilot a traves d'un volant.

L'element mes gran del kart es el xassís, i aquest es l'element mes reglat per la RFEDA especificant dimensions i relacions entre llargària i amplària. En totes les categories del karting esta prohibida la utilització de sistemes de amortiment de les irregularitats del terreny, així queda com a únic sistema de flexió la capaç de absorbir el mateix xassís.

2.2 HISTORIA DEL KARTING

Cal remuntar-se a l'any 1956 per a trobar el naixement del primer kart, es va construir en Estats Units, mes específicament en Califòrnia, inicialment es realitzà amb uns tubs, un motor de talla gespa i rodes d'un carret.

L'any 1959 es coneix la primera competició amb tintes oficials, entre els participats es trobaven el mateix creador del primer kart, Art Ingels. La competició es realitzà en un pàrquing de Rose Bowl, Pasadena. Impressionats per la gran acollida de la gent a aquests vehicles tres dels majors entusiastes del kart per aquells moments Duffy Livingstone i Roy Desbrow junt a un tercer fundaren la que ha sigut una de les grans empreses constructores de karts fins l'època Go Kart Manufacturing Co.



Il·lustració 2: Primera carrera de karts

Fonts: <https://www.kartcsainz.com/blog/breve-historia-del-karting.html#:~:text=Los%20primeros%20años%20del%20karting,sólo%20unos%20centímetros%20del%20suelo.>

Es coneix que cap a l'any 1957 es va realitzar la primera exportació cap a Europa, concretament a Anglaterra, on curiosament un jove bragues italià de nom Nicolò Donà Dalle Rose el va adquirir i se'l va emportar cap a Itàlia on va començar a rodar en el circuit de Monza (Milan) despertant el interès dels aficionats als circuits per la seua accessibilitat a poder divertir-se amb un vehicle mes o menys econòmic però no menys exigent.

Vist el interès despertat el mateix Nicolò fundà una fabrica per a començar a produir en sèrie aquests vehicles en Europa i així Itàlia es converteix en la meca del karting europeu així com continua seguint-ho actualment.

Es tindria que esperar encara fins a 1962 per a la creació de Comissió Internacional de Karting (CIK) per part de la Federació Internacional de Automobilisme (FIA), i no seria fins a 1964 en la Pista d'Oro de Roma (Itàlia) on es realitzaria el primer campionat mundial de karting.

En els anys posteriors el karting ha evolucionat en tots els seus camps, fruit d'aquesta evolució va nàixer de mà d'enginyers italians de la marca Tecno el model Puma, que s'ha utilitzat de referent per a tots els xassís posteriors.



Il·lustració 3: Primeres competicions oficials
Fonts: <https://www.kartcsainz.com/blog/breve-historia-del-karting.html#:~:text=Los%20primeros%20años%20del%20karting,sólo%20unos%20centímetros%20del%20suelo>.

Actualment el karting ha evolucionat i s'ha fet molt més accessible per al públic per la proliferació de les pistes de karting indoor, que faciliten la practica del karting aïllats de les condicions meteorològiques i de la mà també aporta uns traçats més menuts i revirats afavorint la menor velocitat i per tant la seguretat dels pilots.

2.3 DIVISIONS DEL KARTING

Actualment la Comissió Internacional de Karting (CIK) divideix les competicions en tres grans divisions del karting, incorporant dins d'elles diferents categories per a diversificar les competicions. No obstant cal remarcar que en les diferents divisions principals l'element del xassís es el mateix i la seua normativa no canvia.

2.3.1 DIVISIONS DEL KARTING SEGONS LA CIK-FIA

- Divisió KF:

Es tracta de la primera divisió del karting, es tracta d'uns automòbils de fàcil conducció ja que compten amb canvi automàtic, actualment es la categoria oficial mes accessible i en la que es solen iniciar els pilots.

Característiques:

- Motor de 125cc 2T
- Canvi automàtic
- Motor mono cilíndric
- Refrigeració per aire o aigua
- Limitat entre 14.000 i 16.000 RPM

Categories:

- KF1 (Anterior FA)
- KF2 (Anteriorment Intercontinental A)
- KF3 (Anteriorment ICA-Junior)
- KF4

- Divisió KZ:

Es una categoria inter-mitja entre el karting i els automòbils d'alt rendiment, compten amb la complicació del canvi de marxes manual que sol·licita major esforç al pilot.

Característiques:

- Motor de 125cc 2T
- Canvi manual de 6 velocitats
- Carburador de difusors de diàmetre 30mm
- Refrigeració per aigua
- Revoluciones del motor no limitades
- Escape homologat

Categories:

- KZ1 (Substitueix a Super-ICC)
- KZ2 (Substitueix a ICC)

- Divisió Superkart

Es tracta d'una categoria bastant nova en la qual es sobrepassen els límits tradicionals del karting per a construir karts molt més similars a monoplaques d'altres prestacions.



Il·lustració 4: Superkart

Font: MORLEY LIAM, Superkart, F, Anderson / VM, Morley Liam, FIA Karting European Championship, LE MANS, International Race, © KSP Reportages

Característiques:

- Carrosseria completa
- Motors bicilíndrics de 2T que ronden els 100cv
- Canvis manuals de 6 velocitats
- Pes mínim de 205-215kg
- Capacitat de sobrepassar els 200km/h.

2.3.2 CATEGORIES EN EL KARTING ESPANYOL

En el camp del karting espanyol la RFEDA ha generat diferents copes i campionats adaptant-se a la normativa internacional marcada per el CIK-FIA, es presenten a continuació les categories en que es basen les diferents copes i campionats estatals oficials en vigor des de 2020.

- **Academy CEK:** Categoria creada per a incentivar el karting des de primeres edats. Els karts els subministra el propi CEK i es idèntic per a tots els participants.
 - Xassís: Alonso Kart A1

- Motor: IAME Waterswift 60cc con embragatge centrífug en sec refrigerat per aigua.
 - Pes mínim en ordre de marxa: 110 kg
 - Edat: de 6 anys a 8 anys.
- Mini-Rookie:
- Xassís: Lliure amb restriccions; Eix posterior amb ample màxim de 1100mm; eix posterior de diàmetre 30mm. (Aprovat per el CIK i RFEDA)
 - Motor: IAME Waterswift 60cc con embragatge centrífug en sec refrigerat per aigua.
 - Pes mínim en ordre de marxa: 110 kg
 - Edat: de 8 a 12 anys.
- Junior:
- Xassís: Lliure (Aprovat per el CIK i RFEDA)
 - Motor: IAME Waterswift 125cc 2T RL Tag; embragatge centrífug en sec refrigerat per aigua.
 - Pes mínim en ordre de marxa: 145 kg
 - Edat: 12, 13 i 14 anys.
- Senior:
- Xassís: Lliure (Aprovat per el CIK i RFEDA)
 - Motor: IAME X30 Waterswift 125cc 2T RL Tag; embragatge centrífug en sec refrigerat per aigua.
 - Pes mínim en ordre de marxa: 158 kg
 - Edat: Mínim de 14 anys.
- **KZ:**
- Xassís: Lliure (Aprovat per el CIK i RFEDA)
 - Motor: Lliure 125cc 2T, Mono-cilíndric
 - Caixa de canvis: Homologada per el CIK; Mínim de 3 velocitats i màxim de 6; Queda prohibida tot tipus d'assistència tant elèctrica, electrònica o hidràulica, la caixa de canvis deu ser totalment mecànica.
 - Pes mínim en ordre de marxa: 175 kg
 - Edat: Mínim de 15 anys.
- KZ2:

- Xassís: Lliure (Aprovat per el CIK i RFEDA)
- Motor: Lliure 125cc 2T, Mono-cilíndric
- Caixa de canvis: Homologada per el CIK; Mínim de 3 velocitats i màxim de 6; Queda prohibida tot tipus d'assistència tant elèctrica, electrònica o hidràulica, la caixa de canvis deu ser totalment mecànica.
- Pes mínim en ordre de marxa: 175 kg
- Edat: Mínim de 35 anys complits abans de la primera prova.

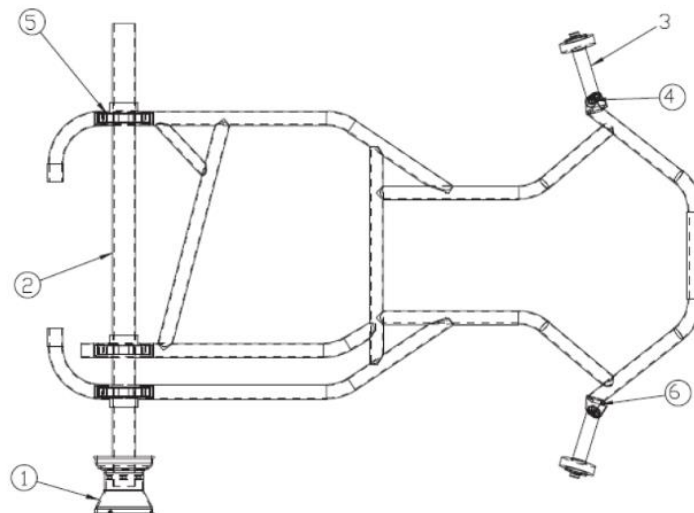
2.4 COMPONENTS PRINCIPALS D'UN KART

2.4.1 XASSÍS

El xassís es l'element que atorga estabilitat e integritat estructural al kart per a suportar els esforços tant dinàmics com estàtics als que es vorà sotmès el kart durant la seua vida útil. A demés de suportar els esforços requerits el xassís deu servir de suport per als diferents elements que compta el kart. Els elements com carrosseria, motor, depòsit, seient, tub d'escapament. Aquests elements descansen sobre el xassís i es te que garantir que l'estructura es capaç de suportar els esforços provocats per estos.

El xassís esta compost per tubs metàl·lics d'acer estructural soldats entre sí de forma que garanteixi l'estabilitat i rigidesa del conjunt.

La normativa especifica que esta completament prohibida la utilització de sistemes de amortiment de tot tipus, així pues el propi xassís i els neumàtics seran els encarregats de absorbir els esforços i vibracions.



Il·lustració 5: Exemple de xassís segons normativa

Font: Reglamento técnico RFEDA Anejo: Dibujos Técnicos (Normativa actualizada a fecha: 26 de marzo de 2020)

2.4.2 MOTOR

També anomenat grup propulsor, es tracta de l'element propulsor del kart, encarregat de transformar l'energia química del combustible en energia mecànica encarregada de propulsar el kart.

El motor es un dels elements més rellevants en el funcionament del kart, així com es un dels elements que diferencia a les diferents categories del karting, com s'ha especificat en 2.3 anterior 2.3 DIVISIONS DEL KARTING.

El motor està compost per diferents elements com qualsevol motor convencional (bloc motor, pistó, culata, biela, cigonyal, carter), a més podem considerar part del grup propulsor elements com el sistema de refrigeració, el sistema de gasos d'escap i el dipòsit de combustible.

Els motors emprats en les competicions de karting deuen complir uns certs requisits en funció de la categoria a la que estiguin destinats, no obstant en totes les categories es tenen uns punts en comú que s'enumeren a continuació:

- Motors mono cilíndrics
- Motors de 2 temps sense compressió externa o qualsevol tipus de sobrealimentació.
- Prohibició de sistemes de injecció.
- Refrigeració mitjançant aire o aigua (depenent de categoria).

Actualment s'estan utilitzant motors de 2 temps en totes les categories competitives del karting, no obstant l'avanç dels motors de 4 temps i les avantatges en quan a desgast i efectes contaminants dels motors de 2 temps fa que cada vegada sigui més abundant l'ús de motors de 4 temps en els karts per a ús lúdic. S'espera que en un futur el motor entre en les competicions de forma reglada per a substituir els actuals motors de 2 temps.



Il·lustració 6: Motor IAME X30 125cc

Font: <https://kpsracing.es/motor-iame-x30-karts/742-motor-iame-x30-completo.html>

La carrega del motor es asimètrica perquè es situa a un dels costats, açò genera una excentricitat en el centre de masses, per aquest motiu genera unes forces extremes que tindrà que suportar el xassís.

El motor es subjecta al xassís mitjançant unes brides per a fer més fàcil el seu desmuntatge per a tasques de manteniment.



Il·lustració 7: Base i brida de motor

Font: https://kpsracing.es/bases-motor/2490-692-base-motor-aluminio-bridas.html#81-medida_tubo-30mm

3. ESTUDI DE NECESSITATS

3.1 CONCEPTES PRINCIPALS

Es passa a explicar detalladament els efectes físics principals que afectaran al kart en diferents estats com a conceptes a tindre en compte en el disseny i anàlisi posterior.

3.1.1 Conceptes Estàtics

L'estudi estàtic es en el que es basa l'estudi estructural del xassís, considerant que els resultats estàtics son una aproximació vàlida per a mesurar la rigidesa i resistència de l'estructura del xassís.

3.1.1.1 Conceptes de la resistència a l'avanç

Seguint les normes de la mecànica clàssica, tot cos en moviment sofrirà forces contraries al seu avanç, les qual tindrà que igualar o vèncer per a seguir en moviment.

Seguint aquesta premissa cal considerar diferents forces que actuaran sobre el kart amb el final de realitzar la funció de enginyeria i donar magnitud o desestimar l'efecte d'aquestes forces sobre el kart.

Resistència aerodinàmica

La resistència aerodinàmica es un factor difícil de mesurar, donada la seua naturalesa hi ha moltes variables que afecten a la seua influencia com:

- Velocitat a la que circula el vehicle
- Dimensions del vehicle → Coeficient aerodinàmic
- Temperatura ambient → Densitat de l'aire
- Direcció i força del vent

La forma mes exacta de mesurar el coeficient aerodinàmic es en un túnel de vent.

La força que s'oposa a l'avanç es pot calcular amb la següent formula:

$$F_L = \frac{1}{2} * A * v^2 * \rho * C_x$$

- A: Àrea frontal exposada
- v : Velocitat del kart
- C_x : Coeficient de resistència aerodinàmica
- ρ : densitat de l'aire

D'aquesta formula podem deduir els efectes de cada variable en la força. Es dedueix inicialment que la velocitat tindrà un gran efecte sobre la resistència a l'avanç, per el fet de estar elevat al quadrat.

3.1.1.2 Resistència a la rodadura

La resistència a la rodadura es un factor molt influent en els automòbils en general, es una de les forces a les que ha de vèncer l'avanç de l'automòbil.

Aquest concepte de rodadura esta íntimament lligat al de fregament, donat que en la pràctica les rodes d'un automòbil tendeixen a relliscar, sobretot en el moment de l'arrancada

Aquest factor inclou moltes variables, com:

- **Característiques dels neumàtics**
 - Perfil del neumàtic: amb un augment del perfil del neumàtic es aconsegueix un augment directe en el coeficient de rodament i fregament.
 - Dibuix del neumàtic: a sovint en els karts s'utilitzen neumàtics slicks que incrementen tant el factor de rodadura com el de fregament.
 - Pressió d'inflat: una correcta pressió dels neumàtics garanteix un bon agarre de la roda especialment en les corbes, fent mes fàcil el control d'aquest factor.

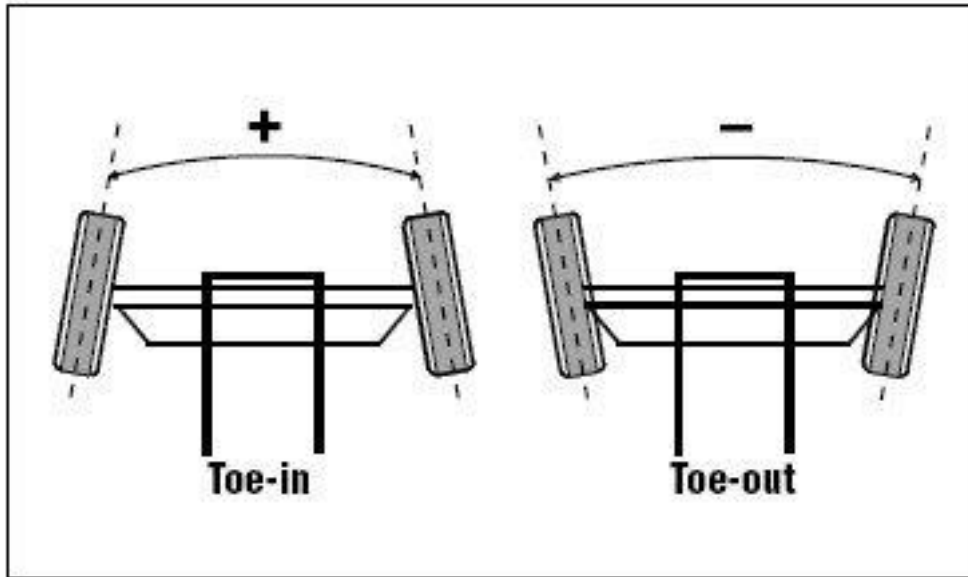


Il·lustració 8: Influència del inflat

Font: <https://www.talleresautomotrices.com/category/general/>

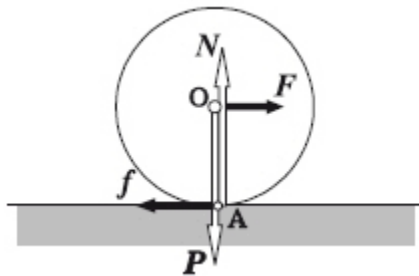
- **Estat del ferm:** l'estat de la superfície de rodadura afecta directament al coeficient de rodadura. Es un factor similar al factor de fregament.
- **Massa del vehicle:** a major massa major influencia sobre el factor de rodadura, donat que el coeficient de rodadura ve donat per la següent formula.
- **Velocitat de la marxa:** la velocitat de la marxa té una importància en el repartiment entre el rodament i el fregament. Al iniciar la marxa, i principalment en competicions es tendeix a derrapar, tot i que cal evitar-ho, en la arrancada cal considerar el coeficient de fricció. Quan la velocitat s'incrementa i s'aconsegueix una velocitat més constant, principalment en rectes, el derrapatge es un factor menyspreable, donat que tot serà rodadura.
- **Geometria de la direcció:** aquest paràmetre ve donat principalment per la configuració del angle de convergència. Tant

la convergència com la divergència afecten al coeficient de rodadura augmentant-lo.

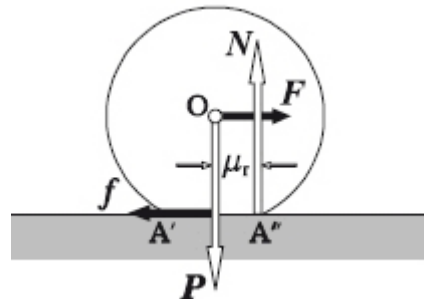


Il·lustració 9: Angle de convergència – divergència
 Font: <https://iracing.es/but/210-pl+imp/>

Aquest factor de rodadura es difícil de mesurar, es pot donar un valor mes o menys teòric fent algunes apreciacions.



Il·lustració 10: Rodadura sense deformació
 Font: https://www.wikiwand.com/es/Resistencia_a_la_rodadura



Il·lustració 11: Rodadura amb deformació
 Font: https://www.wikiwand.com/es/Resistencia_a_la_rodadura

3.1.1.3 Repartiment de pesos

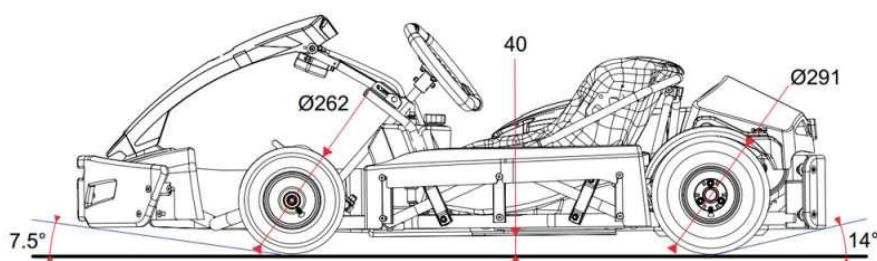
El repartiment de pesos es un dels temes mes influents en el comportament del kart, aquest repartiment te dos escales. A escala mes petita, el repartiment dels diferents components com el motor, graella de refrigeració, depòsit, tub d'escapament i el pes mes important, el del pilot.

Aquest repartiment de pesos pot variar amb la dinàmica del vehicle, no obstant l'estudi de repartiment de pes estàtic pot ser una aproximació prou fidedigna del comportament.

Cal tindre en compte en el repartiment de pes, la diferencia entre els neumàtics davanters i posteriors, açò afectarà a la forma en que distribueix el pes el propi xassís.

Empíricament en el disseny de xassís es fa una distribució de pesos amb un 40-60%, atribuint un 40% a les rodes davanteres i un 60% del pes en les rodes posteriors. El principal element de reglatge en quan a pesos sol ser el posicionament del seient del pilot, que a part de buscar la comoditat, es busca un repartiment òptim.

L'altura del centre de gravetat també juga un paper important en el comportament, i així com en el repartiment de pesos, el pes del pilot també es el principal reglatge, modificar l'altura del seient afecta en la distribució de pesos entre l'eix davanter i posterior, amb l'augment de l'altura del seient es posa mes pes en l'eix posterior.



Il·lustració 12: Exemple de distribució d'elements
Font: <https://www.sodikart.com/es-es/karts/rental/lr5-5.html>

En l'eix longitudinal el repartiment de pes deu ser igual entre els dos costats de no ser així podria provocar diferències en el comportament en corbes a dretes i esquerres.

3.1.2 Conceptes Dinàmics

En els conceptes dinàmics es pretén considerar diferents efectes que actuen sobre el xassís quan el kart es troba en estat de marxa. Son efectes que es consideraran en l'anàlisi final del xassís, no obstant la seua dificultat per a mesurar-los teòricament sense testatges sobre el mateix vehicle, es realitzarà un anàlisi aproximat teòric dels fenòmens mes intensos.

3.1.2.1 Dinàmica de forces verticals

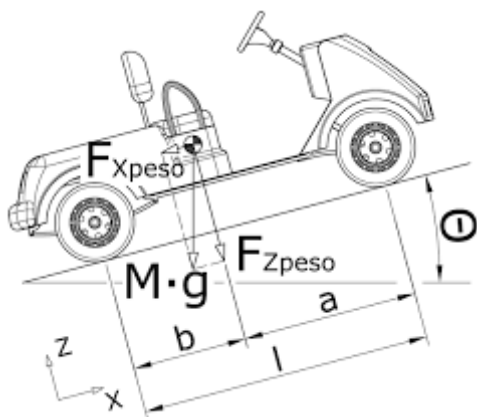
Quan s'estudien les forces verticals que apareixen en el kart en moviment, cal tindre en compte una força que apareix a grans velocitats en vehicles amb una càrrega aerodinàmica baixa. Aquesta força tendeix a separar el kart del sol, no obstant aquesta força es menyspreable a velocitats no molt elevades.

Altre factor que cal considerar es la força que apareixerà depenent de la qualitat del ferm de la pista, aquesta força es imprevisible i a efectes de càlcul del xassís no serà rellevant donat que es portarà a cap un anàlisi de impacte contra vorada.

3.1.2.2 Dinàmica de forces longitudinals

Quan es realitza l'esquema de forces sobre el vehicle en el plano longitudinal podem desgranar diferents accions sobre este que ja han sigut analitzades en els punts anteriors com:

- Resistència a l'avanç
- Resistència a la rodadura
- Repartiment de pes



Il·lustració 13: Dinàmica longitudinal de un vehicle
Font: <https://core.ac.uk/download/pdf/143457761.pdf>

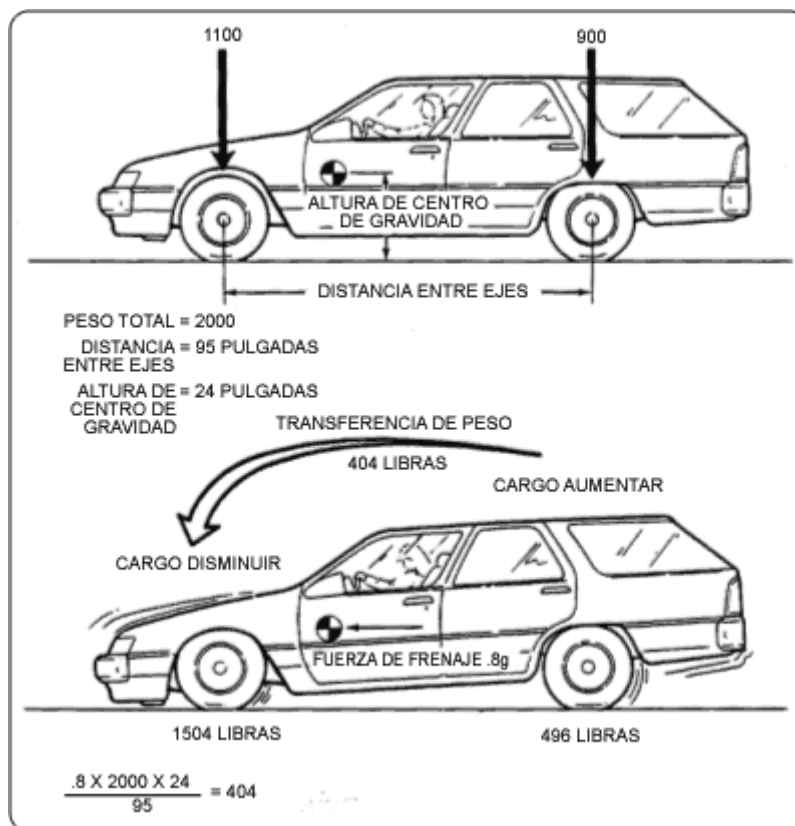
A aquestes forces cal aplicar-li les forces provocades per l'acceleració del propi kart.

Donat que en el present projecte s'està estudiant un vehicle com un kart de una potencia limitada i també, enfocat a competir en circuits els quals no tenen grans pendents, no es va a incloure les forces dinàmiques generades per les pendents.

3.1.2.3 Dinàmica de la frenada

En la frenada de vehicles com els kart apareixen grans forces de desceleració que afecten al pilot, aquestes forces requereixen un gran nivell físic per a portar al límit l'automòbil, no obstant tenint en compte que tant la massa del kart com les distancies entre eixos no son especialment grans, aquestes forces en frenada no afecten en gran mesura al xassís, no obstant es tindran en compte en l'anàlisi per a assegurar la integritat sobretot de la zona davantera.

En el següent diagrama s'explica la transferència de masses entre l'eix posterior i davanter d'un automòbil, en el esquema es considera l'automòbil un sòlid rígid.



Il·lustració 14: Esquema de dinàmica de frenada
 Font: <http://www.monroe.com.mx/page/capacitacion-dinamica-vehiculos>

3.1.2.4 Dinàmica en el pas per corba

En el pas per corba apareixen diferents forces sobre el kart. En aquests vehicles, al igual que s'ha explicat en el punt anterior, no comporten un gran efecte sobre el kart, no obstant si sobre el pilot, donat que el pilot mateix es l'element més pesat en el conjunt kart-pilot.

Cal distingir dos tipus de corbes possibles, en les quals apareixen diferents forces sobre el kart:

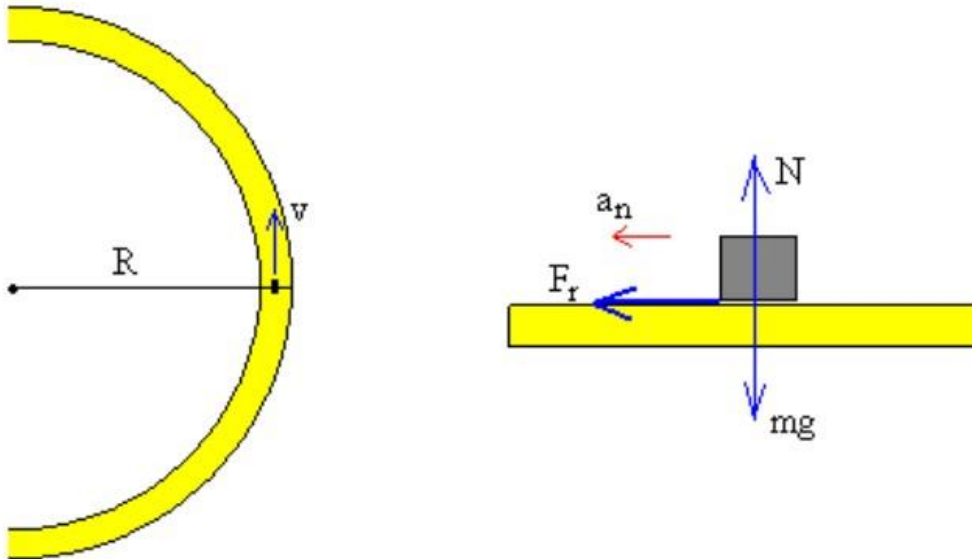
Corbes sense peralt

Son el tipus de corbes més comuns en els circuits en els que es sol competir en les categories de karts.

Es considera una velocitat constant en el pas per corba per a una primera hipòtesi, no obstant cal saber que al mateix temps es tindrà una certa desceleració provocada per la frenada i la pèrdua de velocitat. L'altra consideració es la de aplicar un radi constant en el gir, sabent que la traçada consta de diferents radis de gir.

Les forces que actuen sobre el kart son les següents:

- Reacció de la carretera: N
- Força de fregament: F_r
- Pes del propi kart: mg



Il·lustració 15: Esquema de corba sense peralt

Font: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_dinamica/circular/circular/din_circular.html

Aplicant la segona llei de Newton al moviment en la direcció radial es pot calcular la força de fregament.

$$F_r = m * \frac{v^2}{R} = m * a_n$$

Com a valor orientatiu el coeficient de fregament del asfalt nou està entre una forquilla de 0.65 i 1.00.

Corbes amb peralt

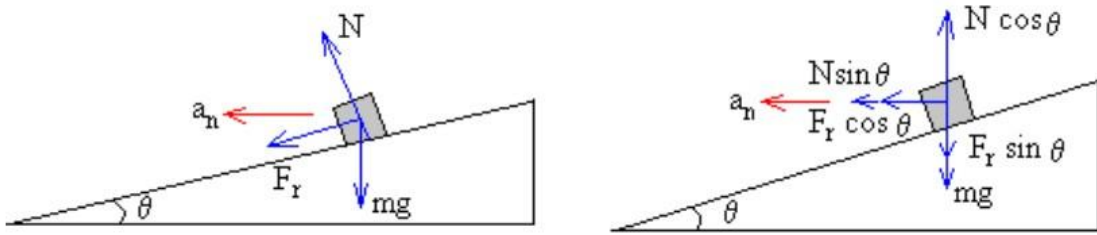
Aquestes forces no solen ser habituals en els circuits de karting, no obstant poden aparèixer en circuits destinats a automòbils, on les corbes amb peralt permeten un pas per corba a més velocitat.

Les forces que actuen sobre el kart son les mateixes que actuaven en el cas de corba sense peralt, però amb diferent direcció, excepte la força del pes.

Les forces que actuen sobre el kart son les següents:

- Força de fregament: F_r

- Reacció de la carretera: N
- Pes del propi kart: mg



Il·lustració 16: Esquema de corba amb peralt

Font: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_dinamica/circular/circular/din_circular1.html

Com a simplificació es considera el kart com un element sòlid.

3.1.3 Concepte d'estabilitat del kart

El concepte d'estabilitat és un dels principals criteris de disseny en la construcció d'automòbils, és un factor que no només afecta al domini del vehicle si no a la seguretat, passant a ser necessari la prova de bolc en vehicles de especial altura.

No sent el cas dels automòbils com el kart en el que el centre de gravetat és molt baix, el risc de bolc és menyspreable.

3.2 FACTORS A CONSIDERAR

3.2.1 Dimensions

Es comença l'estudi analitzant la normativa nacional vigent aplicable a tots els campionats copes, trofeus i challenges de Espanya de karting 2020 inclosa en l'annex 1: Normativa

Un dels primers punts que cal considerar és les dimensions que tindrà en xassís del kart, la normativa especifica unes forquilles entre les quals tindran que estar les dimensions principals.

- Distància entre eixos:
 - Mínim: 101cm
 - Màxim: 107cm
- Via: com a mínim 2/3 de la distància utilitzada entre eixos
- Llargària total màxima: 182cm (sense carenat davanter i/o posterior)
- Ample total: 140cm com a màxim

Cal tindre en compte que les dimensions del xassís del kart afectaran directament al comportament d'aquest en aspectes com el pas per corba i la estabilitat en recta.

Es consideraran dos dimensions principals:

- **Distancia entre eixos:** Aquesta distancia es la que hi ha entre l'eix imaginari entre les rodes davanteres i les posteriors.
 - **Positiva:** una major distancia entre eixos afecta directament al comportament en recta aportant estabilitat.
 - **Negativa:** no obstant una major distancia entre eixos afecta al pas per corba, al augmentar la distancia entre es dos eixos disminueix la sensibilitat a girs del kart i afectant directament a la reactivitat d'aquest.

- **Ample:** com a ample podem englobar el que seria el ample general del kart, podent ser aplicats els pros i els contres tant en la via com en el ample total.
 - **Positiva:** un major ample atorga major estabilitat tant en recta com en corba fent mes estable i menys provable el bolc.
 - **Negativa:** al incrementar-se la distancia entre les dos rodes provoquem una diferencia de velocitat de gir entre la roda interior i exterior en la corba, açò presenta un problema en l'eix posterior al no disposar de diferencial.

Al augmentar la amplària cal assumir un major derrapatge al pas per corba, per tant pot aplegar a provocar inestabilitat en pilots molt lleugers

Comparant dimensions de xassís del mercat i considerant les diferents característiques que aporta al comportament s'ha optat per un xassís de comportament equilibrat.

Amb unes dimensions aproximades d'uns 1500mm.

3.2.2 Rigidesa

Amb el concepte de rigidesa s'interpreta com la rigidesa estructural que la propi xassís ofereix.

Inicialment el xassís es dissenya amb una certa rigidesa que es pot augmentar posteriorment afegint-li barres estabilitzadores tant en la part davantera com posterior o modificant els para colps.

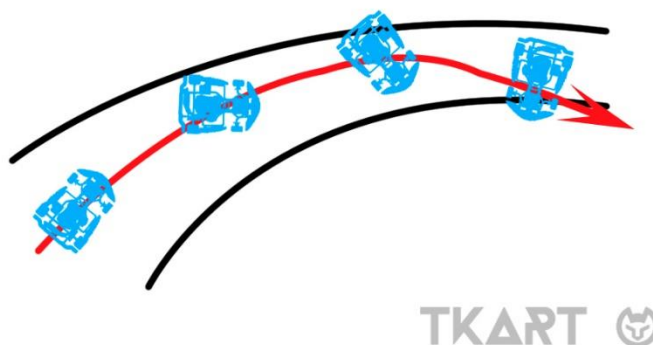
La rigidesa es un factor que afecta directament al comportament final del kart, podent ser un factor molt determinant en aquest, es pot interpretar que a menor rigidesa en l'eix, major serà la flexió de la estructura i major el grip de les rodes d'aquest eix, el comportament al incrementar la rigidesa en un dels eixos

comporta el comportament invers en aquest, a continuació es descriu els dos efectes que pot generar en la conducció els reglatges de rigidesa tant en l'eix davanter com posterior:

- **Sobre-viratge:** es el comportament per el qual el kart tendeix a girar molt i provoca el derrapatge de les rodes posterior.

Causes:

- Aquest comportament pot estar donat per una gran rigidesa en l'eix posterior i una menor rigidesa en l'eix davanter, proporcionant per tant un gran grip en les rodes davanteres i fent mes efectiu la transmissió del gir d'aquestes al sol.



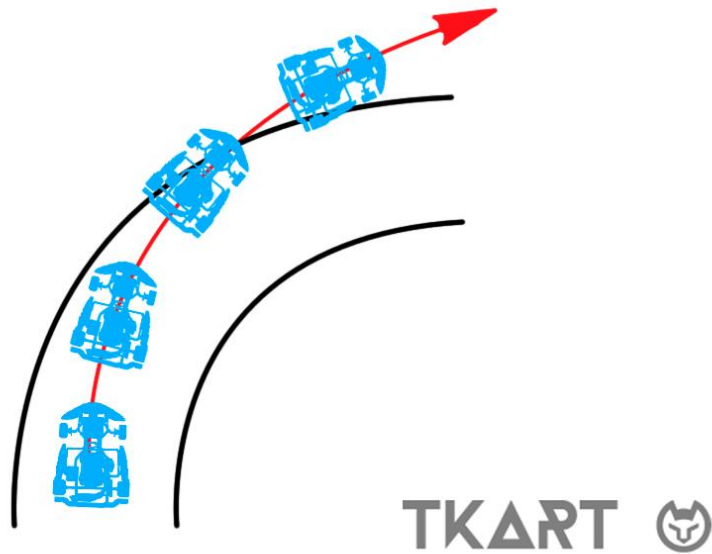
Il·lustració 17: Efecte del Sobre-viratge

Font: <https://tkart.it/es/magazine/como-hacer-para/7-trucos-para-reducir-el-subviraje/#1>

- **Sub-viratge:** es l'efecte per el qual el kart tendeix a no girar el suficient en corba, portat a un extrem pot provocar que el gir del kart no sigui suficient per a traçar la corba i faci un "recte".

Causes:

- Una de les causes principals es un reglatge desequilibrat en el qual s'hi hagi atorgat molta rigidesa en l'eix davanter provocant una falta de flexió en el mateix eix i per tant molt poc grip.
- L'eix posterior també pot afectar al sub-virament quan se'l configura amb una rigidesa molt baixa, amb la conseqüència del augment en el grip de les rodes posterior provocant un desequilibri en el repartiment del grip total del kart.



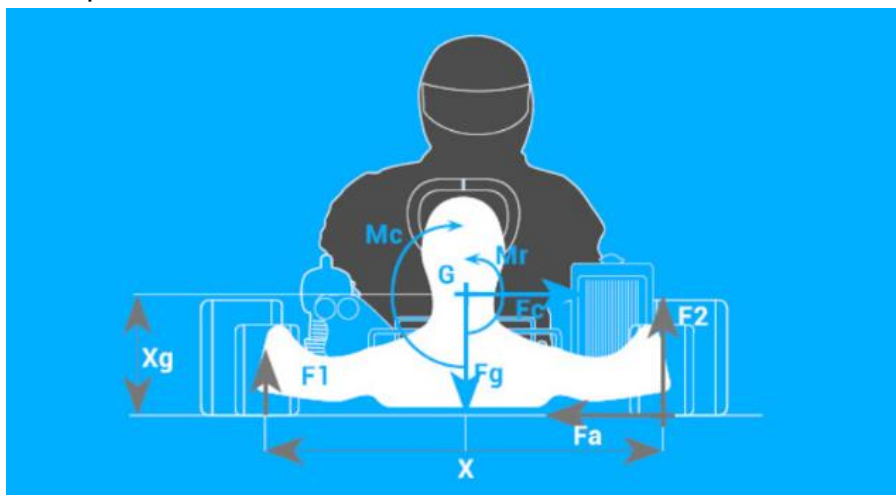
Il·lustració 18: Efecte del Sub-viratge
 Font: <https://tkart.it/es/magazine/como-hacer-para/7-trucos-para-reducir-el-subviraje/#1>

3.2.3 Repartiment de pes

El repartiment de pes influirà directament en el comportament del kart en pista, en aquesta apartat el treball es dirigirà en dos principals direccions.

- Reduir el pes: la reducció del pes es molt important en aquest tipus de vehicle, la reducció en lo possible del pes del xassís sense comprometre la integritat ni rigidesa desitjada en el treball serà una de les direccions del projecte.

Amb aquest fi el disseny s'adaptarà en lo possible seguint el estudi realitza't amb SolidWorks per a reforçar les zones mes compromeses.

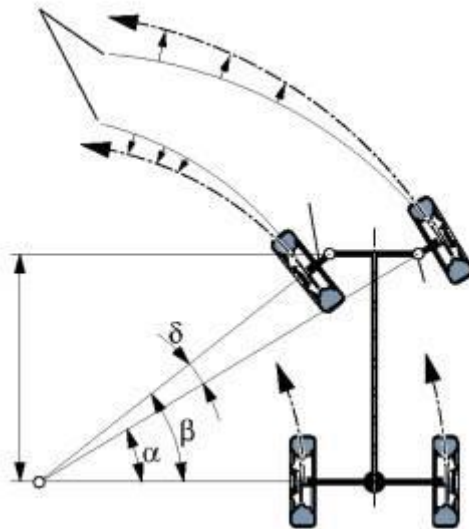


Il·lustració 19: Forces sobre el centre de gravetat
 Font: <https://tkart.it/es/magazine/tecnica/regoliamo-laltezza/#2>

- Distribució del pes: amb aquest criteri s'intentarà que el centre d'inèrcia siga el mes baix possible, açò contribuirà a la millora en les acceleracions produïdes per les forces centrípètes en el pas per corba. L'altre aspecte principal serà la distribució de pes per a que el pes principal del kart, que serà el pes del pilot, quedi centrat sobre el plano del xassís, no descompensant en excés el repartiment de pesos entre les rodes.

3.2.4 Condió de Ackerman

El principi de Ackerman es basa en la condició de que la projecció imaginària dels eixos de les rodes deuen coincidir tots en un mateix punt, aquest serà l'eix instantani de rotació. Per a aconseguir aquest principi, la roda interior a la corba deu girar en un angle mes pronunciat que la roda que queda en l'exterior de la corba.

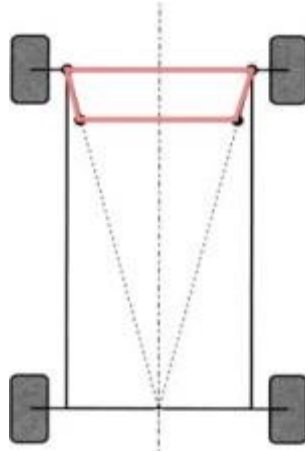


Il·lustració 20: Principi de Ackerman

Font: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-y-como-funciona-el-principio-de-ackerman/>

Aquest principi es essencial per a evitar el derrapatge de les rodes i per tant el desgast prematur de les rodes, a més de possibles problemes d'estabilitat.

El xassís no te un efecte decisiu sobre el compliment del principi, no obstant es essencial en el càlcul del dimensionament de les manguetes.



Il·lustració 21: projecció d'angles de Ackerman

Font: <https://www.ingenieriamecanicaautomotriz.com/que-es-y-como-funciona-el-principio-de-ackerman/>

El càlcul de Ackerman es basa en les formules:

$$\text{➤ } \frac{\text{Via}}{\text{Batalla}} = \cotg(\alpha) - \cotg(\beta)$$

$$\text{➤ } \text{Ackerman} = \text{actan}\left(\frac{\text{Batalla}}{\frac{\text{Batalla}}{\tan(\beta)} - \text{via}}\right)$$

$$\text{➤ } \text{Porcentaje Ackerman} = 100 * \frac{\alpha}{\text{Ackermann}}$$

Interpretant les formules es pot extraure que el 100% de Ackerman significa que la projecció de les bieletes es tallen en el mateix eix posterior, un % de Ackerman major a 100 significa que la projecció de les bieletes es talla per davant del eix posterior, inversament per a un % menor de 100.

Cal tindre en compte en totes aquestes hipòtesi la deformació del neumàtic generades per les forces generades en el pas de corba, no obstant en vehicles on les masses en moviment no son realment importants aquests efectes poden ser depreciades i donar per bons els càlculs teòrics del principi de Ackerman.

3.3 Plantejament de solucions alternatives i justificació de la solució adoptada.

Com s'ha explicat en l'apartat anterior, el repartiment de pes es un factor molt definitori de la geometria del xassís, tot i que el pes dels elements del kart no es molt important en quan a magnitud, elements com el motor i el sistema de refrigeració signifiquen una part important del total del kart.

3.3.1 Alternatives geomètriques

3.3.1.1 Xassís simètric

Com a primera opció es planteja la possibilitat de realitzar un xassís simètric, aquest model té la seua principal avantatge en la seua simplicitat en la execució tant de disseny com de fabricació.



Il·lustració 22: Exemple de Xassís simètric

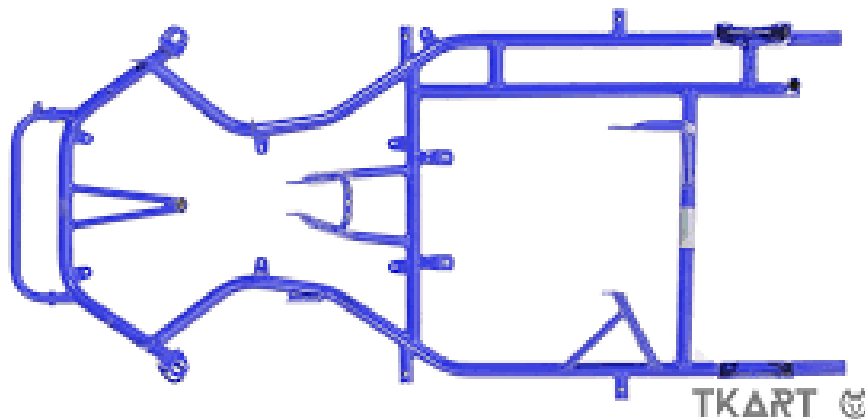
Font:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/3ca1e05b9388af248c8376477442be4d/Chasis-de-kart?hl=es>

Aquest tipus de xassís no es utilitza en els models comercials donat que el seu comportament està molt poc ajustat i la simetria comporta tindre uns reforços en zones en les que no són necessaris.

Aquest model es descarta del projecte perquè en aquest es busca un xassís competitiu i s'estima que l'estalvi possible de costos al realitzar aquesta simplificació no compensa la pèrdua de rendiment.

3.3.1.2 Xassís asimètric



Il·lustració 23: Exemple de xassís amb asimetries

Font: <https://tkart.it/es/magazine/enfoque-tecnico/entender-chasis-de-kart/>

Es el model més utilitzat en els xassís de kart comercials del mercat, existeixen diferents models però el més generalitzat es el model Puma, creat per la casa italiana Tecno en els anys 60, a partir del qual totes les marques han anat basant el seu disseny.

Aquesta solució implica la complicació en el disseny i anàlisi de la estructura, així com un previsible sobre-cost derivat d'aquestes raons.

Per aquestes raons l'opció de xassís asimètric es l'elegida per al projecte.

3.3.2 Solucions alternatives de perfils

3.3.2.1 Perfils de l'estructura principal

- Perfil Ø30mm: es una de les opcions més utilitzades entre els xassís del mercat, aquest perfil confereix un punt de lleugeresa al xassís.
- Perfil Ø32mm: es possiblement la més utilitzada en totes les solucions de les marques comercials, aporta major rigidesa al augmentar el moment de inèrcia dels perfils. També es té en compte que gran majoria dels accessoris com suports de rodaments estan adaptats per a perfilaria de diàmetre 32mm.

3.3.2.2 Perfils de elements no estructurals

Es fa referència amb aquest apartat als elements que fan de acoblaments entre els elements com els para colps davanters i laterals i el xassís.

- Perfil Ø25mm Esp. 2mm: tenint en compte que aquest elements no suportaran grans carregues estructurals, i donat que no seran elements de gran longitud, s'elegeix el perfil de 25mm de diàmetre.

La justificació de la elecció es basa en que dins d'aquests perfils aniran insertats els diferents para colps, per tant cal tindre en compte que el perfil dels para colps deu ser de al menys Ø20mm.

3.3.3 Solucions alternatives de materials

La normativa vigent marcada per l'organisme internacional CIK-FIA marca les directrius en quan a materials a utilitzar, no obstant no defineix completament el material, es passa a resumir els punts principals que marca la normativa inclosa en l'nnex 1: Normativa

- La construcció serà realitzada plenament en acer tubular magnetitzat de secció cilíndrica, responent a la classificació ISO 4948 i ISO 4949.
- Estan prohibides les aliatge d'acer amb contingut de massa, de al menys un element, siga $\geq 5\%$.
- Sense connexions.
- La flexibilitat del xassís correspondrà amb els límits de elasticitat de la construcció tubular.

Dins d'aquestes característiques es pre-seleccionen diversos acers estructurals vàlids per a la construcció:

- **S355 J2:** es tracta d'un acer estructural al carboni-manganès amb les propietats mecàniques mínimes garantides (límit elàstic i resistència a tracció) de **355 MPa**. Al mateix temps aquest acer te una bona soldabilitat. El subíndex **J2** atribueix una especial resistència, resiliència i capacitat de soldabilitat.
- **S275 J2:** al igual que el **S355 J2**, es tracta d'un acer estructural també utilitzat en aquest tipus de estructures, no obstant descartem aquesta opció perquè es busca un acer amb major resistència.
- **ASTM-A36:** es tracta d'un acer estructural al carboni amb un límit elàstic mínim de **250 MPa**. En la classificació europea seria equivalent a un **S235 J2**. Com els anterior acers te unes característiques de soldabilitat molt aptes per a l'ús, no obstant no compleix la resistència requerida per al projecte.
- **AISI 4130:** es tracta d'un acer molt emprat en elements de enginyeria i automoció, esta considerat com un acer d'alta resistència i de baixa aliatge. Te un contingut de crom (Cr) entre el 0,4 – 1,2% i de Molibdè (Mo) entre el 0,08 – 0,25%. Amb una resistència a la tracció de 460MPa i mòdul d'elasticitat de aproximadament de 200GPa te un quocient de força-pes excel·lent, conserva la capacitat de soldabilitat dels acers sèrie 1000 i te major lleugeresa.

Finalment es selecciona l'opció de l'acer **AISI 4130** com a l'opció més adequada per a la realització del xassís.

4. DESENVOLUPAMENT DE L'ANALISI

4.1 ESTUDI I ELECCIÓ DEL SISTEMA D'ANALISI

Com a primer pas en el procés d'anàlisi de l'estructura cal fixar un sistema d'anàlisi estructural lo suficientment precís per a detectar esforços de forma precisa en elements tubulars.

S'enumeren a continuació possibles programes informàtics d'anàlisi estructural contemplats per al treball:

4.1.1 SAP 2000

El SAP 2000 es un programa d'elements finits en 3D orientat a l'anàlisi de elements estructurals o estructures completes, principalment metàl·liques. Es tracta d'un programa inicialment pensat per a anàlisi de elements biga, molt indicat per al disseny de macroestructures completes com per exemple naus industrials o estructures formades per bigues, en que les unions entre elles no requereixen un anàlisi en profunditat ja que son unions ja normalitzades.

Com s'ha indicat anteriorment, l'estructura que s'analitza es una estructura tubular amb certa flexibilitat i es primordial conèixer el comportament del material en alguns punts claus i en les unions.

Per aquesta raó es descarta l'ús del programa SAP 2000 per a l'anàlisi de l'estructura.

4.1.2 ANSYS

El programa d'anàlisi i simulació ANSYS es un programa modular el qual permet analitzar estructures metàl·liques, simulació de transmissió de calor, simulació de fluids, reaccions químiques i forces electromagnètiques.

El programa ANSYS es un programa amb gran poder computacional i en principi podria ser una opció vàlida per al anàlisi de l'estructura tubular.

No obstant aquest programa presenta alguns problemes a l'hora de realitzar els pre-processos com el modelitzat i mallat, degut a que el model del kart presenta una geometria no simètrica i amb desnivells en l'eix Z, es desestima la utilització d'aquest software per a l'anàlisi de la estructura.

4.1.3 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor es un paquet de modelat paramètric de sòlids en 3D enfocat al disseny mecànic i a la creació de peces i assemblatge de elements mecànics.

Aquest programa esta directament relacionat amb el programa de disseny en 2D AutoCad i ereta algunes dinàmiques de disseny d'aquest. No obstant tractant-se d'un programa adequat per a la realització del model i anàlisi, donat el seu enfocament al disseny i no tant a l'anàlisi es prefereix la utilització de altre software.

4.1.4 SolidWorks

SolidWorks es tracta d'un programa CAD (disseny assistit per ordinador) per a disseny mecànic en 2D i 3D, incorpora mòduls de anàlisi d'estructures, anàlisi de fluids i anàlisi de temperatures.

Aquest software es un dels mes desenvolupats en l'actualitat tant en les universitats com en el mon laboral, al mateix temps conte les principals avantatges com una interfase de disseny avançada i un sistema d'anàlisi senzill però eficaç per al model estructural que s'utilitza.

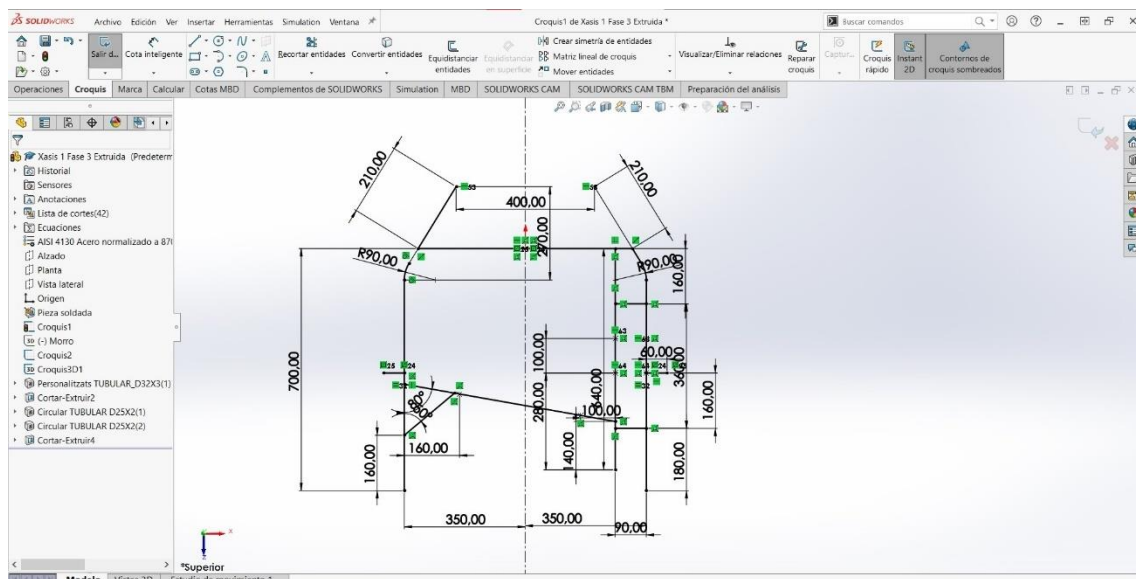
5. PROCÉS DE DISSENY DEL MODEL

Per al procés de disseny del model en SolidWorks es seguiran les dimensions estimades principalment marcades per la normativa i seguint els paràmetres marcats per el projecte i especificades en l'annex 1: Normativa

5.1 Croquisat del model

Per a realitzar el croquisat de la estructura s'opta per realitzar diferents croquis i unir-los entre ells, aquesta decisió es basa en la complicació que implica crear el croquis 3D per a realitzar tot el croquis, tenint en compte que gran part de la estructura es plana i per tant es pot dissenyar sobre un plano.

5.1.1.1 Croquis 1



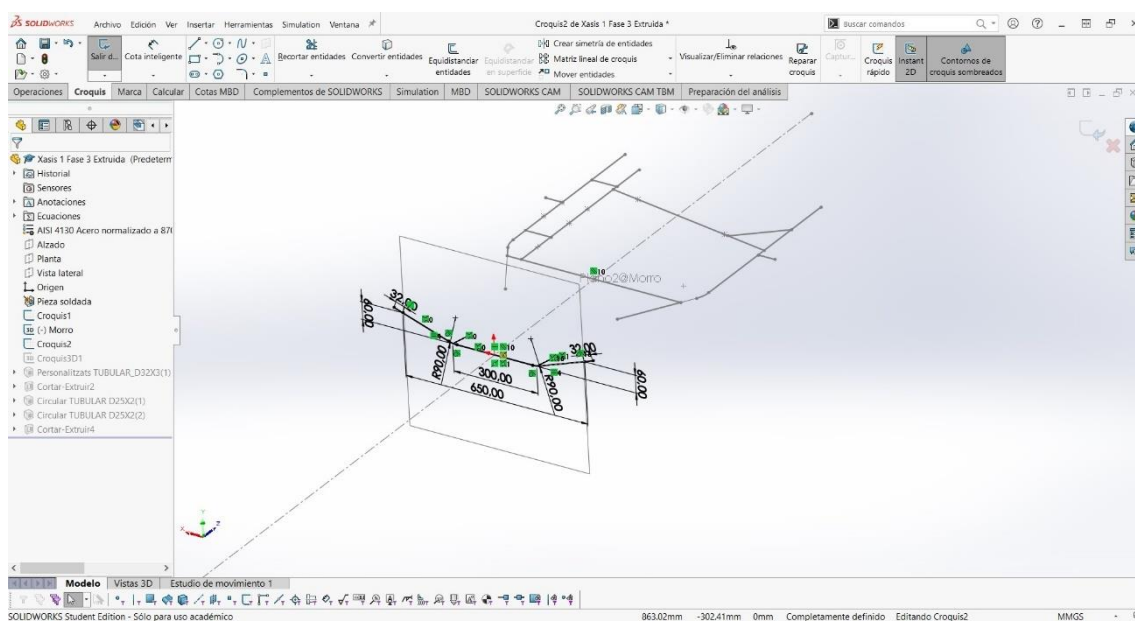
Il·lustració 24: Croquis 1
Font: Pròpia

S'observa en la imatge el croquis 1, que es tracta d'un croquis 2D basat en el plano "Planta".

Basant el model en una estructura com es sol dir de filferro, es facilita la possibilitat de modificació de les dimensions sense que afecte a les operacions de extrusió posterior, evitant possibles errors en el programa per incompatibilitats.

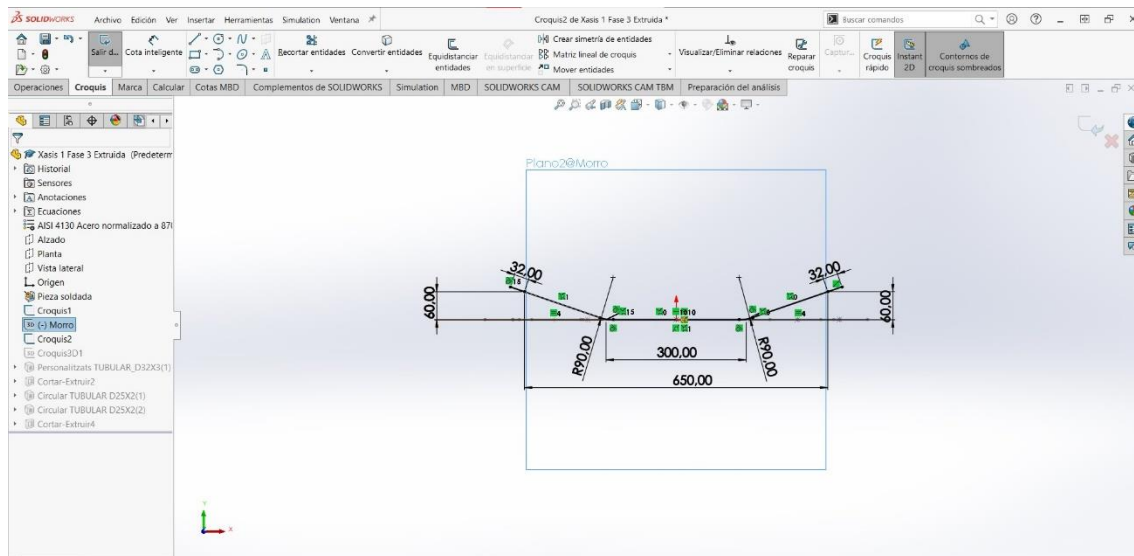
5.1.1.2 Croquis 2

Com a primer pas per a realitzar el croquis 2 es crea un plano de referencia paral·lel al plano "Alzado" a una distancia de 540mm.



Il·lustració 25: Col·locació del Croquis 2
Font: Pròpia

Una vegada realitzat el plano de referencia creem el croquis 2 (2D) sobre ell amb les dimensions estimades inicialment sempre quadrant-ho amb les dimensions màximes i mínimes segons la normativa de l'annex 1: Normativa

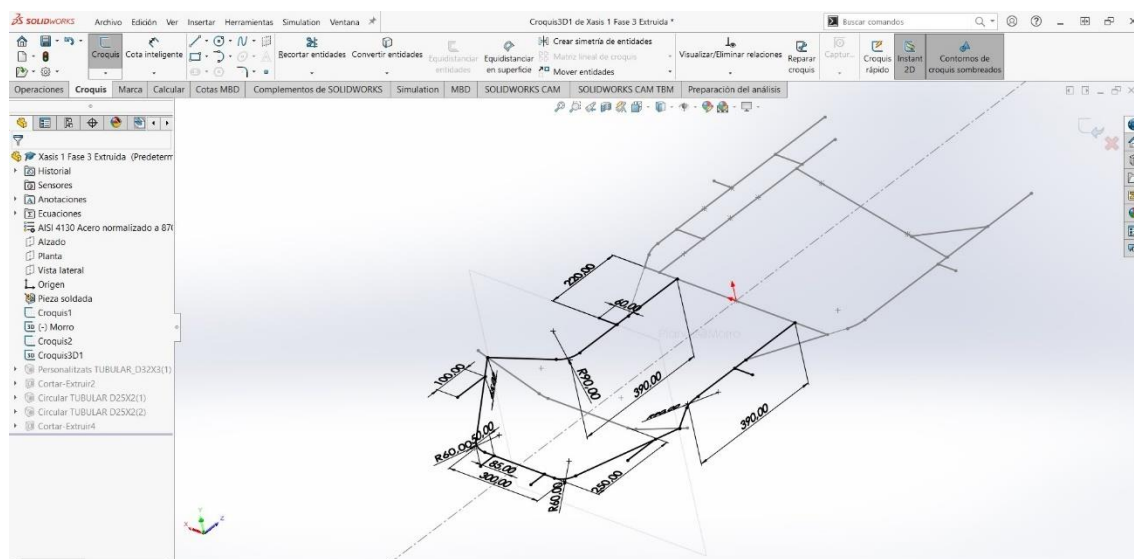


Il·lustració 26: Croquis 2
Font: Pròpia

Com s'ha comentat anteriorment les dimensions poden ser modificades posteriorment be per a adaptar les dimensions finals del kart o be per raons de problemes en el posterior anàlisis de tensions.

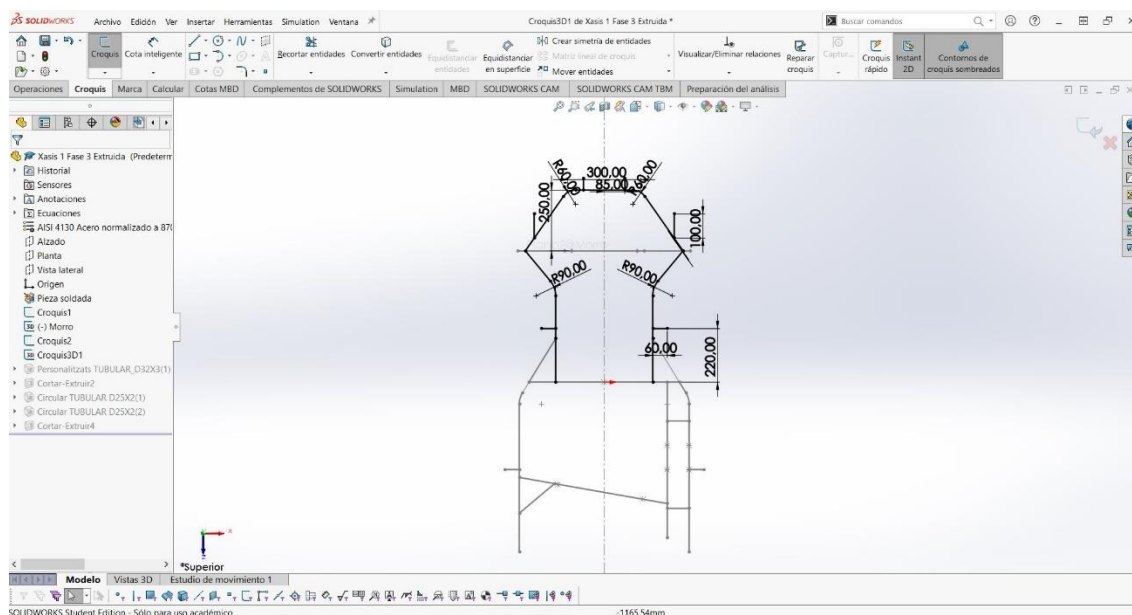
5.1.1.3 Croquis 3

El croquis 3 es l'únic que es realitzarà amb la ferramenta de Croquis 3D i es realitzarà amb el suport dels anteriors 2 croquis, per això cal recalcar la necessitat de agregar totes les relacions i acotar correctament per a no tindre problemes de incompatibilitat.



Il·lustració 27: Col·locació del croquis 3
Font: Pròpia

Cal tindre cura amb les relacions i cotes, intentant referenciar els elements del croquis 3D amb els plànols generals sempre que es pugua, aquesta tasca facilitarà les possibles modificacions en el model i evitarà problemes de incompatibilitat de entitats.



Il·lustració 28: Croquis 3
Font: Pròpia

En aquest croquis es dissenyaran també els apèndix als que aniran units els para colps davanter i lateral, tenint en compte la posterior extrusió dels perfils.

5.2 Mètode d'extrusió amb peça soldada

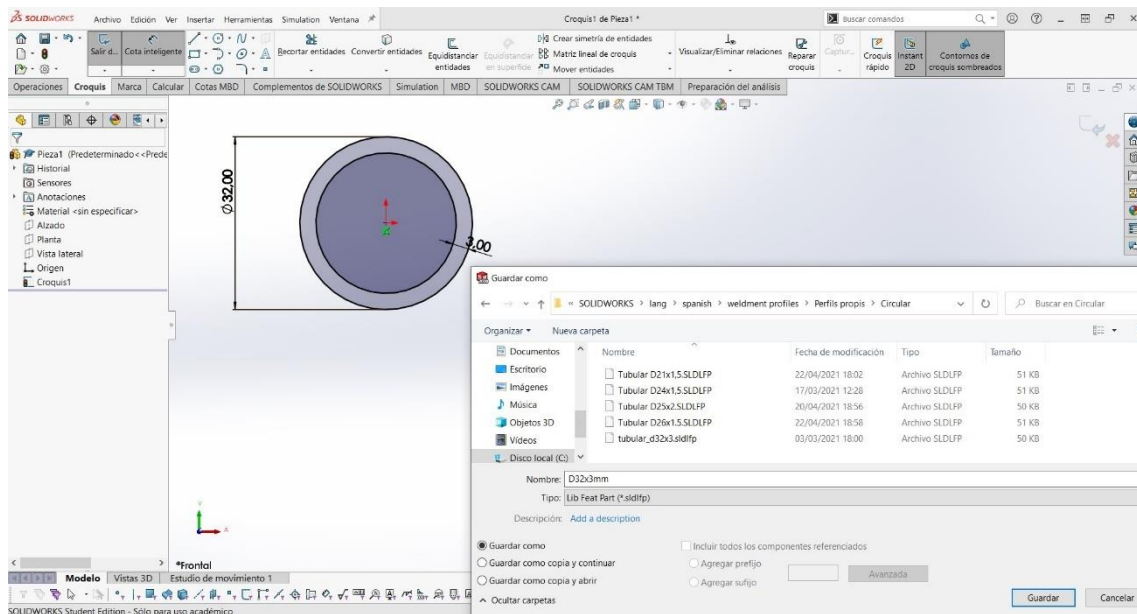
Aquest mètode esta especialment enfocat en l'anàlisi de estructures tipo biga, no obstant la seua fàcil aplicació sobre el croquis i la possibilitat de modificació del tipus de perfil aplicat en cada grup d'elements els fa especialment indicat per a les possibles modificacions posteriors.

Com s'ha comentat anteriorment amb aquest mètode es possible aplicar diferents tipus de perfils normalitzats inclosos en la biblioteca de perfils del propi programa SolidWorks, o be es pot crear un perfil personalitzat i incloure-ho en la biblioteca, aquesta serà l'opció escollida dona't que no es troba un catàleg lo suficientment adaptat a les necessitats.

5.2.1.1 Creació de perfils personalitzats

La creació d'un perfil personalitzat amb el diàmetre i espessor desitjat es una operació bàsica que es realitza com si es realitzés un croquis comú, es

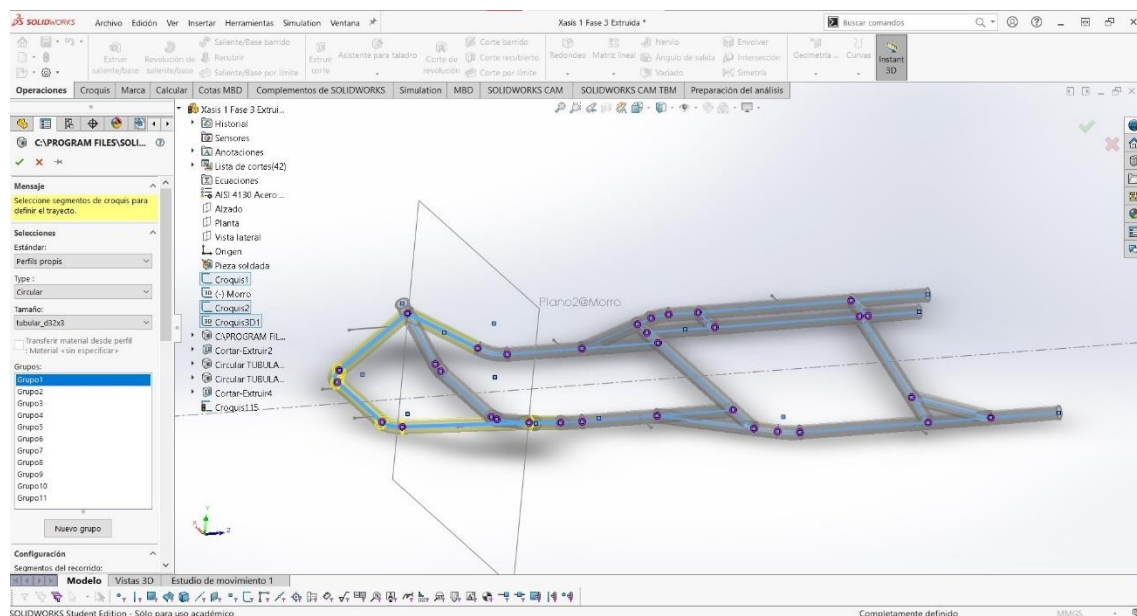
dibuixa el perfil, s'acota i es guarda en la ruta especificada per a que el programa la assimile com a biblioteca de perfils.



*Il·lustració 29: creació de perfil personalitzat
Font: Pròpia*

5.2.1.2 Extrusió de perfils en el model croquisat

El mètode consisteix en seleccionar el croquis línia per línia creant diferents grups d'elements en els quals s'aplicaran els perfils personalitzats creats.

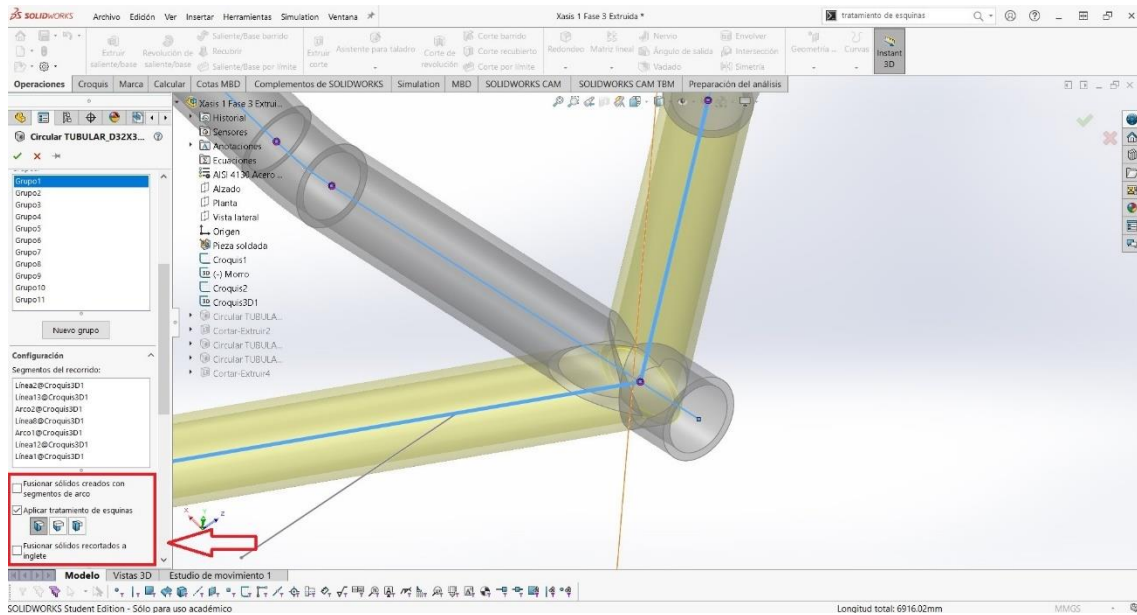


*Il·lustració 30: Grups de extrusió
Font: Pròpia*

Així doncs aquesta ferramenta recorre el croquis creat prèviament extruint el perfil seleccionat.

Es realitzaran tantes operacions de peça soldada com perfils diferents es tenen, així simplificant lo mes possible el model.

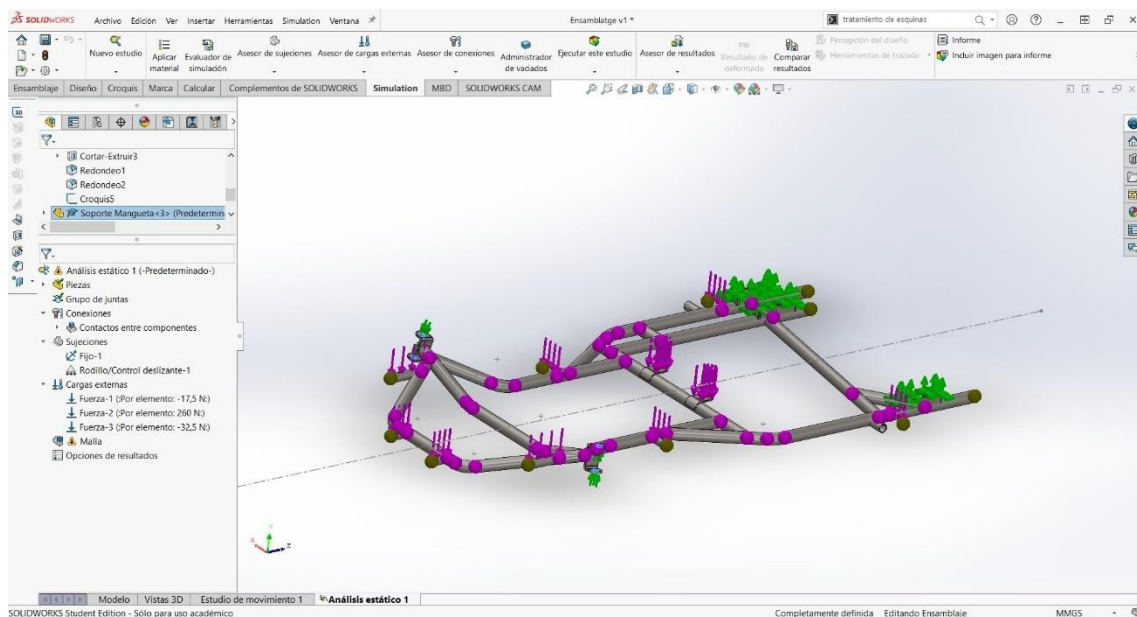
Amb aquesta ferramenta es té la capacitat de ajustar les unions entre els perfils, podent retallar els perfils i donant prioritats a uns elements sobre altres.



II-lustració 31: Tractament de cantons
Font: Pròpia

5.2.1.3 Anàlisi estàtic

Es proposa un anàlisi estàtic amb el model extruït amb el mètode de peça soldada aplicant unes càrregues bàsiques per a observar el comportament del model i possibles errors o inexactituds així poder donar per bo o descartar el mètode d'anàlisi.



II-lustració 32: Anàlisi estàtic del model peça soldada
Font: Pròpia

Quan realitzem el anàlisi estàtic es comprova que l'enfocament del anàlisi es des de el punt de vista de anàlisi tipo biga, i que amb aquest anàlisi podem descriure el comportament en quan a repartiment de pes, no obstant per al tipus de esforços es necessita un major detall en quan a tensions en punts claus com les unions amb les manguetes davanteres.

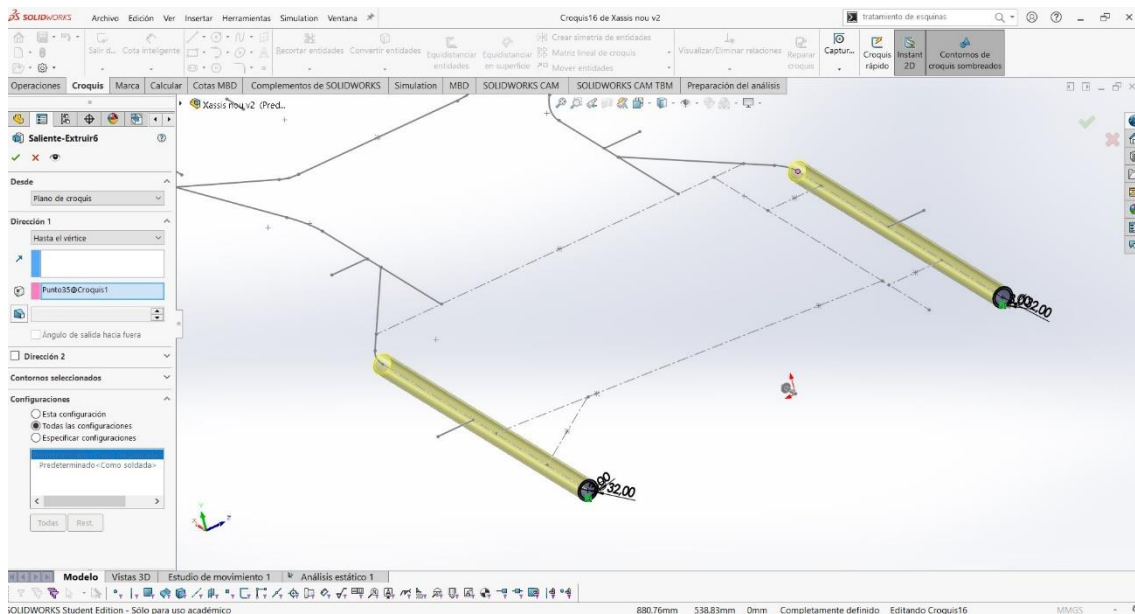
Per tant es descarta aquest model per a la realització de l'anàlisi de tensions del xassís, no obstant el model es vàlid per a la elaboració de plànols i realització de plànols de especejaments o major detall.

5.3 Mètode d'extrusió de sòlid

Aquest es el mètode al qual ha estat enfocat el programa utilitzat (SolidWorks), tot i ser un mètode pensat per al disseny de peces mecàniques de petita grandària, amb el pas dels anys i la millora dels ordinadors ha fet possible el disseny i anàlisi de peces amb mallats cada vegada mes grans i complicats.

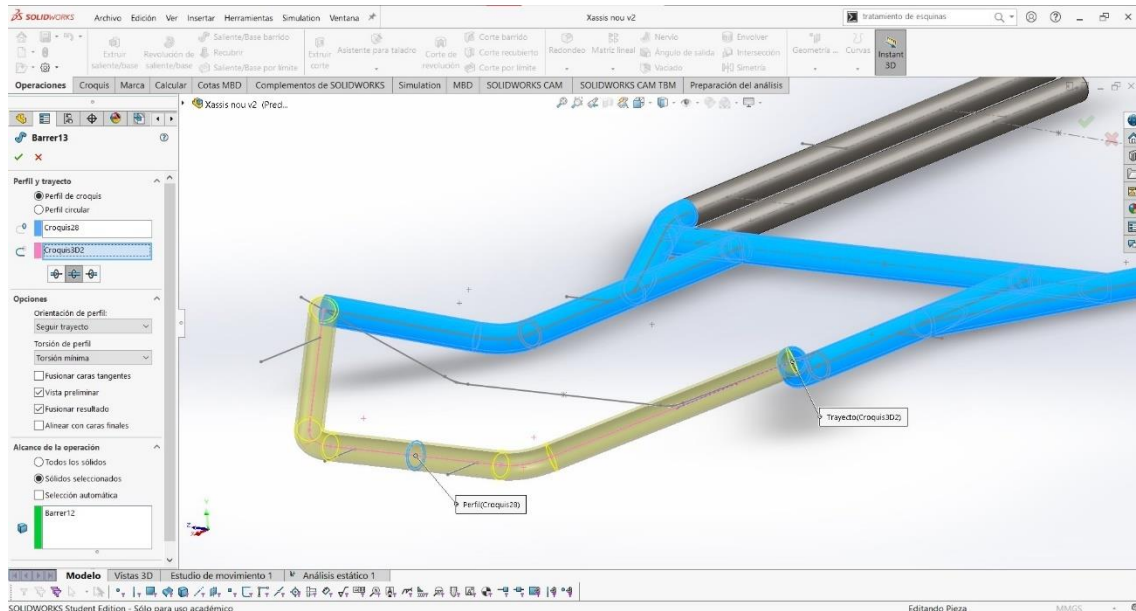
S'utilitzaran dos comandos per a realitzar la extrusió del xassís sempre seguint el model de filferro creat inicialment i explicat en el punt [5.1 Croquisat del model](#).

- Comando "Extruir saliente/base": s'intenta basar-se en aquest comandament sempre que pugem i sobretot per a barres del xassís amb forma recta.



Il·lustració 33: Extrusió de barra
Font: Pròpia

- Comando “Saliente Base/Barrido”: es tracta d’un comandament basic el qual recorre una trajectòria definida per una línia de referencia extruint un perfil prèviament dissenyat en un croquis. Amb aquesta operació es fa mes complicada la gestió dels acabats de les unions, no obstant assegurem la correcta unió sòlida entre tots els elements bars del xassís.

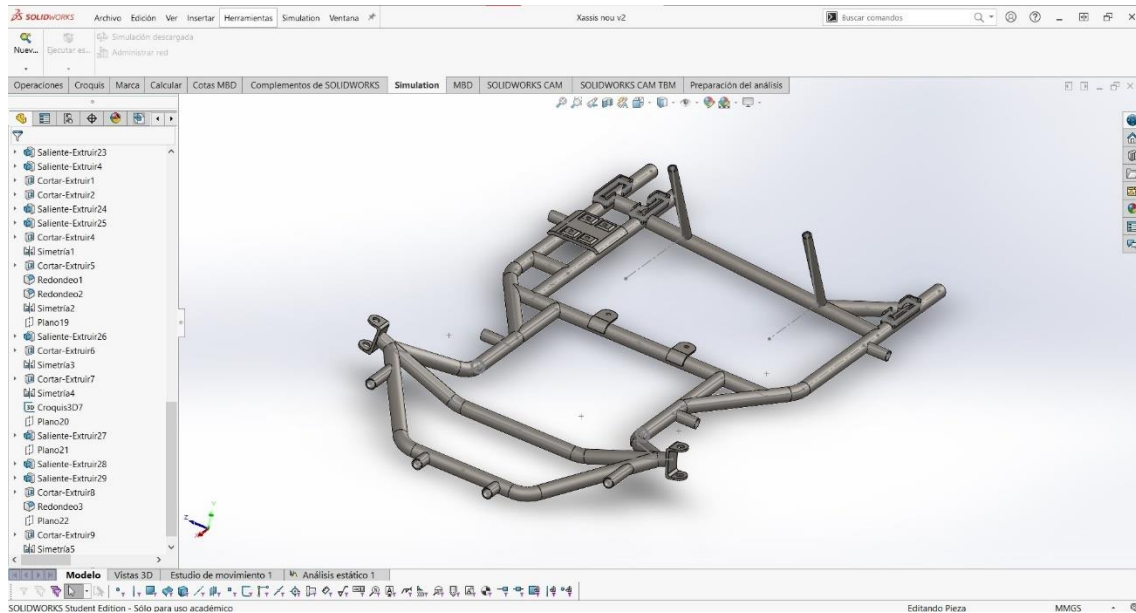


*Il·lustració 34: operació de "barrido"
Font: Pròpia*

6. Simulacions de esforços límit amb SolidWorks

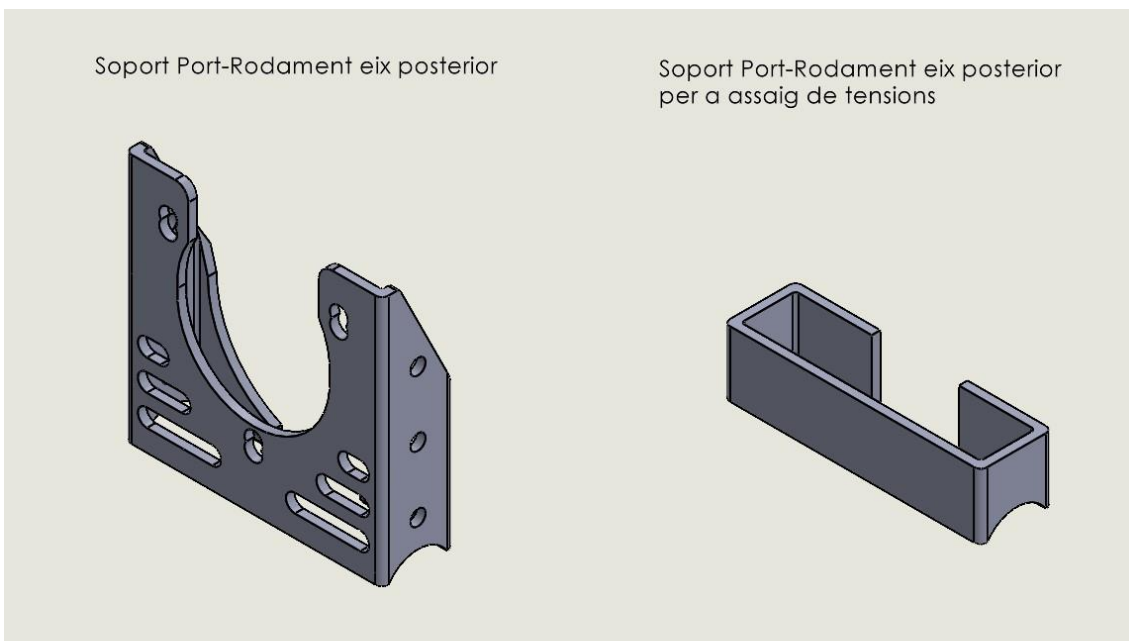
S'utilitza el mateix programa emprat per a dissenyar el xassís per a realitzar l'anàlisi estructural.

L'anàlisi es portarà a cap sobre un model de sòlid el qual el disseny esta explicat en el punt 5.3 Mètode d'extrusió de sòlid.



*Il·lustració 35: Model sòlid
Font: Pròpia*

Aquest model sols serà modificat lleugerament en els suports porta rodaments posteriors per a retallar-los i adaptar-los per a simplificar i evitar error de punts de concentració de tensió ficticis.



*Il·lustració 36: Comparativa de suports porta rodaments
Fonts: Pròpia*

Per a la realització de l'anàlisi, una vegada finalitzada la modelització, iniciarem el mòdul de simulació incorporat en el programa.

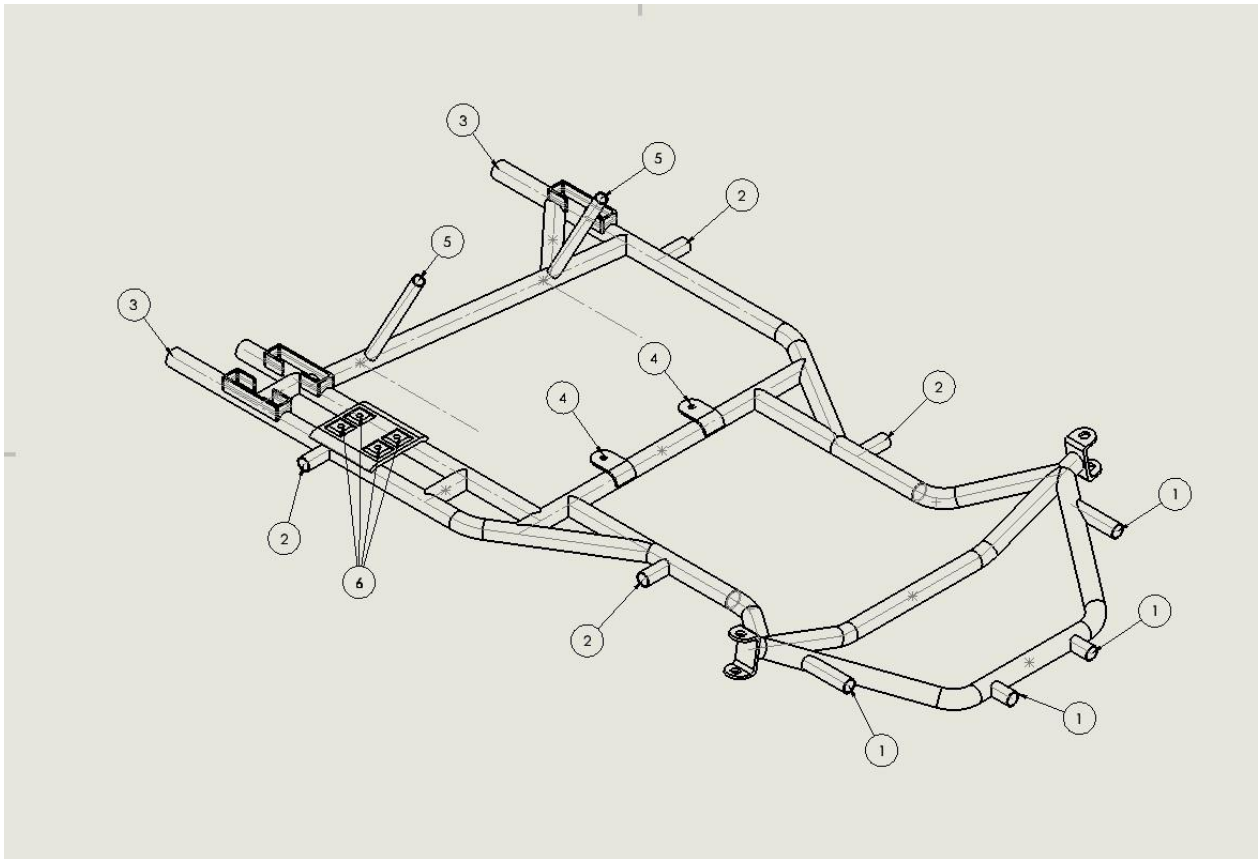
Per a la realització d'un anàlisi complet, tenint en compte que els esforços als que es vora sotmesa la estructura serà de naturalesa dinàmica, per això es realitzaran diversos anàlisis per a reflexar el comportament del xassís en diverses situacions:

- Anàlisi estàtic de càrregues
- Assaig de torsió
- Assaig de peralt

Per a la realització del estudi es seguirà el següent repartiment de forces:

Taula 1: Valors de càrregues aplicades en el xassís

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndixs para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4



Il·lustració 37: Col·locació de les forces sobre el model
Font: Pròpia

Sobre aquestes forces s'aplicaran diferents models d'estudis, no obstant aquestes càrregues son les que en tot moment estaran aplicades sobre el xassís.

6.1 Anàlisi estàtic de càrregues

S'aplicaran les càrregues estàtiques principals dels components descrits anteriorment:

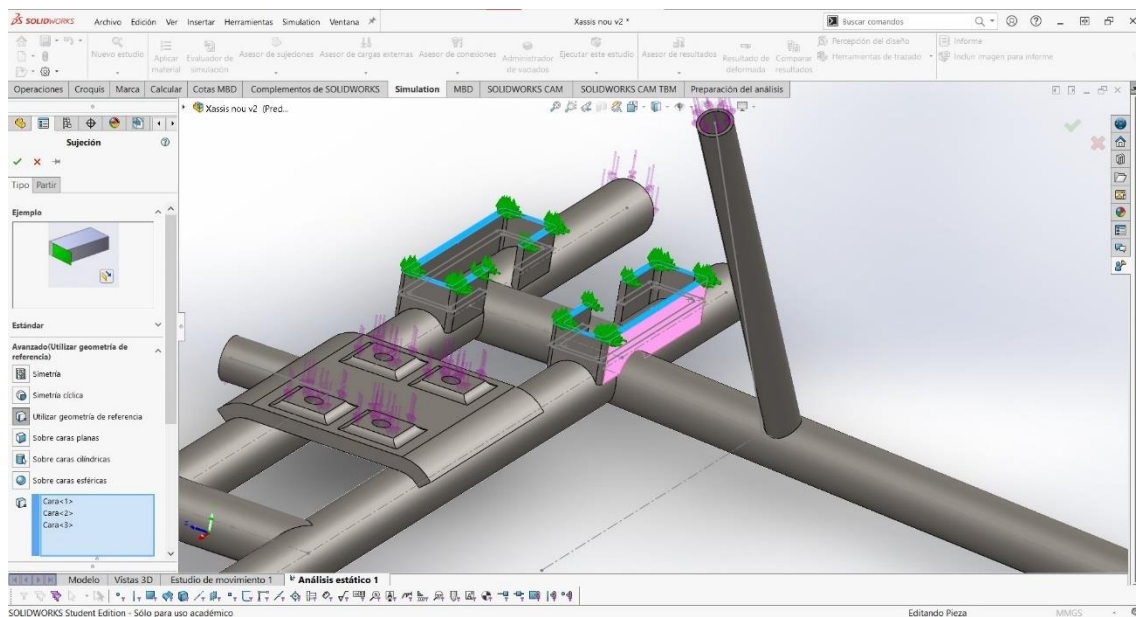
- Para colps i carenat davanter: 7 kg
- Para colps i carenats laterals: 6,5 kg (cada un)
- Para colps i carenat posterior: 6 kg
- Motor: 40kg
- Pes del pilot: 80kg

Definició de subjeccions

S'aplicaran els coneixements en estructures per a definir les restriccions adequades per a que l'anàlisi siga realista.

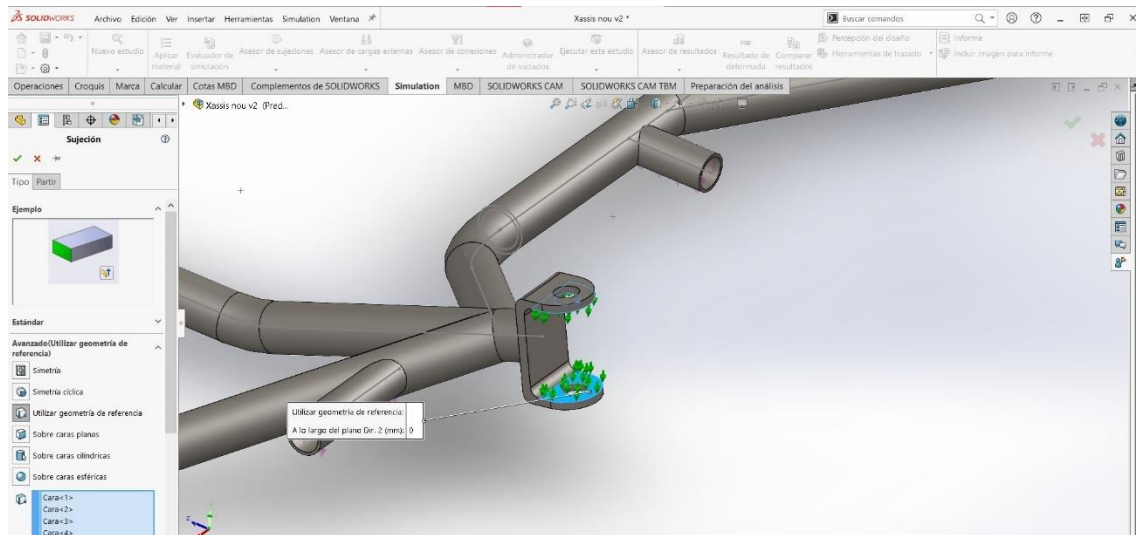
Cal tindre en compte les condicions de funcionament de la estructura a l'hora de analitzar-la. Així doncs es consideraran les següents condicions de subjeccions:

- Subjeccions eix posterior: restricció total (eixos X, Y i Z)



Il·lustració 38: Subjecció d'eix posterior
Font: Pròpia

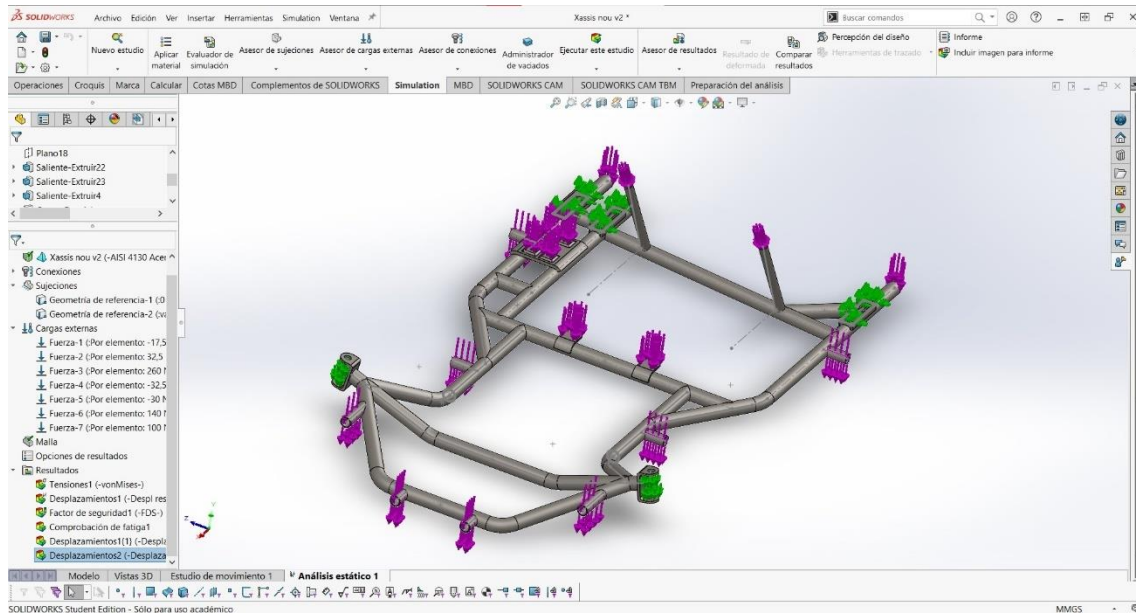
- Manguetes davanteres: restricció en desplaçaments en eix vertical (eix Y), permetent desplaçaments en horitzontal (eixos X e Z).



Il·lustració 39: Subjecció d'eix davanter
Font: Pròpia

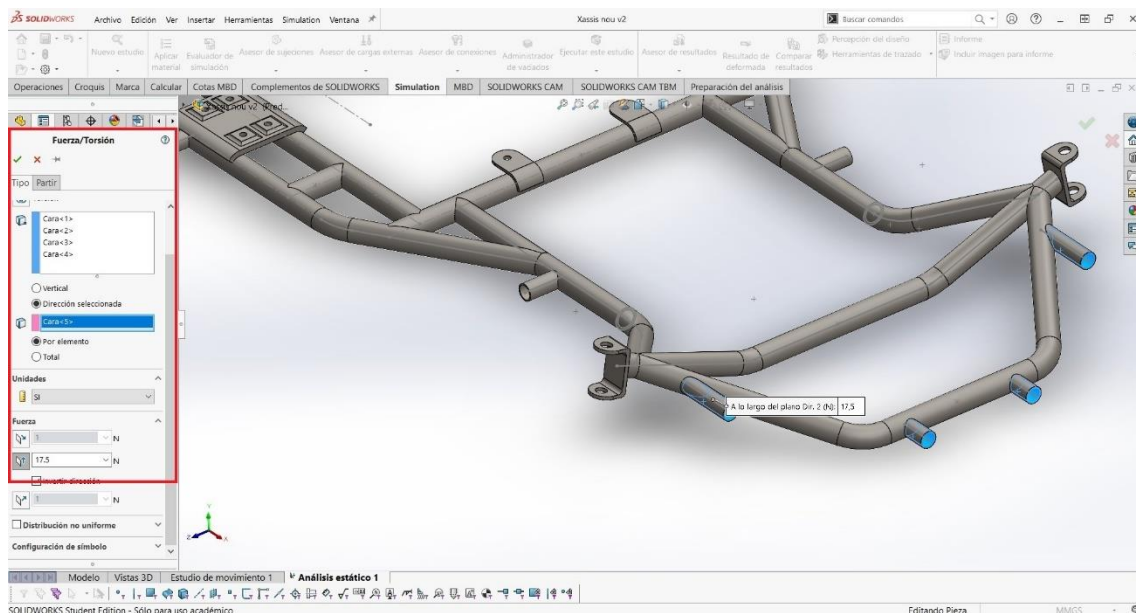
Definició de càrregues externes

En la distribució de càrregues externes es seguirà el criteri estudiat en l'apartat anterior i amb els valors de la taula 1.



II·lustració 40: Distribució de càrregues externes
Font: Pròpia

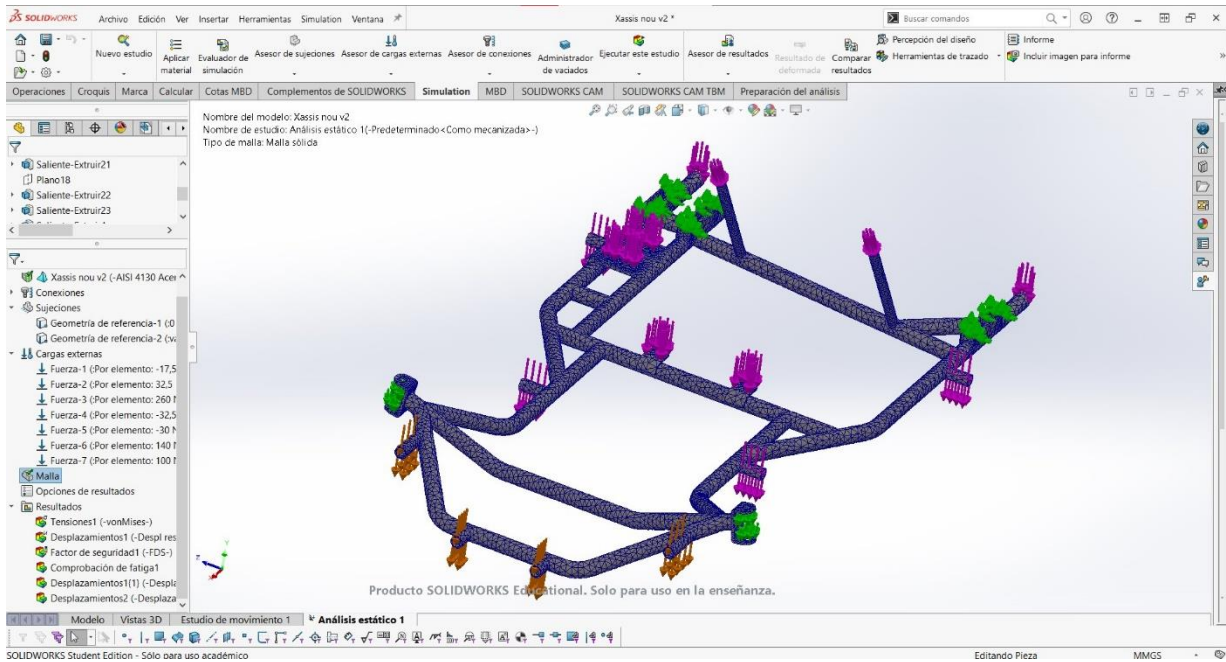
Les forces s'aplicaran sobre el perfil en la seua cara interior i sempre en sentit gravitatori configurat en les opcions del programa



II·lustració 41: Configuració d'aplicació de les forces
Font: Pròpia

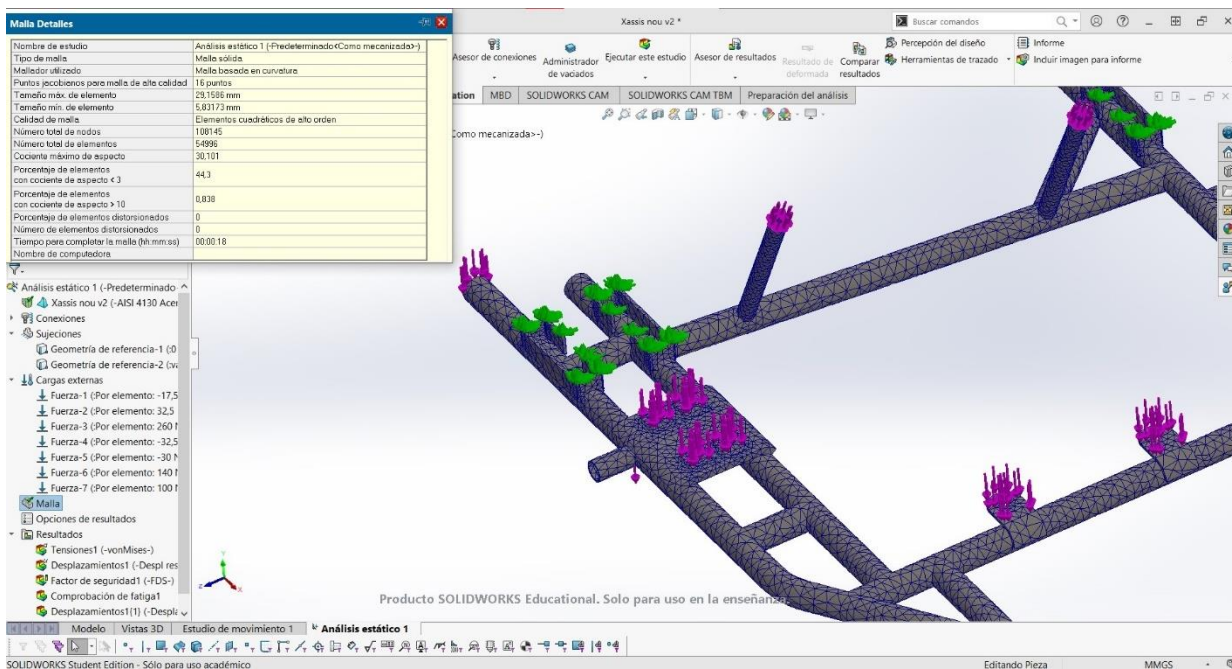
Procés de mallat

Una vegada aplicades les condicions de subjecció o restriccions i l'aplicació de les forces correctament, es procedeix a realitzar el mallat del model, amb el fi de plasmar correctament els punts crítics de concentració de tensions.



Il·lustració 42: Mallat del model
Font: Pròpia

Es necessari aplicar una qualitat de mallat adequada per a definir les tensions en els punts més crítics que en general seran els punts en que estan aplicades les càrregues i les subjeccions.



Il·lustració 43: Detall de la malla
Font: Pròpia

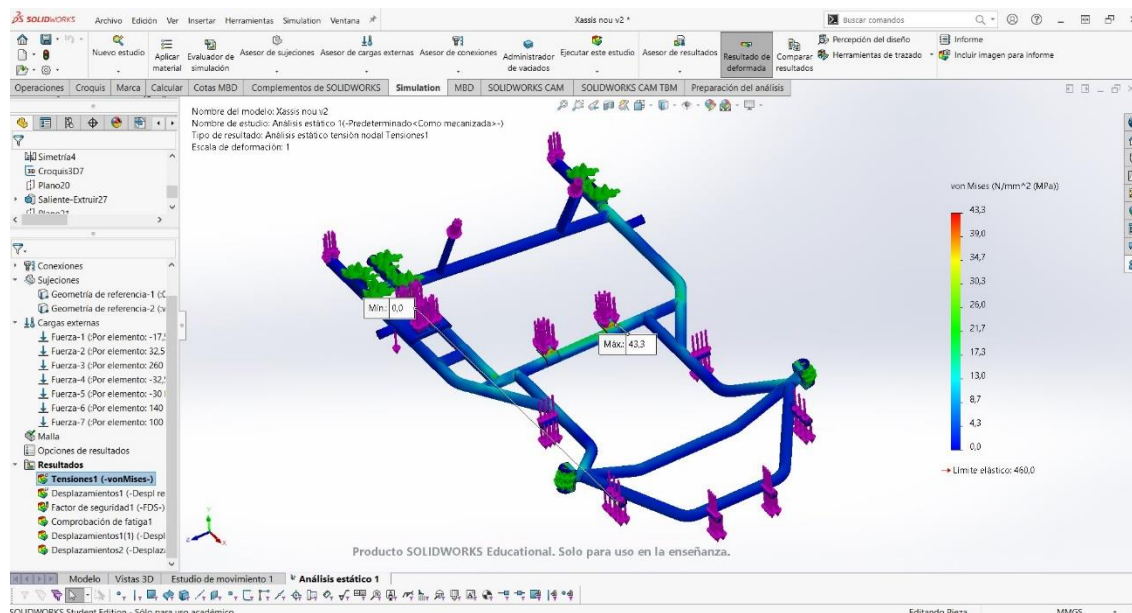
Característiques del mallat utilitzat:

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático 1 (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	29,1586 mm
Tamaño mín. de elemento	5,83173 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	108145
Número total de elementos	54996
Cociente máximo de aspecto	30,101
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	44,3
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,838
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:18
Nombre de computadora	

II-lustració 44: Característiques del mallat
Font: Pròpia

Resultats de estat tensional

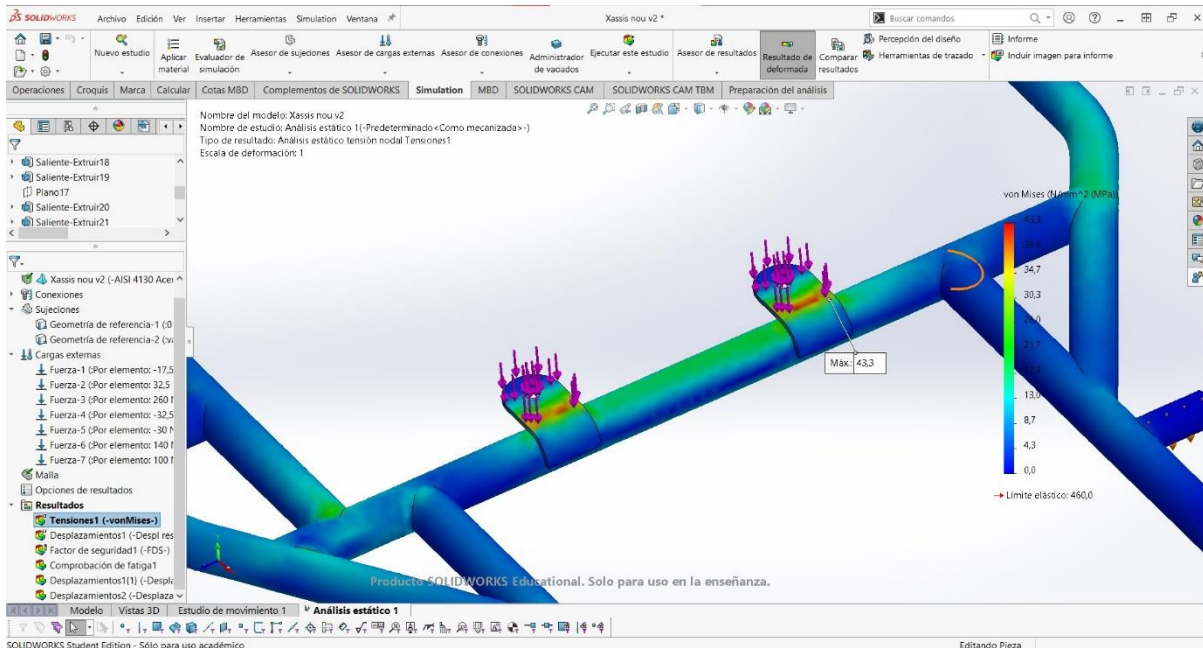
Es realitza el procés de càlcul del model obtenint diferents resultats que qualificaran l'aptitud del model, el primer es el resultat de estat tensional:



II-lustració 45: Resultats tensional Met. Von Misses
Font: Pròpia

Per a l'anàlisi s'utilitza el mètode de Von Mises i es comprova que les tensions màximes registrades en l'anàlisi son del ordre de 10 voltes menys de la tensió màxima del material.

Els resultats d'aquest apartat eren previsibles no obstant estan encarats en una de les parts crucials en la seguretat del kart, el suport del seient, on es registren les tensions màximes de tot el model. Es pot observar que compleix els requeriments mínims i supera la rigidesa demandada.



Il·lustració 46: Detall de la tensió màxima registrada
Font: Pròpia

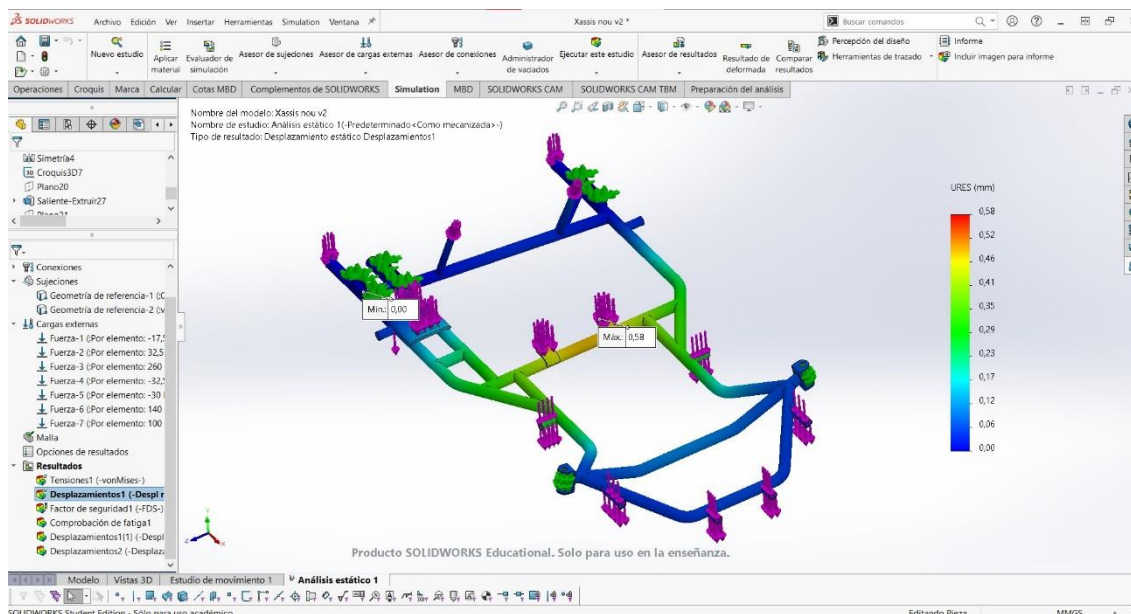
S'obtenen els següents resultats de l'anàlisi:

Taula 2: Valors tensionals

	Tensions [MPa]
Mínim	0
Màxim	43,3

Resultats de desplaçaments

L'estudi ofereix una altra ferramenta d'estudi de l'efecte de les càrregues sobre l'estructura del xassís, aquest estudi ofereix els desplaçaments als que es veuen sotmesos els elements de l'estructura.



II-Il·lustració 47: Resultats de desplaçaments Met. URES
Font: Pròpia

Estudiant els resultats, s'obtenen resultats molt favorables en quan a rigidesa, no podia ser d'altra manera donat les condicions d'aquest primer estudi, aquest apartat del estudi es tindrà que tindre mes en compte en els següents apartats.

A continuació es presenten els resultats de l'estudi:

Taula 3: Desplaçaments

	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	0,58

La síntesi dels resultats aplega al cap de l'aptitud del xassís en aquest estudi.

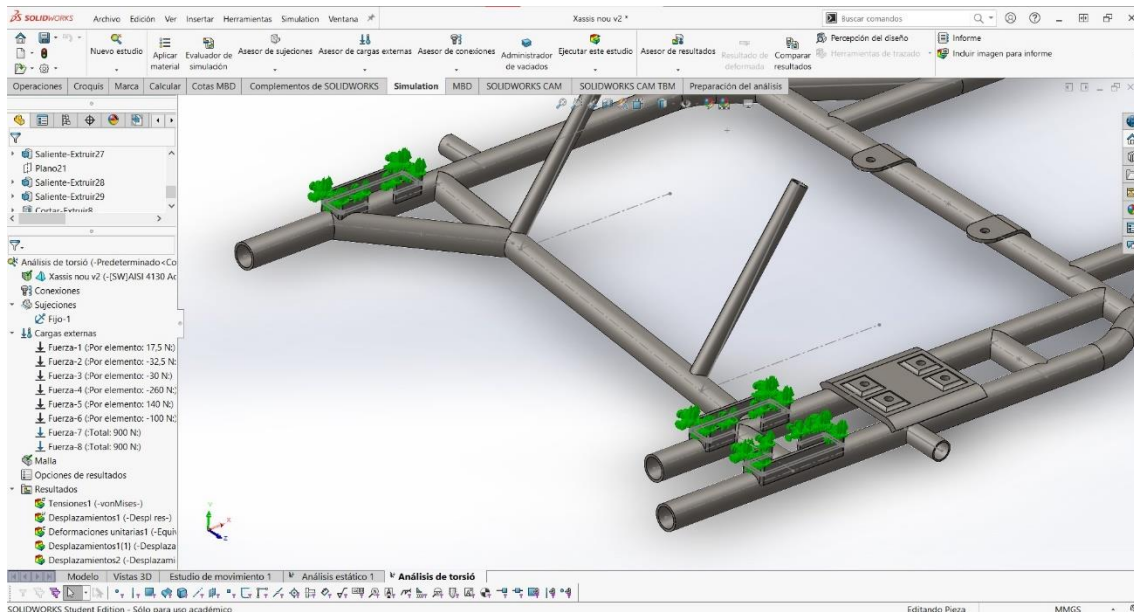
6.2 Anàlisi de torsió extrema

Es realitza un anàlisi extrem d'us del xassís el qual no te perquè donar-se en una utilització estàndard del kart.

Aquesta prova es realitza baix les circumstancies d'estudi d'elements finits i te com a objectiu provar principalment la resistència i rigidesa del tren davanter, on es considera que l'estructura te una menor rigidesa.

Definició de subjeccions

Les subjeccions o restriccions d'aquest model d'estudi es modificaran respecte de les de l'estudi anterior. En aquest cas es realitzarà una restricció total en les subjeccions posteriors.



*Il·lustració 48: Detall de subjecció en porta rodaments
Font: Pròpia*

Les subjeccions davanteres (manguetes) variaran la seua restricció i passaran a estar completament lliures.

Definició de càrregues externes

Per a l'estudi es fixen les condicions de càrregues aplicades en el primer estudi de càrregues estàtiques:

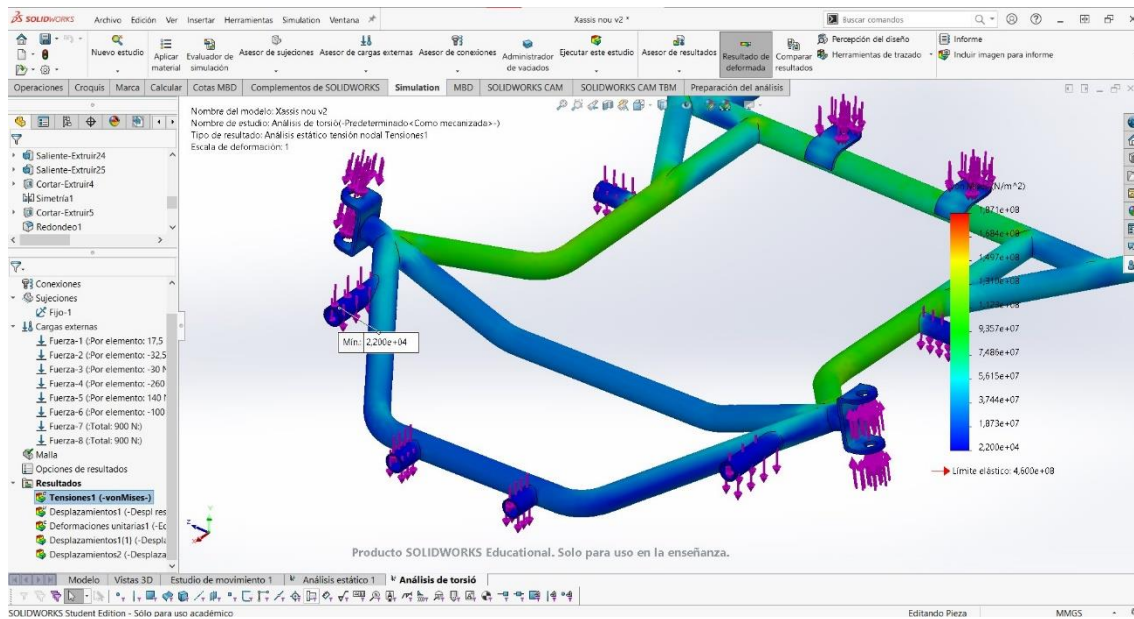
Taula 4: Valors de càrregues externes aplicades Anàlisi de torsió extrema

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndixs para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4

Per a aquest anàlisi es configurarà una força que provoqui una torsió en l'eix davanter, sent aplicades en les manguetes, de la següent manera:

Taula 5: Esforços aplicats a l'anàlisi de torsió extrema

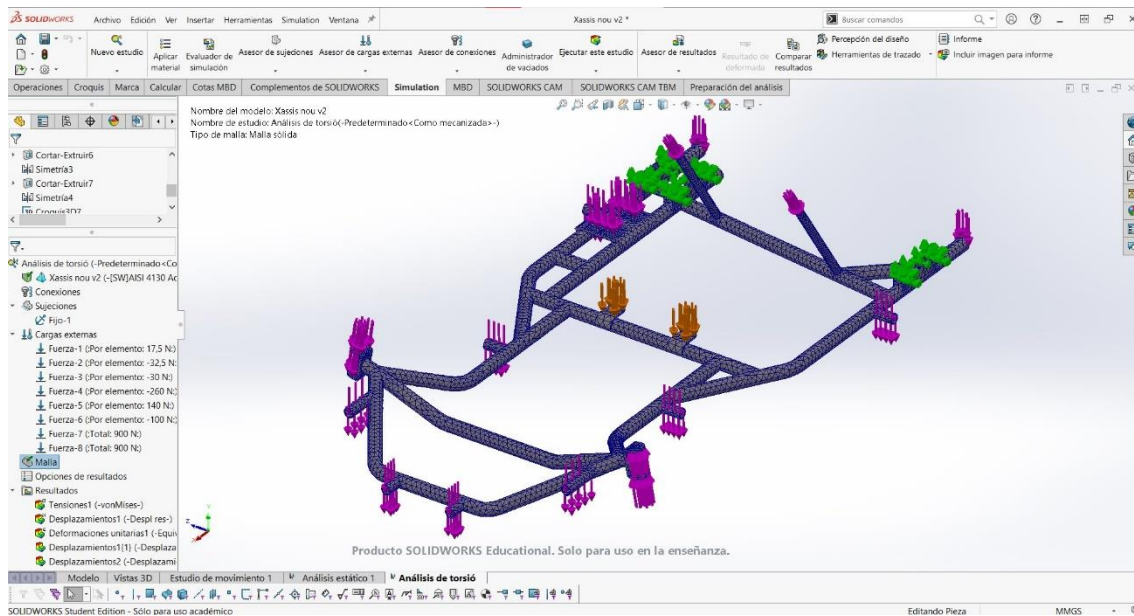
Localització	Força [N]	Sentit
Mangueta Esquerra	900	↑
Mangueta Dreta	(-)900	↓



II·lustració 49: Configuració de forces de torsió
Font: Pròpia

Procés de malla

Per al malla s'utilitzarà una malla de grau moderat-fi per a garantir la validesa dels resultats.



II·lustració 50: Malla de model d'assaig de torsió
Font: Pròpia

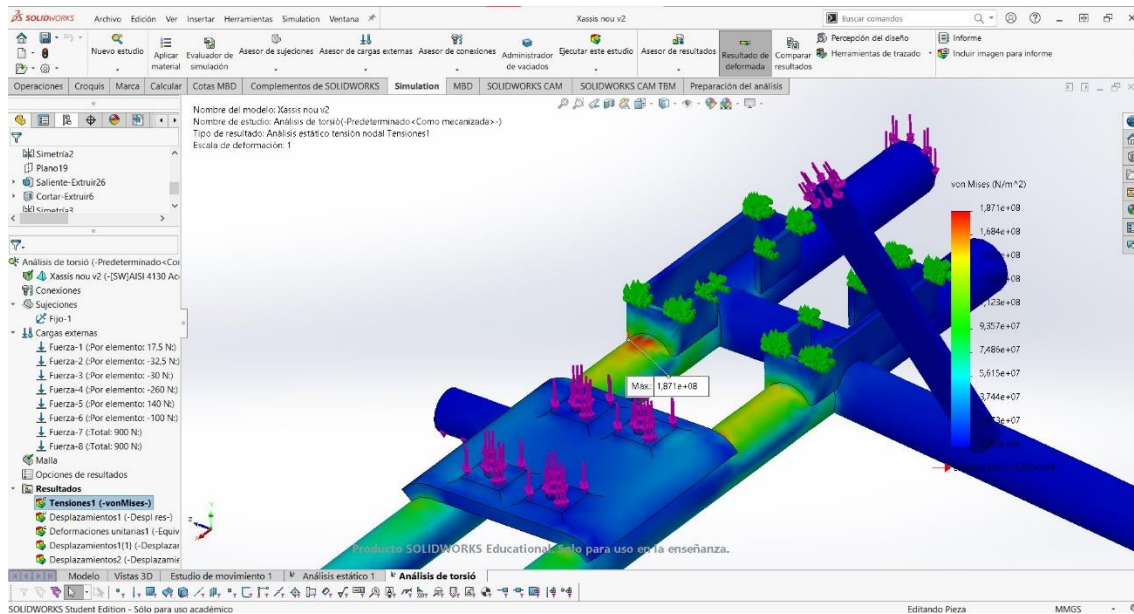
Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis de torsió (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	27,9492 mm
Tamaño mín. de elemento	5,58984 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	88880
Número total de elementos	44921
Cociente máximo de aspecto	38,148
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	37,5
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,234
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:47
Nombre de computadora	

Il·lustració 51: Dades de la malla de l'assaig de torsió
Font: Pròpia

Resultats d'anàlisi tensional

Amb les configuracions prèvies realitzades es procedeix a executar el càlcul del model.

Es realitza l'anàlisi de resultats analitzant els resultats amb el mètode de Von Mises.

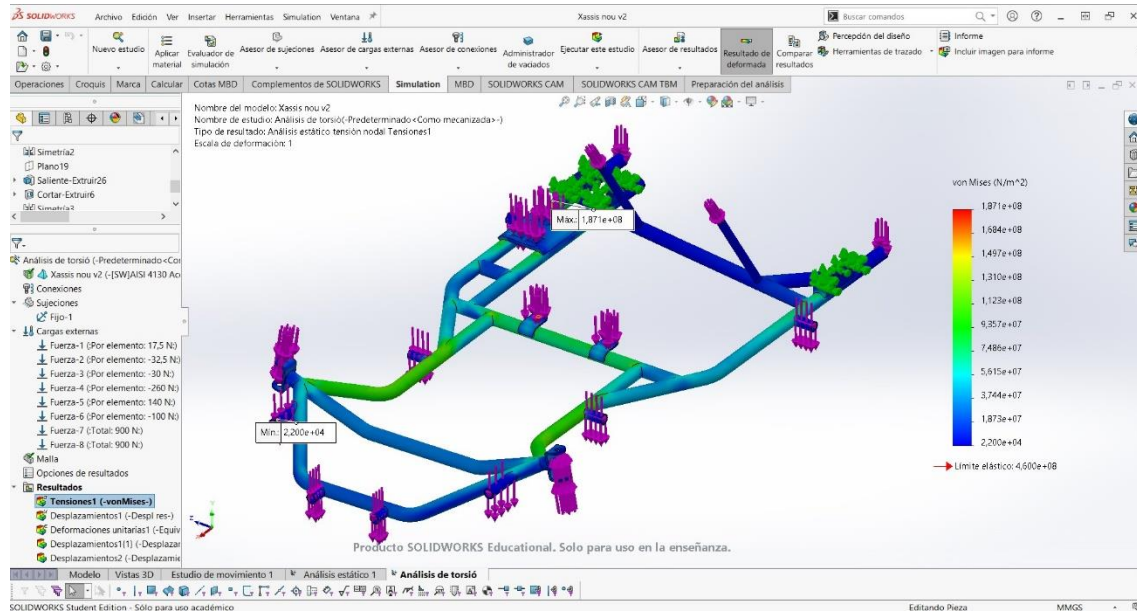


Il·lustració 52: Detall de l'anàlisi tensional a torsió
Font: Pròpia

S'observa un màxim tensional en el suport posterior, açò es degut al tipus de suports que s'han configurat en el model per a l'anàlisi.

Tenint en compte el valor del concentrador s'observa que en tot cas no supera el valor màxim del material.

Com a síntesi del resultat, es podria dir que aquest tipus de analitzi no es cenyeix completament als requeriments que tindrà el xassís, no obstant serveix per a marcar el màxim estres al que es pot sotmetre l'estructura.



Il·lustració 53: Resultat tensional a torsió
Font: Pròpia

S'observa un altre concentrador de tensió en el que en principi seria l'element més demandat, les barres que uneixen el tren davanter amb la plataforma posterior sobre la que va muntat el pilot, aquest concentrador en tot cas no supera el màxim del material (460 MPa).

Taula 6: Resultats tensionals d'anàlisi de torsió extrema

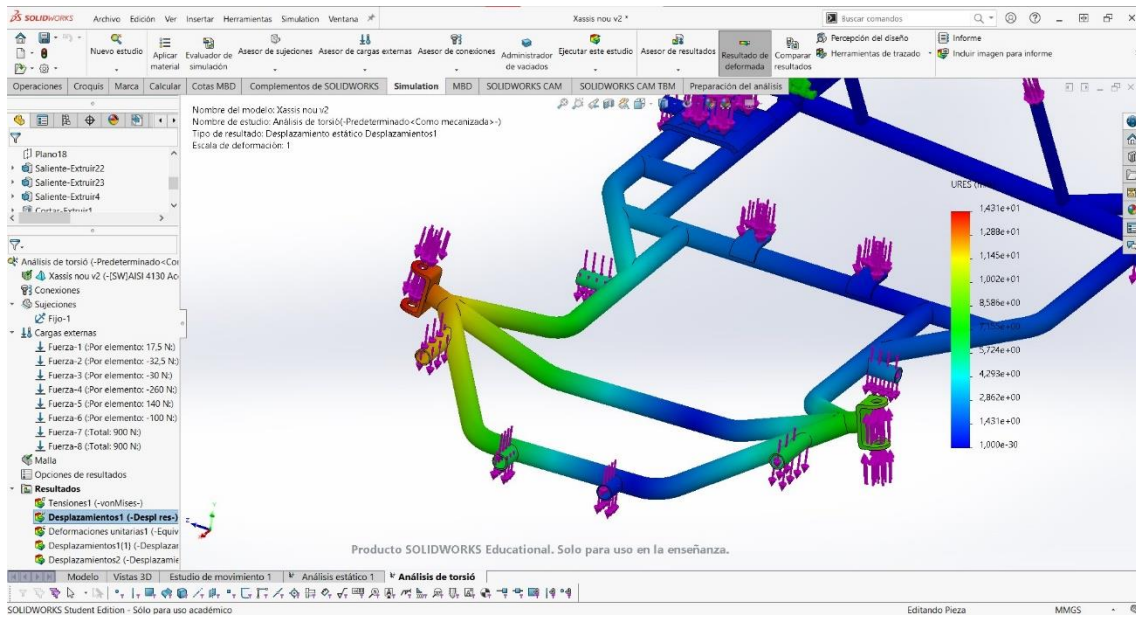
	Tensió [MPa]
Mínim	0,022
Màxim	187,1

Resultats d'anàlisi de desplaçaments

Com a anàlisi principal d'aquest apartat es pot observar uns gran desplaçaments en l'eix davanter, aplegant a valors de 14,3 mm en la manegueta dreta la qual es veu afectada en major mesura.

De l'anàlisi es pot extraure que tot i que el desplaçament màxim es done en l'extrem de la manegueta dreta, aquest factor es merament donat per la distribució de moments típica en un element biga de tipus voladís, en la qual el desplaçament màxim es dona en l'extrem lliure.

Així doncs s'obté en el següent diagrama:



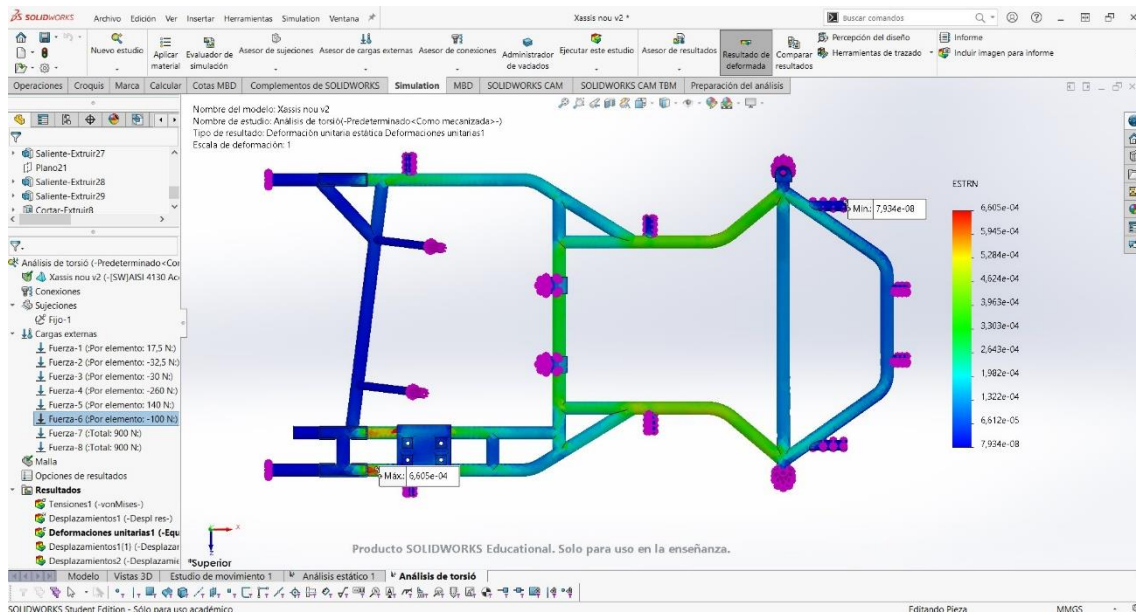
II-Il·lustració 54: Resultat desplaçaments a torsió
Font: Pròpia

Taula 7: Resultats de desplaçaments d'anàlisi de torsió extrema

	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	14,31

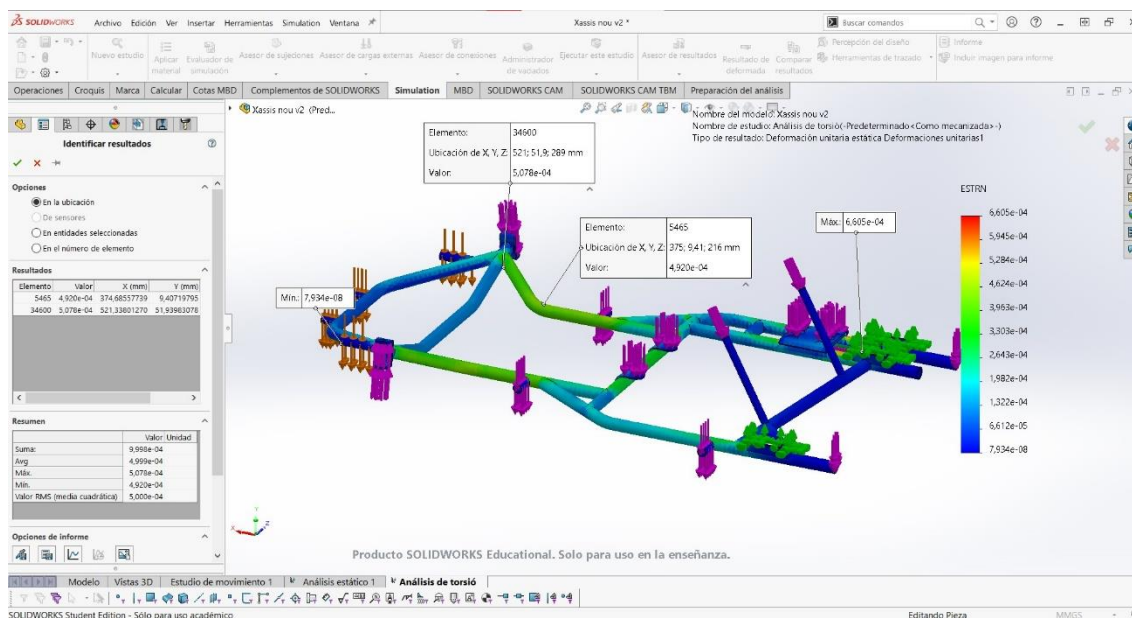
Resultats d'anàlisi de deformacions unitàries

En aquest apartat s'obté una localització dels esforços un poc més realista, no obstant caldrà considerar la particularitat de la subjecció posterior, que com en el cas de l'anàlisi de tensions es concentraran en prop d'ella.



II-Il·lustració 55: Resultats de deformació unitària a torsió
Font: Pròpia

Descartant el màxim de concentració de tensions que es dona en la unió més pròxima al suport posterior, s'observa una certa deformació en els tirants que uneixen el tren davanter amb la plataforma posterior, aquestes deformacions eren les esperades en el model i son perfectament admissibles per el material.



Il·lustració 56: Tensions màximes del model a torsió
Font: Pròpia

Amb la ferramenta d'identificar valors es localitzem les tensions màximes que considerem reals en el model, aquestes son les següents:

Taula 8: Resultats de desplaçaments unitaris anàlisi de torsió extrema

	Desplaçaments unitaris[-]
Mínim	7,934e-08
Màxim	6,605e-04
Màxim en tirant	4,92e-04
Màxim en unió amb maneguetta	5,078e-04

De l'anàlisi s'obtenen les tensions en cada punt, i s'observa que els valors son assumibles per el material.

6.3 Anàlisi de torsió per vorada

Aquest anàlisi es realitza per a simular una situació de conducció en la l'automòbil patisca un impacte contra una vorada o piano molt accentuat.

Aquest estres es de una naturalitat molt variable donat que depèn del tipus de vorada o piano i de la velocitat a la que l'automòbil l'abordi.

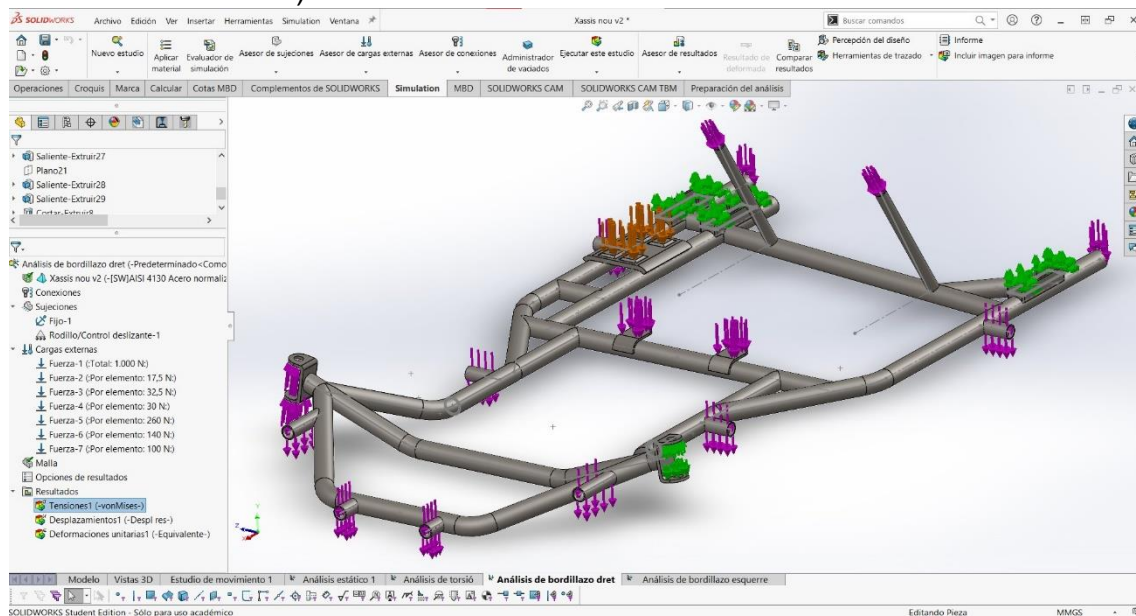
Per a fer un esquema de comportament de l'estructura en aquest cas i tindre uns valors de referencia es considerarà una càrrega de 100kg o 1000N sobre la manegueta afectada per la vorada.

6.3.1 Anàlisi de torsió per vorada dreta

Definició de subjeccions

Aquest model d'anàlisi modifica les subjeccions prèvies dels anàlisis anteriors.

- Manegueta dreta: totalment lliure
- Manegueta esquerra: restringida en l'eix del suport porta maneguetes.
- Porta rodaments dret (doble porta rodaments): totalment restringida (considerant encastament).
- Porta rodaments esquerra: totalment restringida (considerant encastament).



Il·lustració 57: Vista general de subjeccions d'anàlisi de torsió per vorada dreta
Font: Pròpia

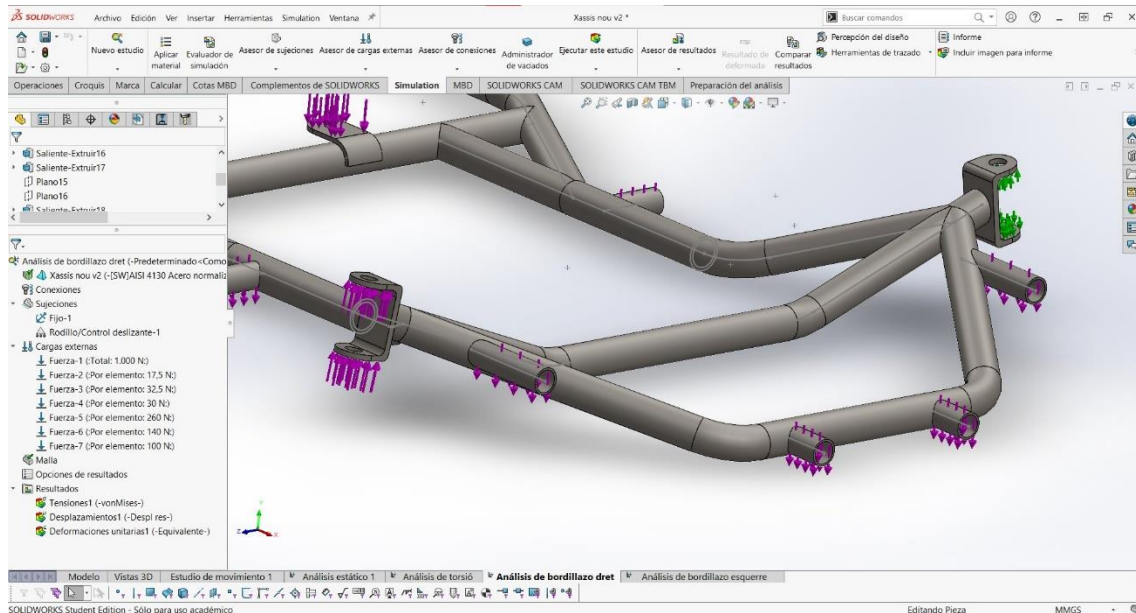
Definició de càrregues externes

En la definició de càrregues s'inclouran les càrregues dels para xocs i carenats inclosos en tots els estudis anteriors:

Taula 9: Valors de càrregues externes aplicades

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndixs para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4

Com a força provocadora de l'esforç es configura una **força de 1000N** en la manegueta dreta en la direcció en la que esta col·locada el porta maneguetes.



II-lustració 58: Detall de aplicació de forces en la manegueta dreta
Font: Pròpia

Procés de malla

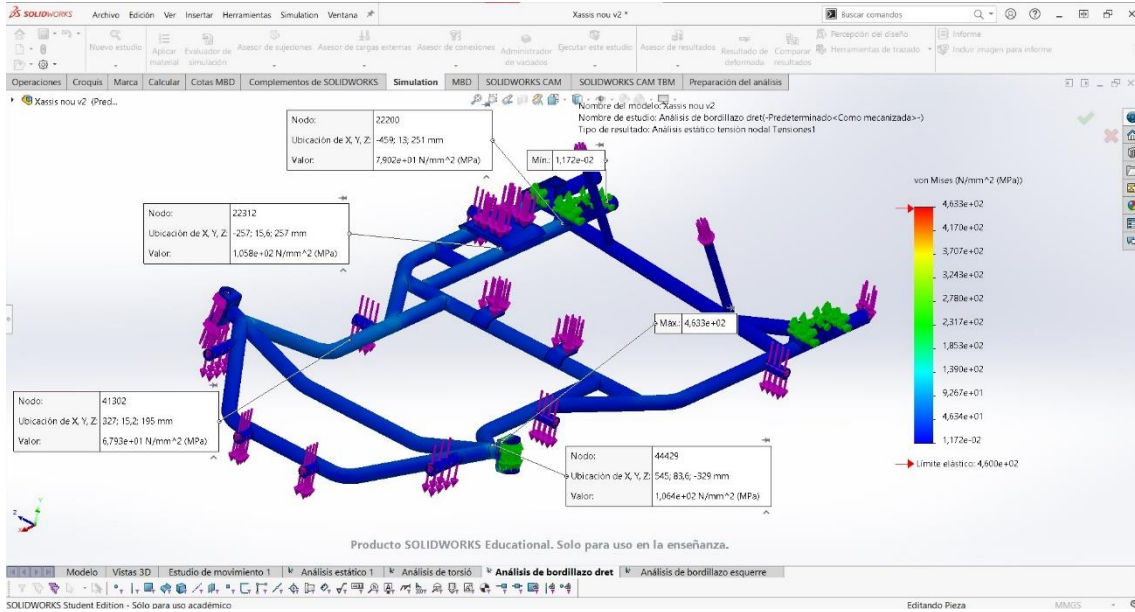
Per a l'aplicació del malla es seguiran els mateixos criteris que en els anàlisis anteriors.

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis de bordillazo dret (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	29,1385 mm
Tamaño mín. de elemento	5,82771 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	108208
Número total de elementos	55030
Cociente máximo de aspecto	30,101
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	44,3
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,83
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:16
Nombre de computadora	

II-lustració 59: Dades de la malla anàlisis de vorada dreta
Font: Pròpia

S'utilitzarà un granallat de gra fi, basada en curvatura.

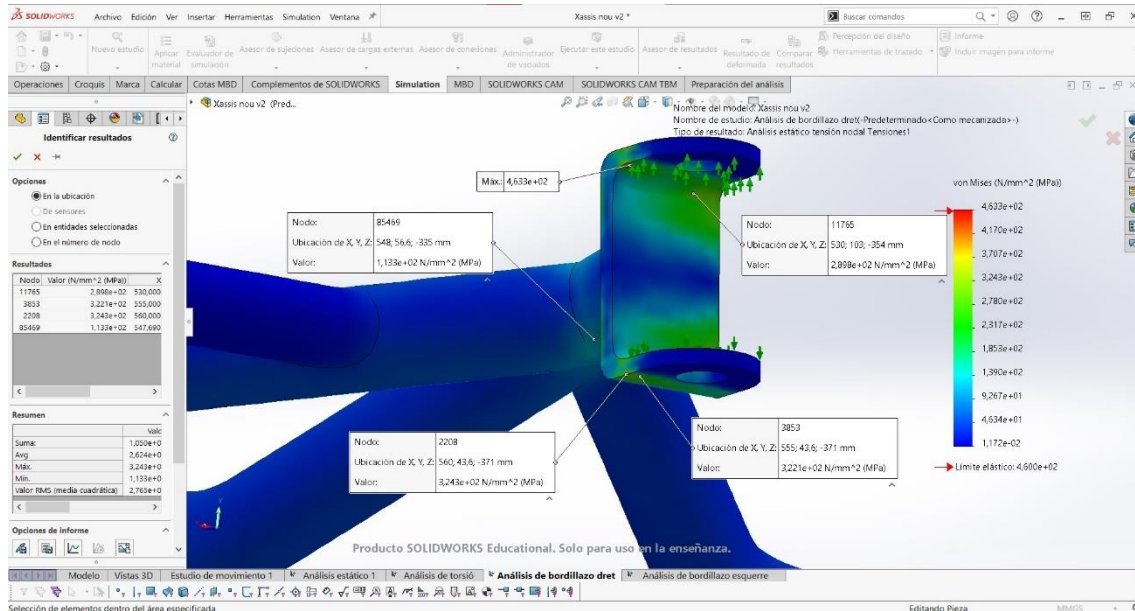
Resultats d'anàlisi tensional



Il·lustració 60: Resultats tensionals principals
Font: Pròpia

Per a l'anàlisi tensional s'utilitza el mètode de Von Mises, així s'obté una idea completa de les tensions en tots els elements del xassís.

S'observa que els resultats presenten concentracions de tensions en la manegueta esquerra, que es en la que es troba la restricció de moviments vertical, aquestes superen lleugerament el límit elàstic del material, no obstant cal explicar que aquesta concentració es dona en un punt molt concret del porta maneguetes, element que s'adquireix a un distribuïdor independent.



Il·lustració 61: Detall de estat tensional en manegueta esquerra
Font: Pròpia

Tot i que cal considerar aquest concentrador de tensions en la elecció cal tindre en compte que el disseny que s'ha realitzat per a aquest model es amb unes dimensions de arrodoniments aproximades, aquest problema es pot

solucionar ampliant el radi d'aquests o seleccionant un porta maneguetes mes robust.

Així doncs es comprova que no es presenten tensions que comprometen el model i que les zones tensionades es troben en les zones esperades.

Taula 10: Resultats tensionals Anàlisi de vorada dreta

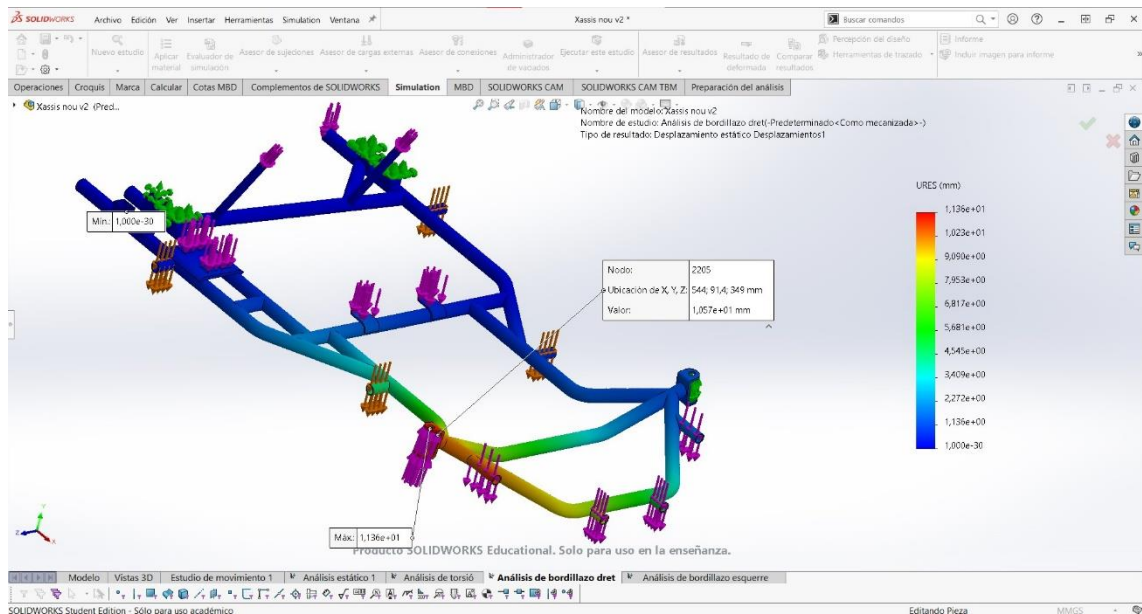
	Tensions [MPa]
Mínim	1,172e-02
Màxim	4,633e+02
Màxim en tirant	7,931e+01
Màxim en unió amb maneguetes	1,133e+02

Resultats d'anàlisi de desplaçaments

En l'apartat de l'anàlisi de desplaçaments s'observen resultats esperats, trobant-se el màxim desplaçament màxim en l'extrem del porta maneguetes dret.

Aquest fenomen es comprensible per la estructura de subjeccions, comparant amb l'anàlisi de torsió extrema analitzat anteriorment, es pot observar que el desplaçament es menor, tot i haver incrementat la força en 100N

S'exposen els resultats obtinguts:



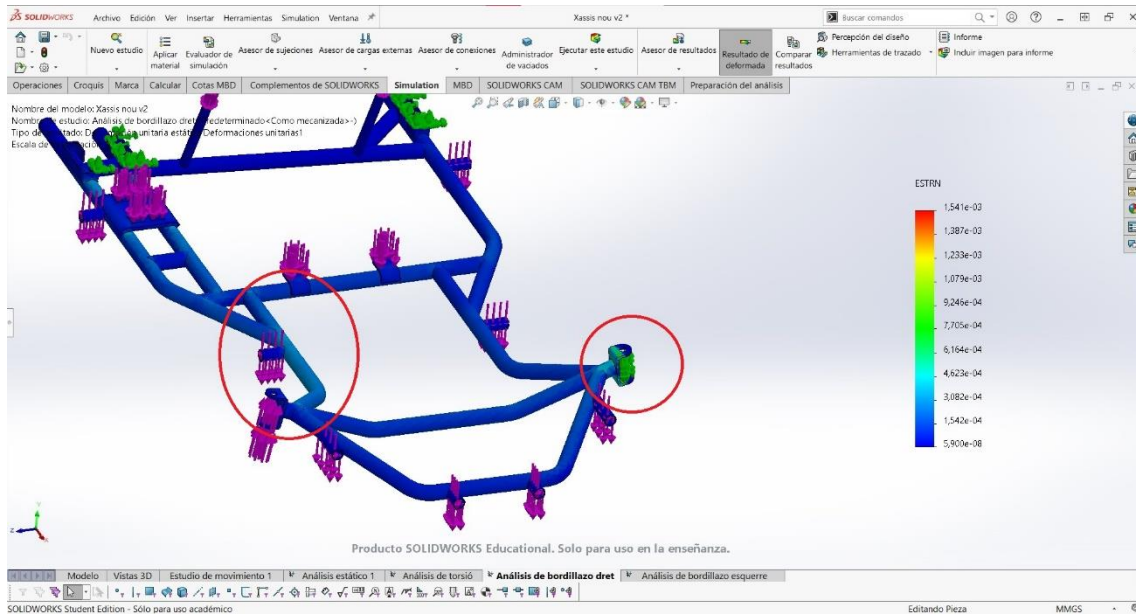
Il·lustració 62: Resultats de desplaçaments anàlisi de vorada dreta
Font: Pròpia

Taula 11: Resultats de desplaçaments per vorada dreta

	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	1,136e+01
Màxim en unió amb maneguetes	1,057e+01

Resultats d'anàlisi de deformacions unitàries

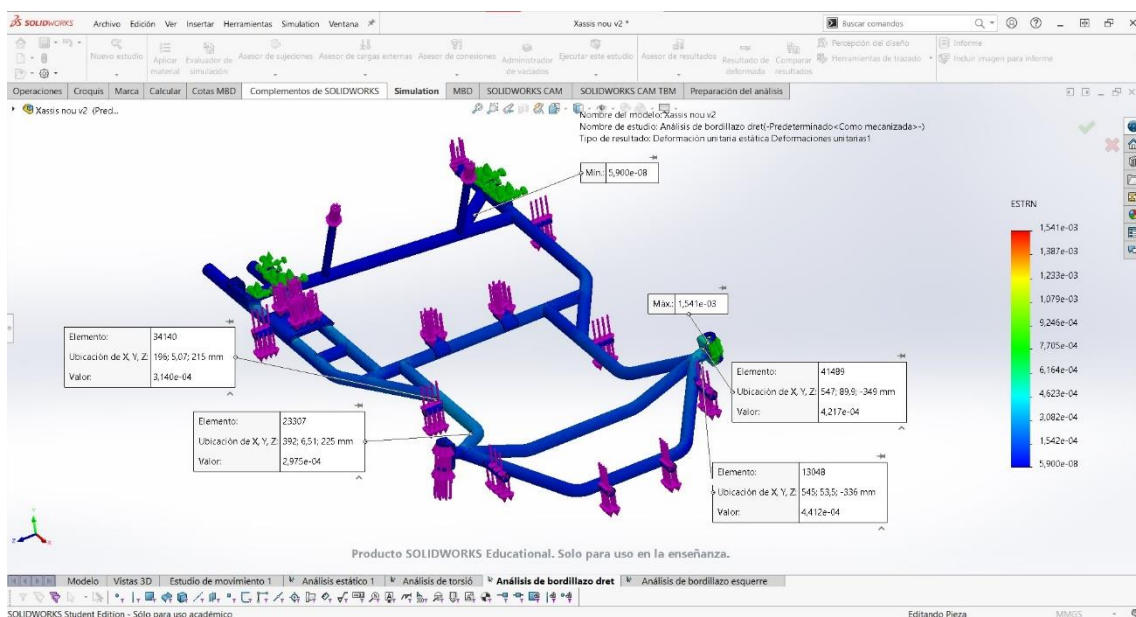
Com en els estudis previs, s'ha de observar amb cura principalment les zones més afectades per les deformacions unitàries, per a preveure les zones més afectades per, en aquest cas un impacte en una vorada a dretes.



Il·lustració 63: Deformacions unitàries vorada dreta
Font: Pròpia

Analitzant les zones més afectades, com era previsible, es en el suport de la maneguetta esquerra, que es on esta restringit el moviment. L'altre punt afectat es el tirant que uneix el tren davant amb la plataforma posterior.

Analitzant els valors màxims i mínims de l'anàlisi es pot extraure els següents punts tensionals principals:



Il·lustració 64: Valors de deformacions unitàries en punts claus
Font: Pròpia

Taula 12: Resultats de deformacions unitàries per vorada dreta

	Deformacions unitàries [-]
Mínim	5,9e-08
Màxim	1,541e-03
Màxim en extrem de barra travessera (esquerra)	4,217e-04
Màxim en unió entre barres de tren davanter (esquerra)	4,412e-04
Màxim en corba tirant dret	2,975e-04
Màxim en node de tirant dret	3,14e-04

S'aprecia que les deformacions unitàries coincideixen amb els resultats esperats i en general son perfectament admissibles per el material.

6.3.2 Anàlisi de torsió per vorada esquerra

El model de estructura del xassís asimètric, tant geomètricament en el seu eix longitudinal com en la simetria de les subjecció o restriccions fa necessari un anàlisi mes complet de l'estructura. Per això es realitza un anàlisi de torsió provocat per una vorada sobre la manegueta esquerra.

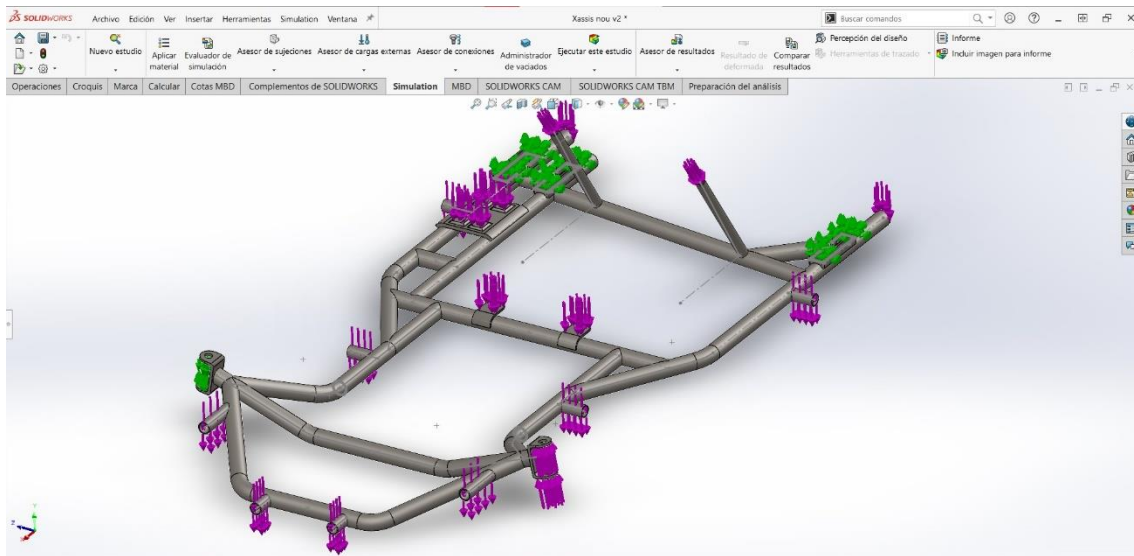
Definició de subjeccions

Com en l'anàlisi anterior de torsió per vorada en la manegueta dreta, les restriccions que configurares sobre el que considerem subjeccions varien sobre les de la resta de models d'anàlisi.

Les restriccions seran les següents:

- Manegueta dreta: restringida en l'eix del suport porta maneguetes.
- Manegueta esquerra: totalment lliure
- Subjecció dreta (doble porta rodaments): totalment restringida (considerant encastament).

- Subjecció esquerra: totalment restringida (considerant encastament).



*Il·lustració 65: Vista general de subjeccions d'anàlisi de torsió per vorada esquerra
Font: Pròpia*

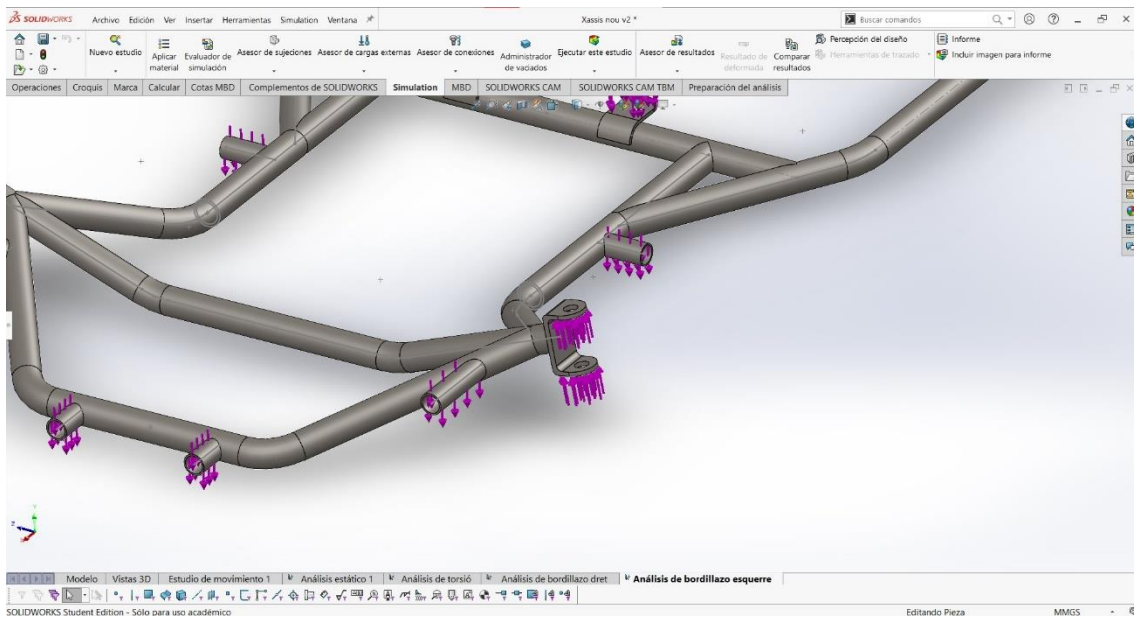
Definició de càrregues externes

Com en l'anàlisi anterior, s'atribuiran les mateixes forces que provoquen els para xocs i carenats sobre el xassís, que son les següents:

Taula 13: Valors de Càrregues externes aplicades per vorada esquerra

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndixs para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4

Com a força provocadora de la torsió es configura amb un valor de 1000N en la manegueta esquerra en la direcció en la que esta col·locada el porta maneguetes.



II-lustració 66: Detall de col·locació de la força en la manegueta esquerra
Font: Pròpia

Proces de mallat

En el procés de mallat s'ha seguit el mateix criteri que en els anàlisis anteriors, garantir un resultat el mes exacte possible aprofitant e poder de càlcul de les ferramentes.

Així doncs es passa a mostrar els detalls de la malla emprada:

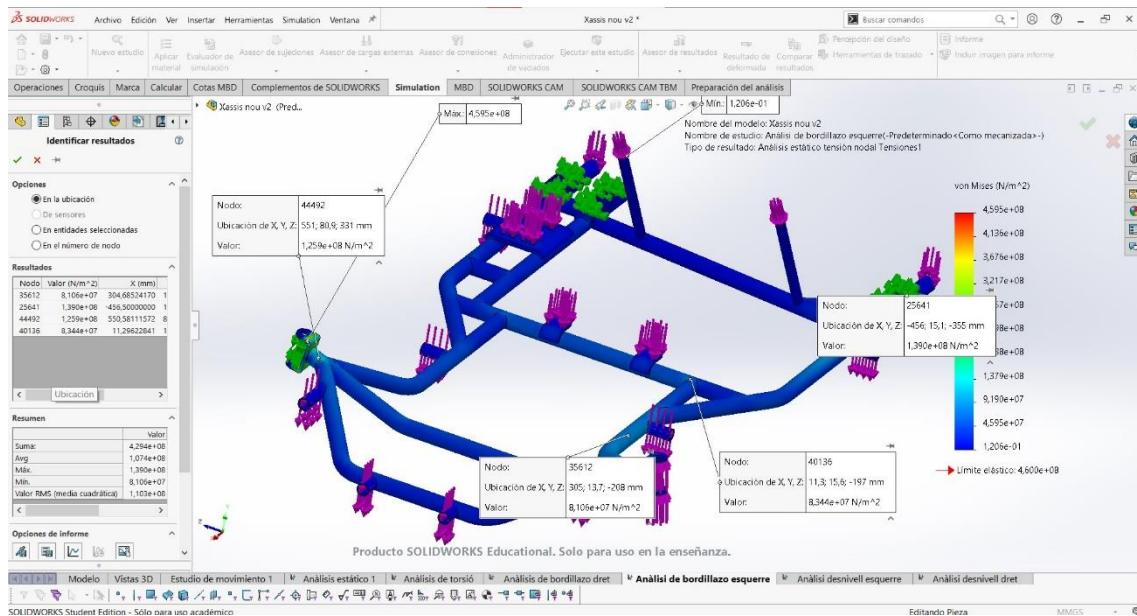
Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis de bordillazo esquerre (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	29,1385 mm
Tamaño mín. de elemento	5,82771 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	108208
Número total de elementos	55030
Cociente máximo de aspecto	30,101
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	44,3
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,83
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:16
Nombre de computadora	

II-lustració 67: Detalls de malla de l'anàlisi de torsió per vorada esquerra
Font: Pròpia

Es destacable que s'ha utilitzat, com en l'anàlisi anterior, un mallat basat en la curvatura. Aquesta opció genera una malla de gra mes fi en les zones amb major curvatura automàticament.

Resultats d'anàlisi tensional

Per a l'anàlisi tensional s'utilitza el mètode de Von Misses, aquest mètode obté una idea completa de les tensions en tots els elements del xassís.



II-Il·lustració 68: Resultats d'anàlisi tensional

S'observa que els resultats presenten concentracions de tensions en la manegueta dreta, que es en la que es troba la restricció de moviments vertical, aquestes no obstant no superen el límit elàstic del material, no obstant cal explicar que aquesta concentració es dona en un punt molt concret de la manegueta que pot estar causada per una geometria incorrecta.

Taula 14: Resultats tensionals de anàlisi per vorada esquerra

	Tensions [MPa]
Mínim	1,206e-01
Màxim	4,595e+08
Tirant esquerre	8,106e+07
Braç dret	1,259e+08
Unió de trens davanter i posterior	8,344e+07
Unió de suport posterior-esquerre	1,390e+08

S'observa que ningun dels valors supera el límit elàstic del material, tenint en compte que el màxim es tracta d'un concentrador de tensió en la manegueta.

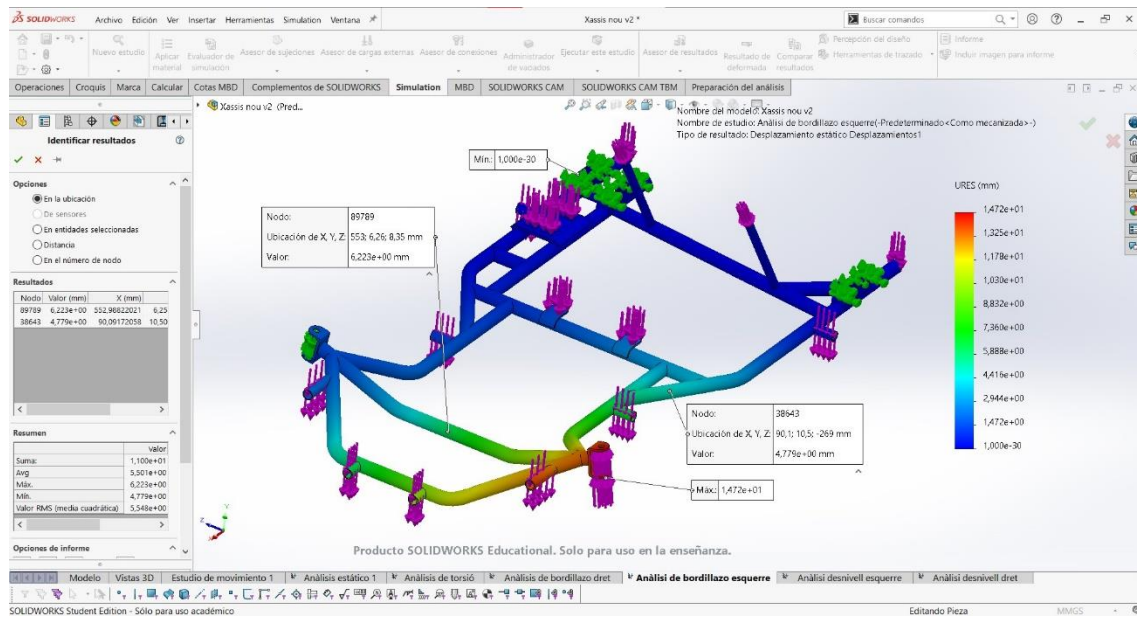
Anàlisi de desplaçaments

Es pot observar uns gran desplaçaments en l'eix davanter, aplegant a valors de 14,72 mm en la manegueta esquerra la qual es veu mes afectada.

De l'anàlisi es pot extraure que tot i que el desplaçament màxim es done en l'extrem de la manegueta esquerra, distribució de moments típica en un element

biga de tipus voladís, en la qual el desplaçament màxim es dona en l'extrem lliure.

Així doncs s'obté en el següent diagrama:



Il·lustració 69: Resultats d'anàlisi de desplaçaments

Taula 15: Resultats de desplaçaments per vorada esquerra

	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	1,472e+01
Unió en triangle esquerra	4,779e+00

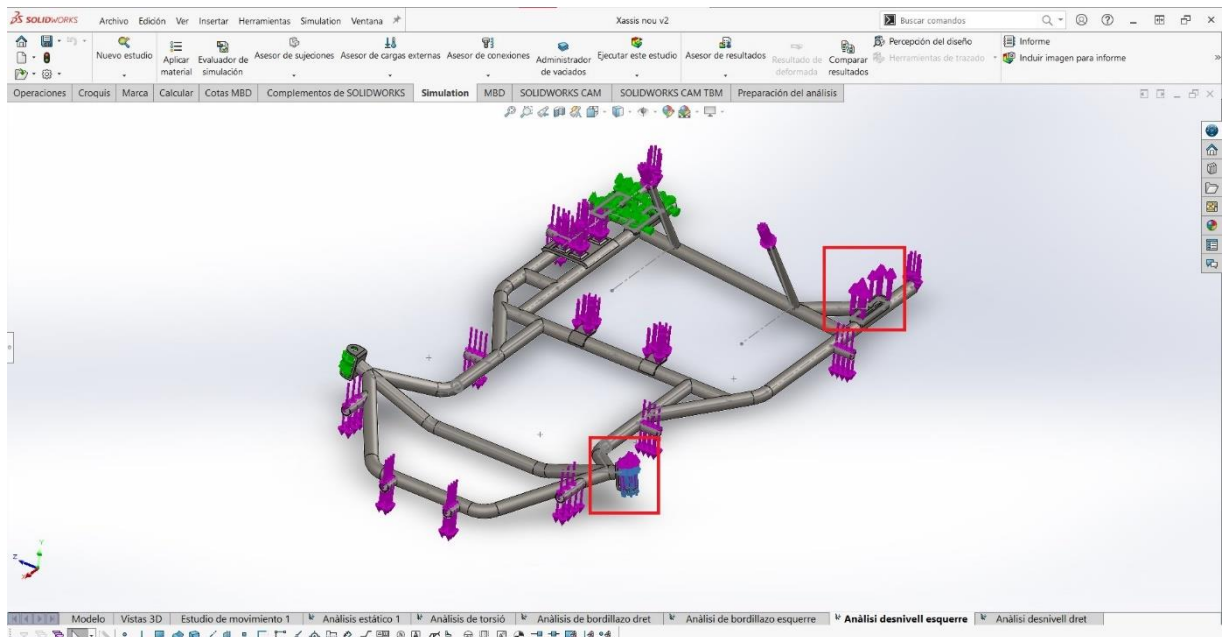
6.4 Anàlisi de desnivell lateral

Aquet test te com a objectiu comprovar els concentradors de tensions, els desplaçaments i demés factors que influeixen en la resistència i comportament del xassís en una situació magnificada en la que dos de les quatre rodes del kart circulen per un peralt lateral.

Per a portar a cap l'anàlisi complet es realitzarà aplicant les càrregues als dos costats del kart, coneixent així l'estat tensional en les dos situacions que comprenen aquest anàlisi.

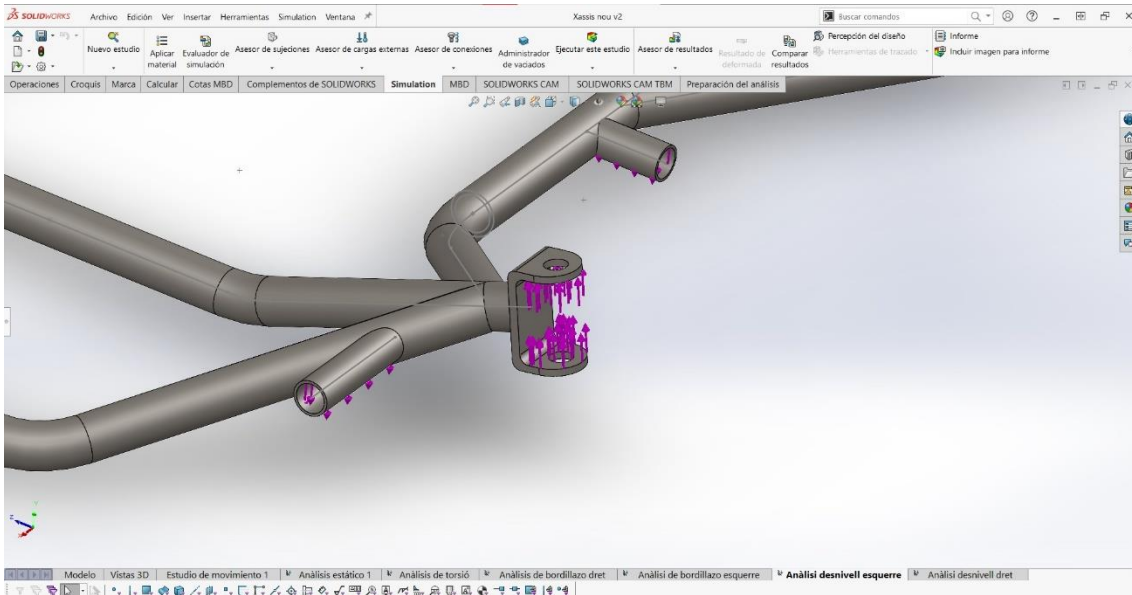
6.4.1 Anàlisi de desnivell lateral esquerre

Aquet anàlisi es basa en aplicar unes càrregues de 900N en direcció Y+ en el suport de la manegueta esquerra i en el suport posterior esquerre.



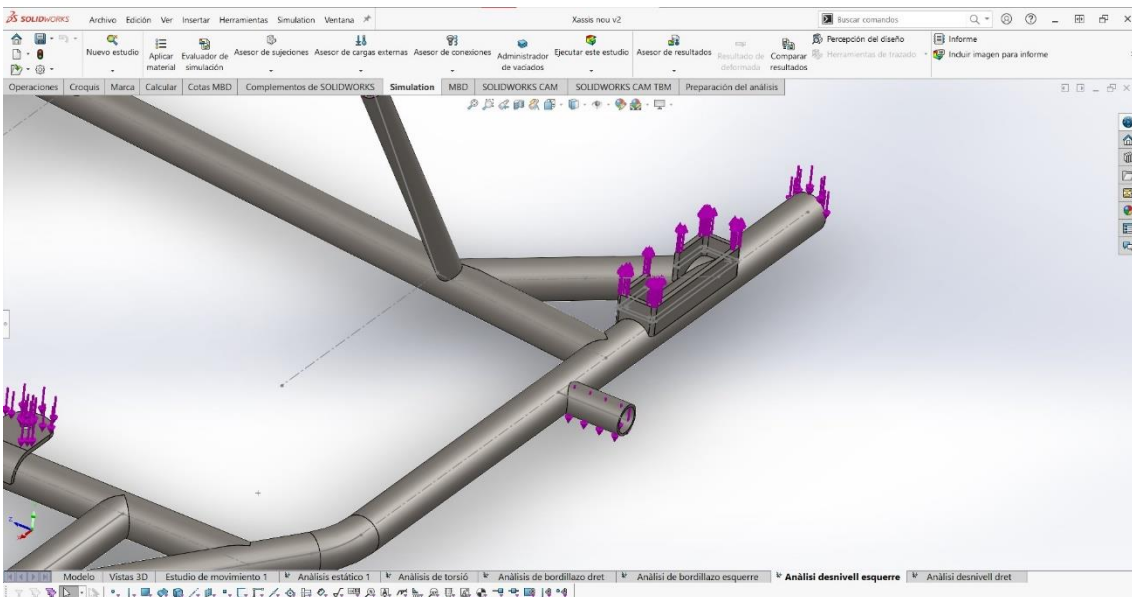
Il·lustració 70: Posició de forces

S'aplicaran de forma que la manegueta esquerra suporta uniformement 900N entre les superfícies que subjecten la manegueta, així com 900N en el suport posterior esquerre.



Il·lustració 71: Detall de col·locació de forces en porta-manegueta esquerra

S'aplicaran 500N en cada cara interior del porta-maneguetes.

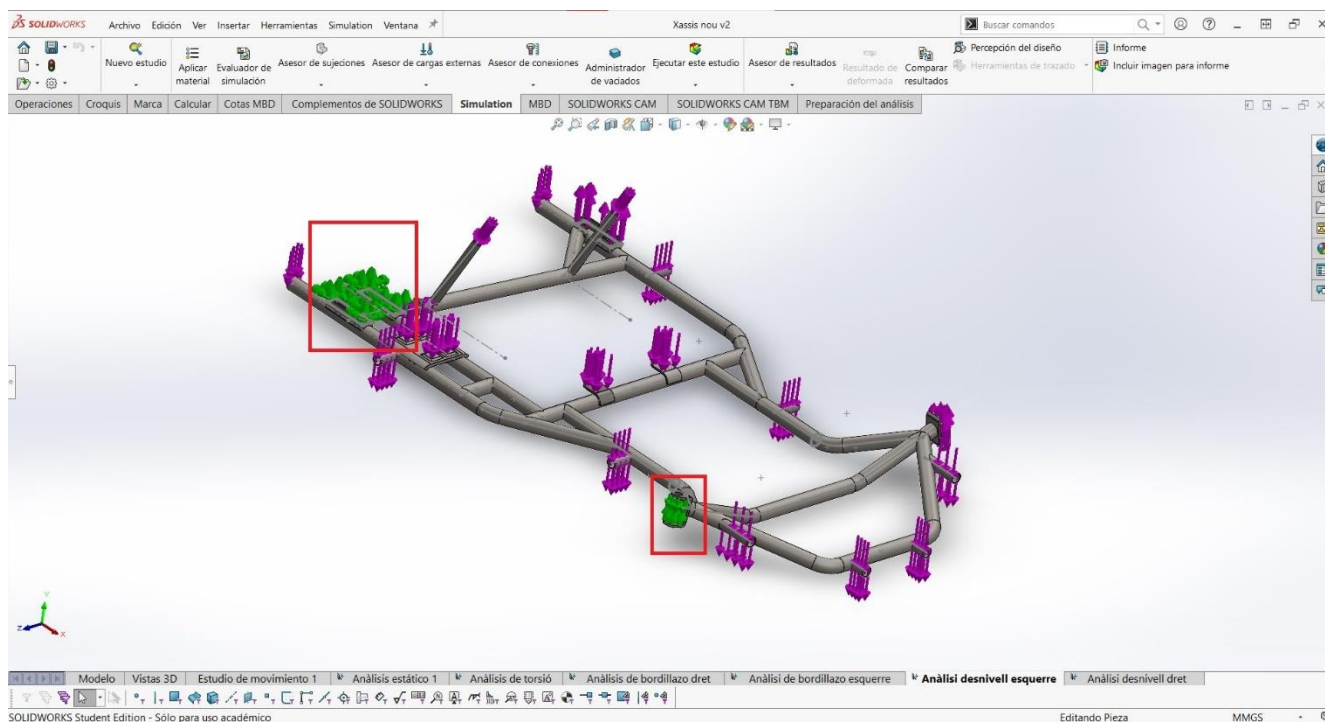


Il·lustració 72: Detall col·locació de forces en suport posterior esquerre

Definició de subjeccions

Les subjeccions estaran definides com en els models d'anàlisi anteriors, tenint en compte que en este model d'anàlisi les forces s'apliquen en dos dels punts on abans es posicionaven subjeccions.

El model quedarà únicament subjectat per dos de les quatre subjeccions, de ahí que aquest anàlisi es consideri magníficat.



Il·lustració 73: Col·locació de subjeccions

Aquestes subjeccions son totals en el suport de l'eix posterior i nomes verticals (eix Y) en el suport porta-maneguetes.

Definició de càrregues externes

Les càrregues aplicades en aquest model es semblen als dels models anteriors, consten d'una part composta per forces provocades per el mateix pes dels elements del kart:

Taula 16: Valors de càrregues externes per desnivell lateral esquerre

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndixs para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4

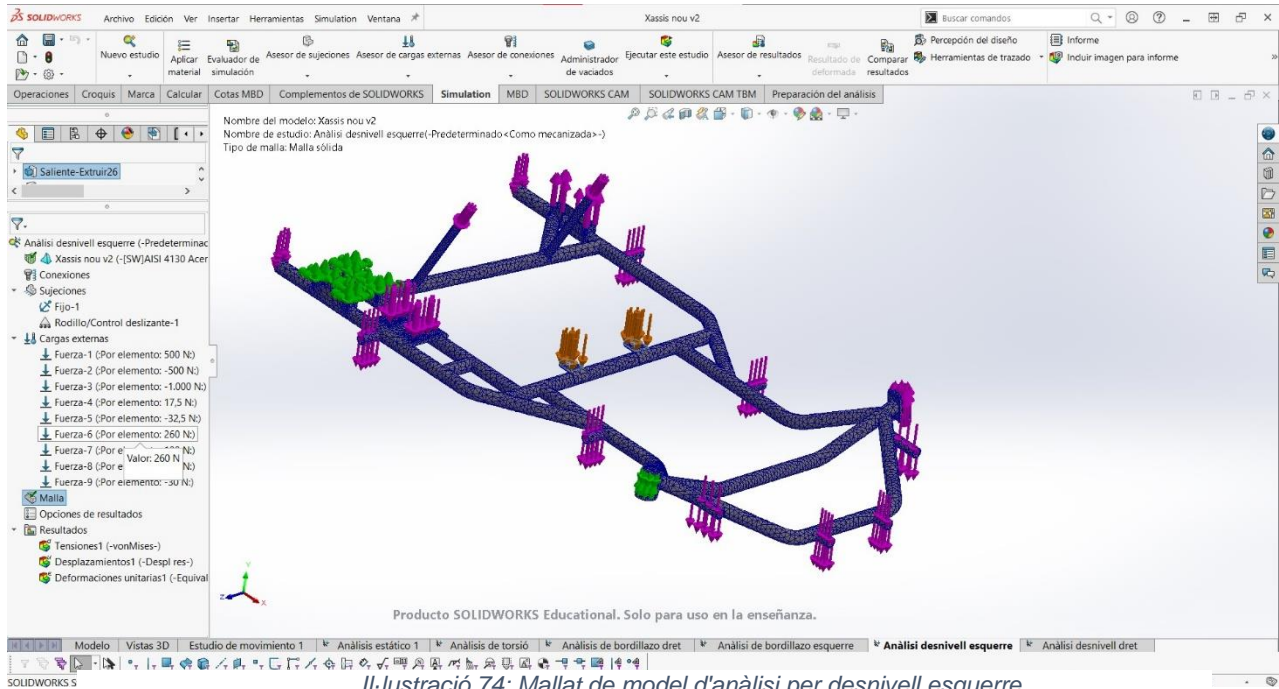
Les altres forces seran les ja nombrades en l'apartat:

Taula 17: Esforços aplicats per desnivell lateral esquerre

PUNT D'APLICACIÓ	VALOR DE LA FORÇA [N]
PORTA-MANEGUETES ESQUERRA	1000
SUPORT POSTERIOR ESQUERRE	1000

Procés de mallat

El procés de mallat segueix el mateix criteri que en els anàlisis anteriors, continua següent clau aplicar el criteri de precisió per a estudiar en detall els concentradors de tensió.



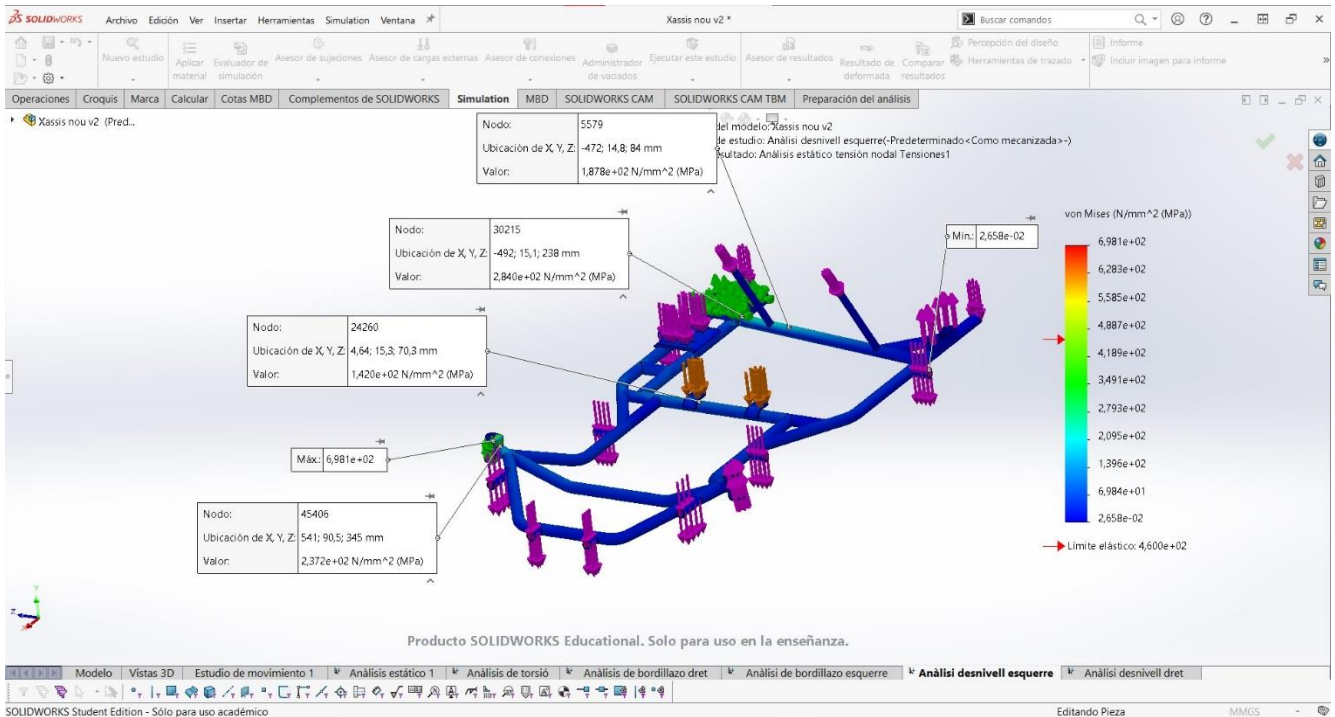
Il·lustració 74: Mallat de model d'anàlisi per desnivell esquerre

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Anàlisi desnivell esquerre (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	27,3546 mm
Tamaño mín. de elemento	5,47091 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	110674
Número total de elementos	56311
Cociente máximo de aspecto	24,602
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	45
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,874
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:18
Nombre de computadora	

Il·lustració 75: Detalles de malla anàlisi desnivell esquerre

Resultats d'anàlisi tensional

S'utilitza el criteri d'anàlisi tensional de Von Mises per a realitzar l'anàlisi, obtenint el següent model tensional i analitzant punts claus en els que es preveia un concentrador de tensions s'obtenen els següents resultats:



II·lustració 76: resultats d'anàlisi tensional de desnivell esquerre

S'extrauen els següents resultats en els punts claus de concentració de tensions:

Taula 18: Resultats tensionals per desnivell lateral esquerre

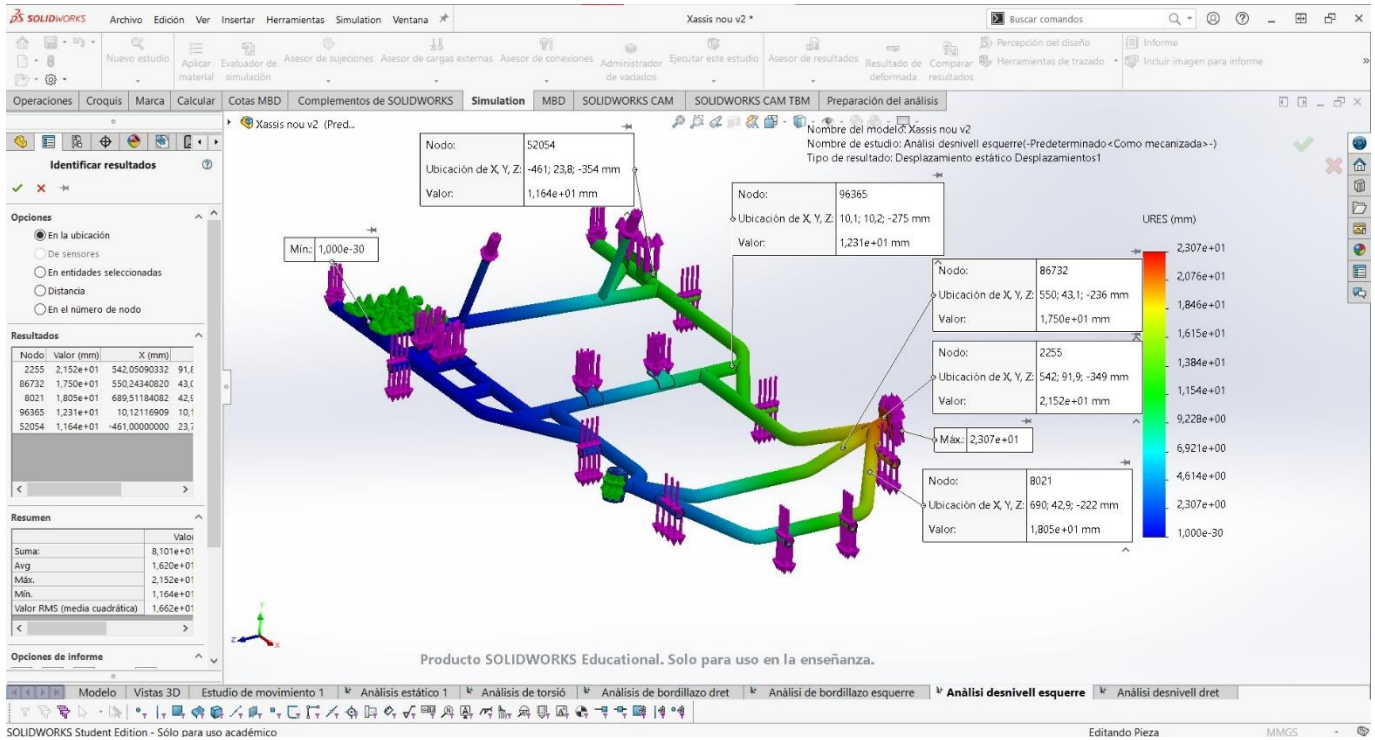
	Tensions [MPa]
Mínim	2,658e-02
Màxim	6,981e+02
Braç davanter dret	2,372e+02
Barra transversal central	1,420e+02
Barra transversal posterior	1,878e+02
Unió de barra transversal posterior amb suport traser dret	2,840e+02

Es torna a observar que el màxim es localitza en el porta-maneguetes, aquest factor es un factor repetitiu que indica que aquesta peça necessita un increment de secció, no obstant aquesta peça es comercial i seria mes idoni comprar una altra mes reforçada.

Si no es te en compte aquet concentrador de tensions, s'observa que els valors en tots els punts de concentradors de tensió son perfectament acceptables, no sobrepasant el límit del material.

Resultats d'anàlisi de deformacions

En aquest anàlisi s'observa els desplaçaments que es produeixen en el xassís al aplicar les forces descrites anteriorment.



Il·lustració 77: Resultats d'anàlisi de deformacions desnivell esquerre

S'observen una desplaçaments esperables en el model, dona't que el xassís amb les forces aplicades es pràcticament un voladís, s'observa una deformació considerable en els extrems menys protegits com la subjectió de la manegueta esquerra, a continuació es sintetitzen els resultats en una taula:

Taula 19: Resultats de desplaçaments per desnivell lateral esquerre

	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	2,307e+01
Extrem de braç esquerre	2,152e+01
Arc davanter	1,805e+01
Arc central de direcció	1,750e+01
Extrem esquerre de barra transversal central	1,231e+01
Proximitat de suport posterior esquerre	1,164e+01

S'observa un desplaçament màxim de 23mm en el porta-manegueta esquerre, no obstant aquest desplaçaments es acceptable per a l'estructura i no presenta cap problema.

Anàlisi de deformacions unitàries

Amb aquest anàlisi s'obtenen els punts mes requerits a deformació de la estructura, que majoritàriament coincideixen amb els punts de concentració de tensions de l'apartat de Anàlisi de tensions.

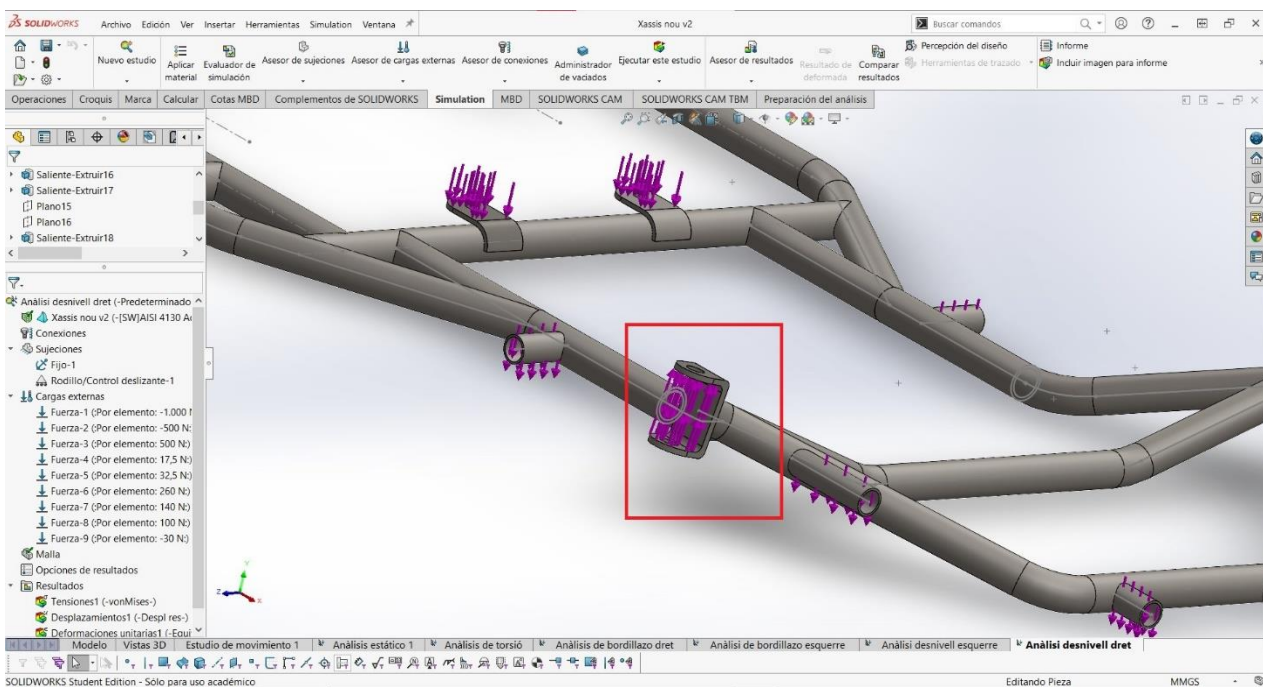
Taula 20: Resultats de deformacions unitàries per desnivell lateral esquerre

	Deformacions unitàries [-]
Mínim	1,900e-07
Màxim	2,031e-03
Extrem de braç dret	8,032e-04
Arc central de direcció	3,423e-04
Barra transversal posterior	9,324e-04
Extrem dret de barra transversal central	4,684e-04
Proximitat de suport posterior esquerre	1,096e-03

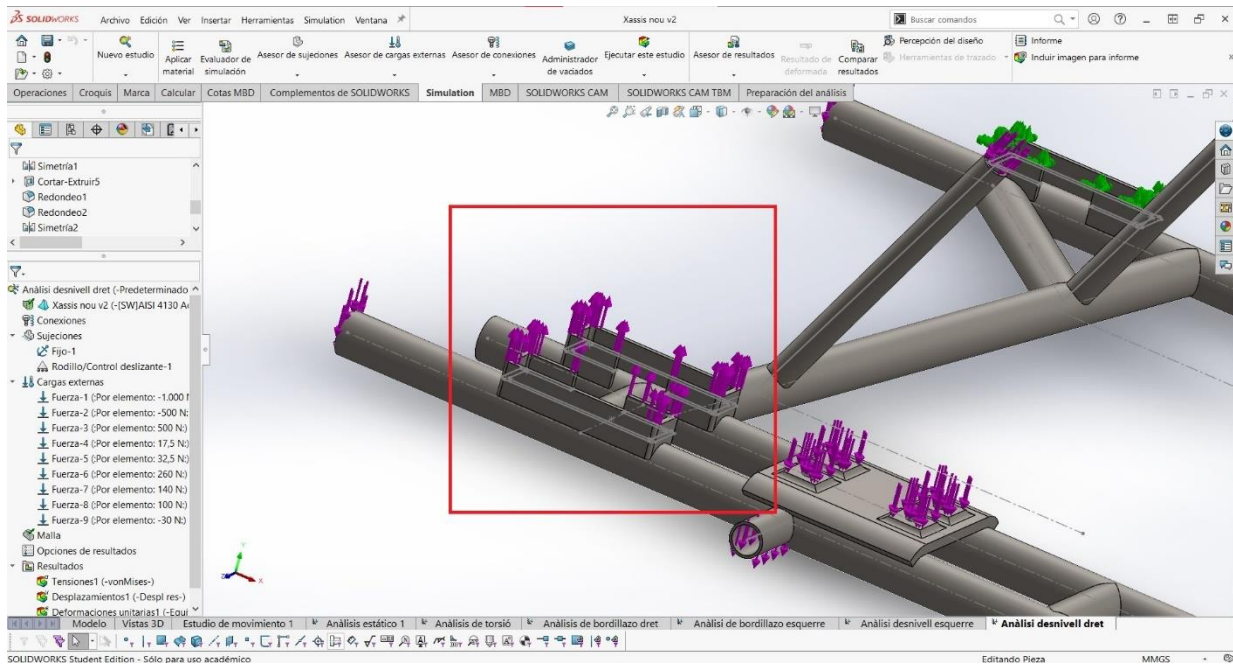
Com s'observa no es tracta de deformacions grans, comparant-les amb les dels anàlisi de models s'observa que son molt similar en quan a magnitud i el material es perfectament capaç d'absorbir-les.

6.4.2 Anàlisi de desnivell lateral dret

Al igual que en l'anàlisi del costat dret aquest anàlisi es tracta amb els mateixos criteris i a mateixa forma de aplicar les forces, que al igual que en l'anàlisi anterior seran d'un valor de 1000N en el suport porta-maneguetes dret i suport posterior.



Il·lustració 78: Col·locació de força sobre porta maneguetes dreta

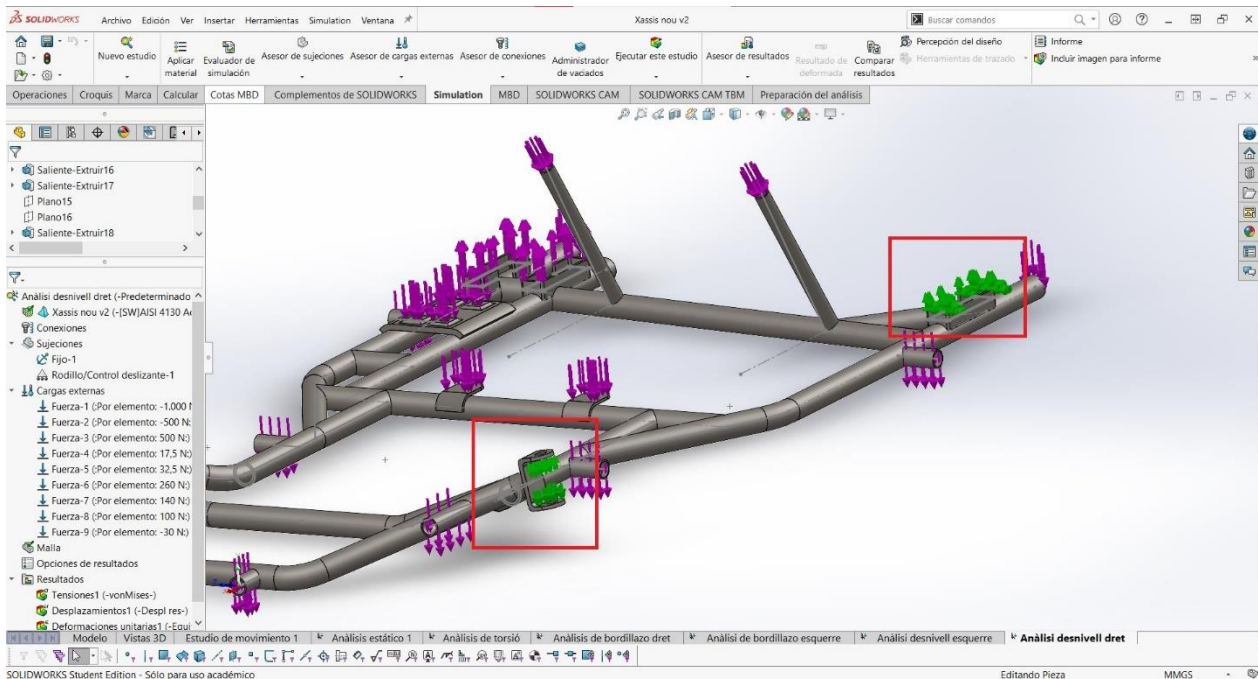


II-Il·lustració 79: Col·locació de força en suport posterior dret

S'apliquen les forces corresponents a l'assaig (1000N direcció Y+).

Definició de sujecciones

Al igual que en l'assaig anterior, s'apliquen restriccions totals el el suport posterior esquerre i restricció de moviments en la direcció Y en la manegüeta esquerra.



II-Il·lustració 80: Definició de sujecciones anàlisi de desnivell dret

S'apliquen les restriccions de manera que el comportament del kart siga el mes aproximat al que te en una situació real d'ús, en el que l'eix amb mes pes i amb mes grip es el posterior i el que permet mes desplaçaments es el davanter.

Definició de càrregues externes

En l'apartat de càrregues externes es segueix la línia dels anàlisis anteriors, aplicant les càrregues que te que suportar el kart en el funcionament:

Taula 21: Valors de càrregues externes en anàlisi per desnivell lateral dret

Nº DE GLOBO	FORÇA	VALOR DE LA FORÇA [N]	NUMERO DE VECTORS
1	Apèndix para xocs davanter	17,5	4
2	Apèndix para xocs laterals	32,5	4
3	Apèndix para xocs posteriors	30	2
4	Llengüeta de base del seient	260	2
5	Tirants dels seients	140	2
6	Subjecció del motor	100	4

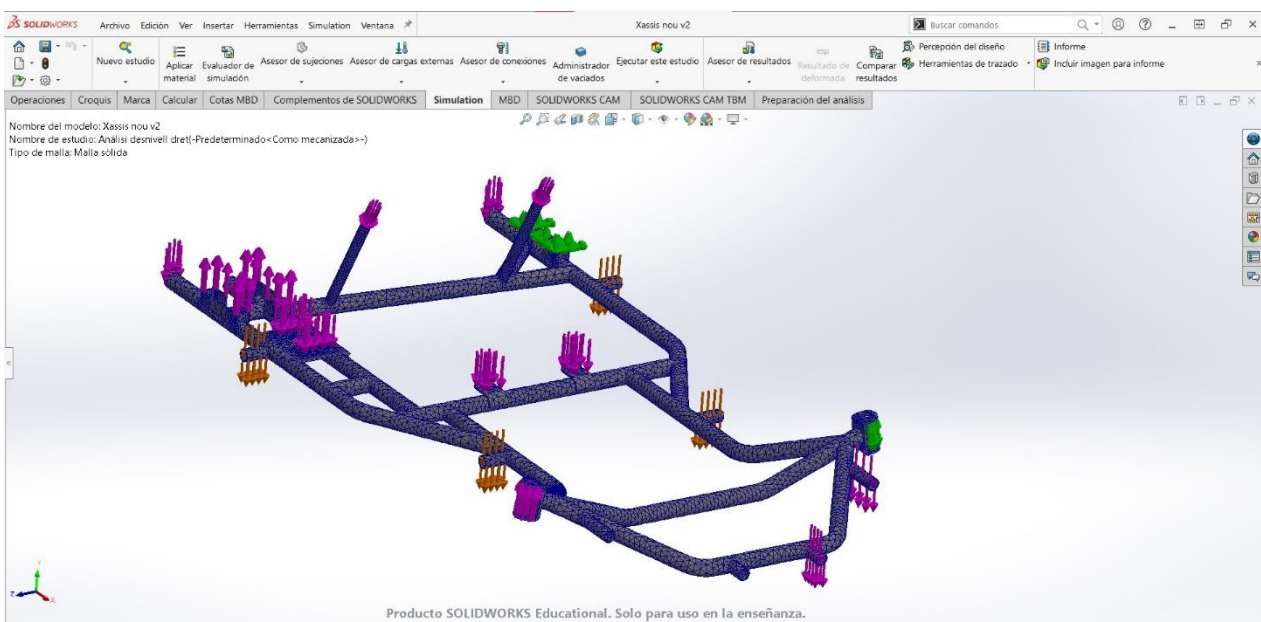
I les forces de l'assaig de desnivell ja explicades en apartats anteriors son dels següents valors:

Taula 22: Esforços aplicats en anàlisi de desnivell lateral dret

PUNT D'APLICACIÓ	VALOR DE LA FORÇA [N]
PORTA-MANEGUETES ESQUERRA	1000
SUPORT POSTERIOR ESQUERRE	1000

Procés de mallat

Al igual que en els anàlisis anteriors es segueix el criteri de afinar el mallat per a obtindre resultats precisos en punts claus, aplicant la condició de *mallat basada en curvatura*.



Il·lustració 81: Model mallat anàlisi de desnivell dret

Amb el mallat basat en la curvatura obtenim una malla ajustada per a reduir el grau en els punts amb una curvatura mes exagerada, que solen provocar punts de concentració de tensions, així com en unions entre elements com la unió de suports tant davanters com posteriors.

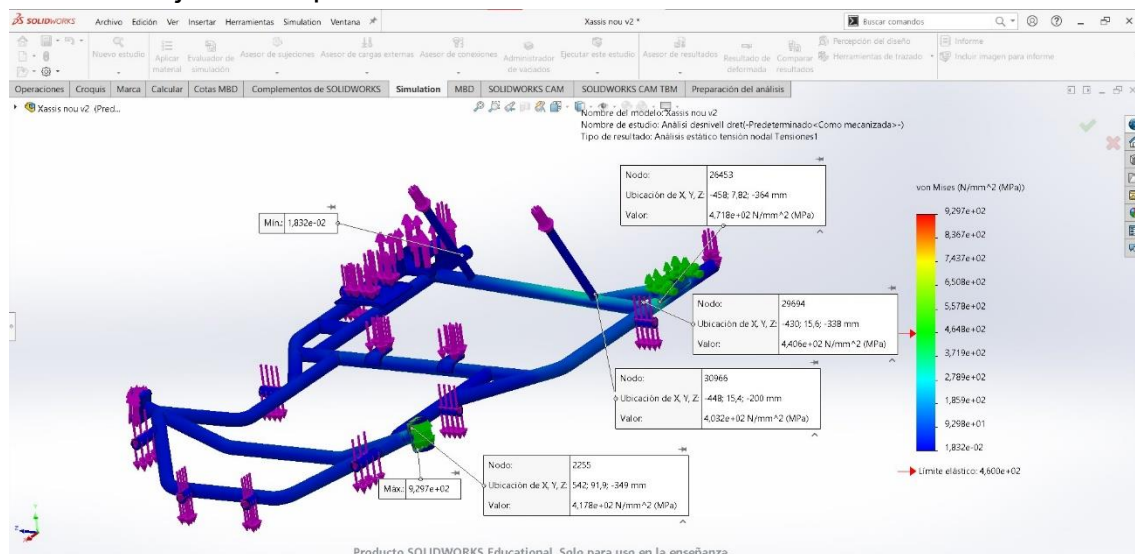
Malla Detalles	
Nombre de estudio	Anàlisi desnivell dret (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	27,3546 mm
Tamaño mín. de elemento	5,47091 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	110674
Número total de elementos	56311
Cociente máximo de aspecto	24,602
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	45
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,874
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:18
Nombre de computadora	

II-Ilustració 82: Detalls de mallat anàlisi de desnivell dret

Resultats d'anàlisi tensional

Com en tots els apartats anteriors es va a seguir el mateix criteri d'anàlisi, el de Von Mises, següent un mètode molt utilitzat i contrastat.

En el diagrama s'observen esforços tensionals bastant alts, no obstant com ha succeït en els models d'anàlisi anterior, el màxim concentradors de tensions es troba en el suport porta-maneguetes, següent aquest un element extern al objectiu d'aquest anàlisi.



II-Ilustració 83: Resultats d'anàlisi tensional per desnivell dret

Es pot observar que en punts de concentració de tensions màximes objectius d'anàlisi, tot i tractar-se d'un esforç sobredimensionat, no es supera el límit elàstic de l'acer.

Obtenint-se els següents valors extrets del mateix model:

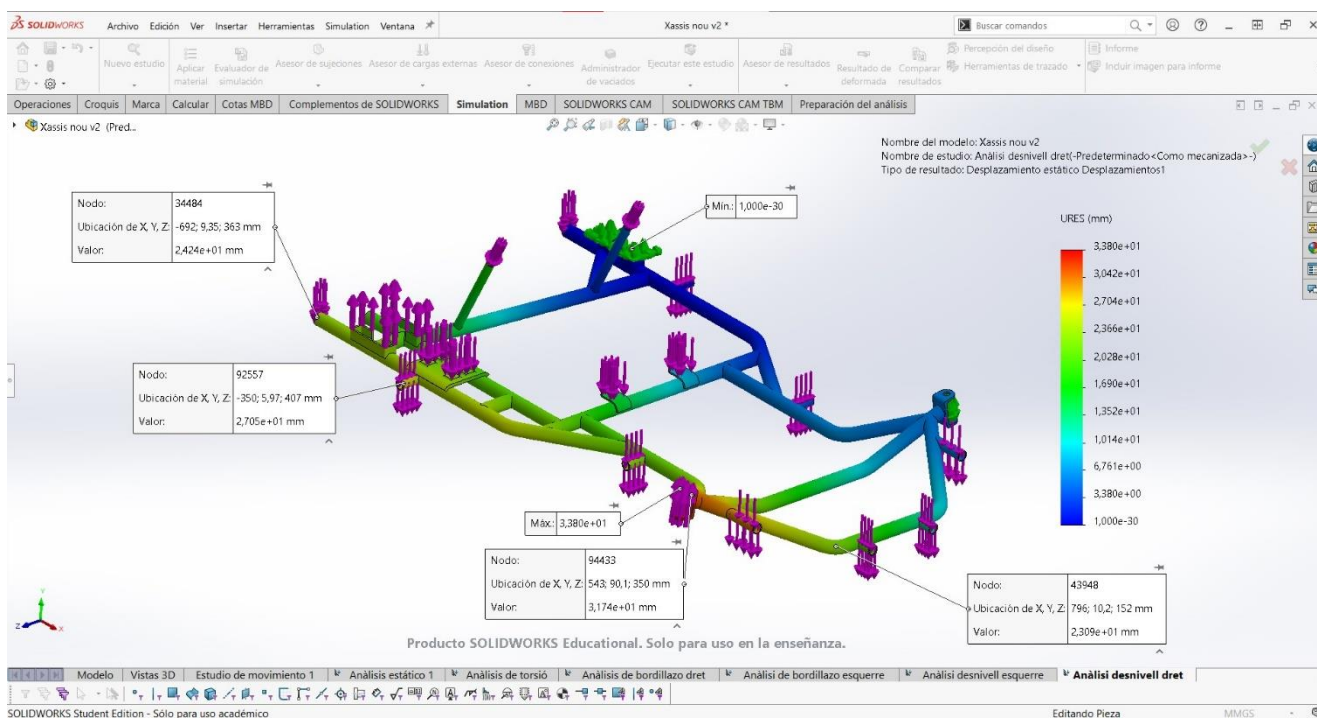
Taula 23: Resultats tensionals per desnivell lateral dret

	Tensions [MPa]
Mínim	1,832e-02
Màxim	9,297e+02
Unió amb porta-manegueta esq.	4,178e+02
Unió de tirant de seient esq.	4,032+02
Unió de barra transversal posterior extrem esq.	4,406e+02
Unió de suport posterior esquerre	4,718e+02

El límit elàstic del material es situa en $4,600e+02$ MPa per tant es pot considerar que el xassís suporta aquest esforç extrem.

Resultats d'anàlisi de desplaçaments

En el següent apartat s'estudia els desplaçaments que es generen al aplicar els esforços del model de desnivell dret.



II-Il·lustració 84: Resultats d'anàlisi de desplaçaments

Taula 24: Resultats de desplaçaments per desnivell lateral dret

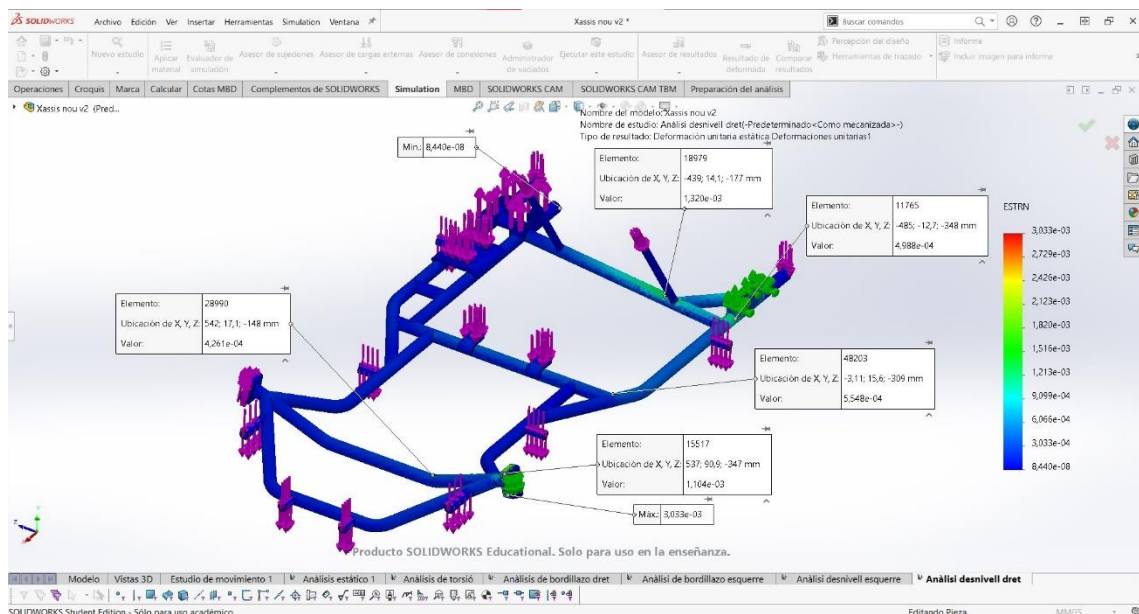
	Desplaçaments [mm]
Mínim	0
Màxim	3,380e+01
Extrem de braç dret	3,174e+01
Arc davanter	2,309e+01
Extrem posterior dret	2,424e+01
Extrem d'apèndix posterior de para colps	2,705e+01

Com s'observa en la taula anterior, els desplaçaments ocorreguts no son crítics, trobant-se el màxim en l'extrem del porta-manegueta dret amb 33,8mm de desplaçament.

Es pot afirmar amb aquests resultats que la rigidesa del kart es adequada.

Resultats d'anàlisi de deformacions unitàries

En l'anàlisi de deformacions s'observa els punts en els que el material es veu sotmès a un major esforç de deformacions.



II-lustració 85: Resultats de deformacions unitàries

En aquest anàlisi observem uns resultats esperables, les zones més demandades en quan a deformacions unitàries coincideixen amb les zones més sol·licitades amb el model de estudi de tensions per el mètode de Von Misses.

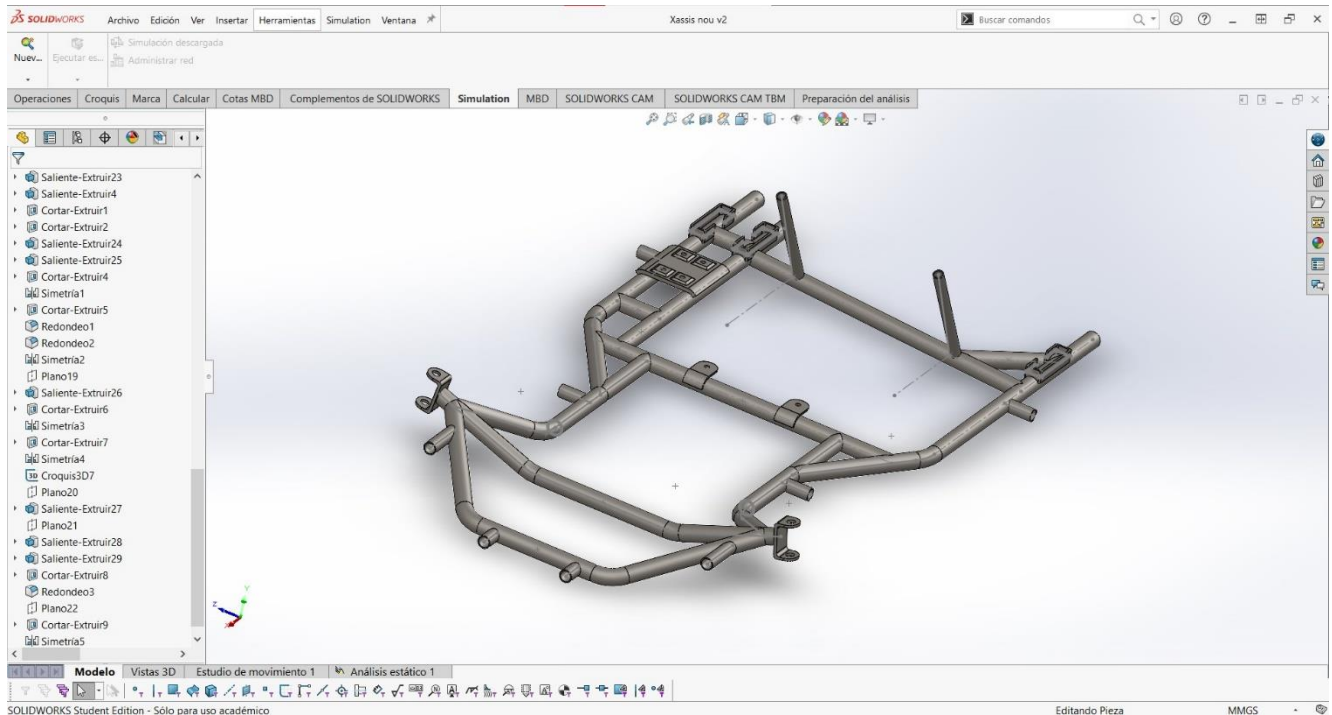
Taula 25: Resultats de deformacions unitàries per desnivell lateral dret

	Deformacions unitàries [-]
Mínim	8,440e-08
Màxim	3,033e-03
Extrem esquerre de braç davanter	1,104e-03
Arc central de direcció	4,261e-04
Extrem esquerre de barra transversal central	5,548e-04
Proximitat de suport posterior esquerre	4,988e-04
Unió de tirant esquerre del seient	1,320e-03

S'observen uns desplaçaments relativament baixos, no obstant més alts que en l'anàlisi per vorada esquerra.

Conclusions de anàlisi per vorada

S'observa que en tots els anàlisis realitzats en els anàlisis per vorada esquerra i vorada dreta, l'anàlisi de vorada dreta es més desfavorable.



Il·lustració 86: Model sòlid

Aquest fenomen esta originat per la asimetria del model, en la que el costat dret del xassís compta amb una major rigidesa, causa del reforç necessari per a la instal·lació del motor.

Aquest fenomen pot originar una diferencia de rigidesa que pot afectar a la conducció, no obstant donat el reduït grandària d'aquestes estructures es impossible col·locar el motor en altre lloc.

Aquest tipus de coses son les que es tindran que igualar mitjançant els contrapesos dels que s'ha parlat en aquest treball.

7. Conclusions

Per a portar a fi aquest treball ha sigut crucial l'estudi i coneixement sobre les característiques i limitacions de la normativa, a demés de un estudi dels models existents i de la dinàmica general que adopten els principals constructors.

Per a la realització del model final ha sigut essencial passar per diferents fases, començant per les conversacions amb entesos en el tema, passant per els dissenys preliminars, posteriors modificacions en les geometries i adaptacions per a aplegar al xassís final.

En aquest document queda plasmada tota la evolució del treball, des de el disseny del xassís, fins a la elecció del acer emprat i accessoris necessaris per al modelatge del xassís. Tots aquests processos s'han portat a cap des de el punt de vista de la màxima optimització, no perdent de vista les línies directrius del projecte.

Com a resultats de l'anàlisi es pot obtindre que en els modelatges i simulacions realitzades al model, les quals aborden els camps de Tensions combinades (Von Misses), Deformacions Unitàries i Desplaçaments. Aquest mostra un comportament satisfactori complint tots els requisits marcats des de un criteri obert, donades les característiques de la normativa tant oberta en quan a construccions i requeriments. Aquests assajos en tot moment s'han pensat per a realitzar un xassís capaç de suportar esforços superiors als que es vorà obligat a suportar.

Per a la realització del present treball s'han tingut que aplicar gran part dels camps de estudi del grau d'Enginyeria Mecànica, següent especialment important els camps de Resistència i Elasticitat de Materials, Estructures Metàl·liques i Ciència de Materials.

Com a conclusió final, es pot concloure que els resultats del treball han sigut completament satisfactoris des de el punt de vista estudiantil com en el de resultats de l'anàlisi i han segut les bases en un possible estudi mes ampli amb una base de partida correcta i apta per a aquest fi.

8. Bibliografia

A part de la normativa adjunta en l'Annex 1: Normativa, s'ha emprat coneixements i referències de les següents fonts.

- Breve Historia del Karting, Recuperat el 27/07/2021.
<https://www.kartcsainz.com/blog/breve-historia-del-karting.html#:~:text=Los%20primeros%20años%20del%20karting,sólo%20unos%20centímetros%20del%20suelo.>
- 7 Trucos para reducir el sub-viraje
<https://tkart.it/es/magazine/como-hacer-para/7-trucos-para-reducir-el-subviraje/#1>
- Curso Interactivo de Física por internet; Curva Peralzada:
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular/circular/din_circular1.html
- Curso Interactivo de Física por internet; Curva Sin Peralte;
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular/circular/din_circular.html
- TKart; ENTENDER UN CHASIS DE KART: MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES;
<https://tkart.it/es/magazine/enfoque-tecnico/entender-chasis-de-kart/#1>
- DMK Racing; Cuales son las categorías del Karting;
<https://dmkracing.com/noticias/categorias-competicion-karting/>
- TKart; Superkart;
<https://tkart.it/es/en-profundidad/superkart-elkmann-se-convierte-en-una-leyenda/>

Document nº2: Plànols

Índex:

Plano nº1: Plano de elements Tubulars

Plano nº2: Plano General Xassís

Plano nº3: Plano Arc Davanter

Plano nº4: Plano Arc Central de Direcció

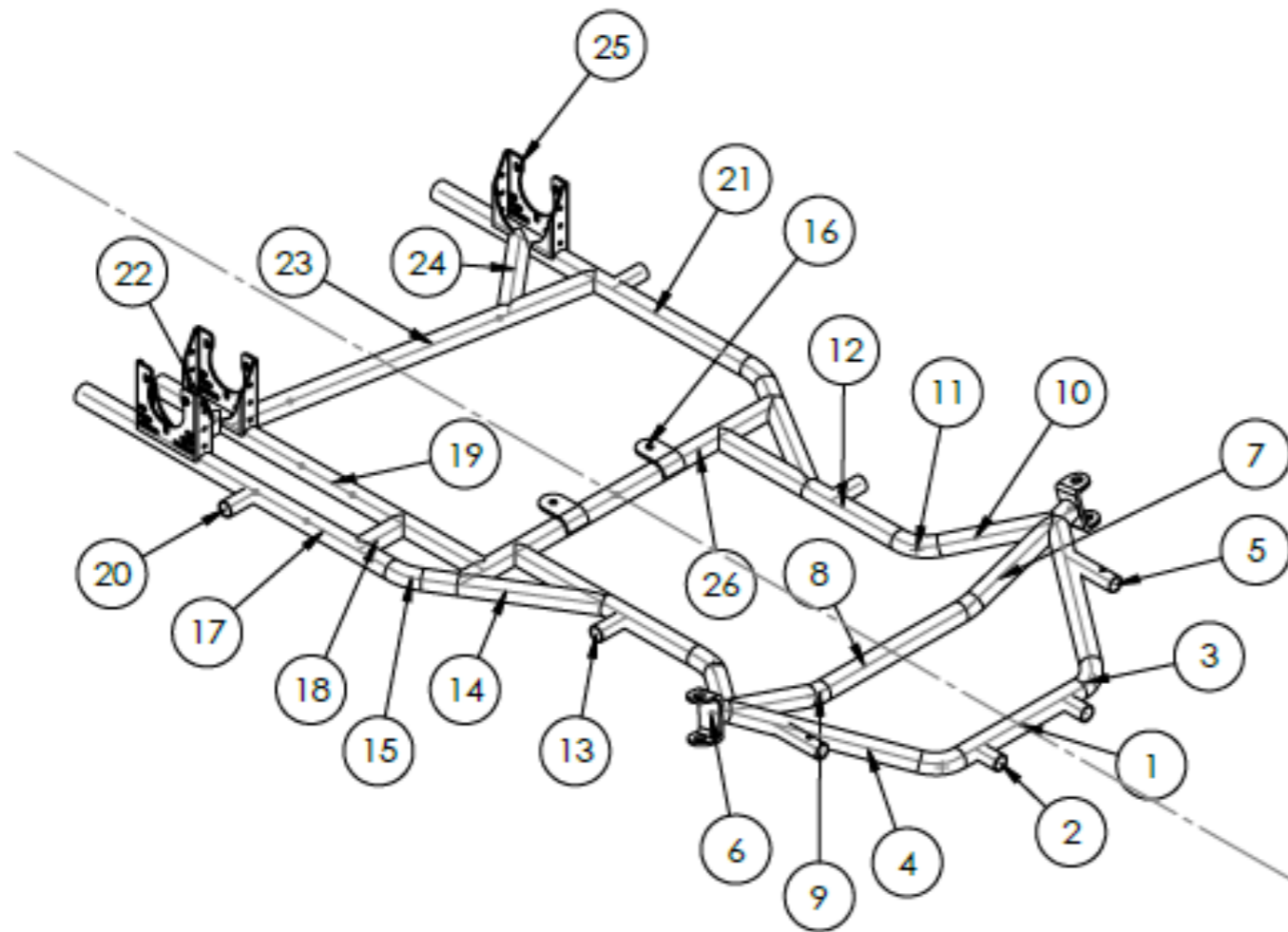
Plano nº5: Plano Suport Porta-Maneguetes

Plano nº6: Plano Subjecció d'eix (Scatolato STD)


Plano nº7: Plano Porta-Rodaments (Guscio 4F)

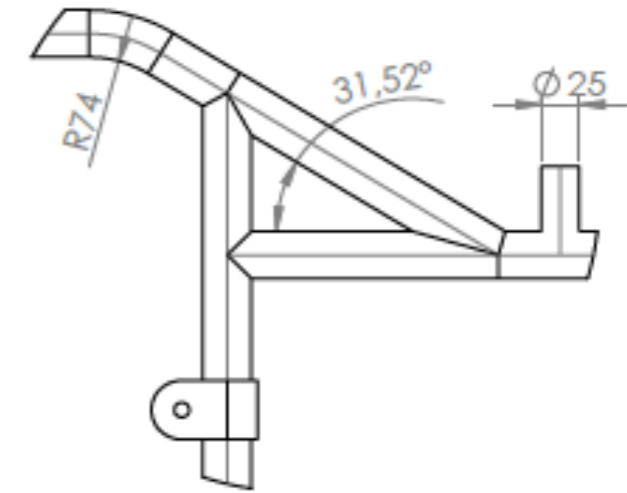
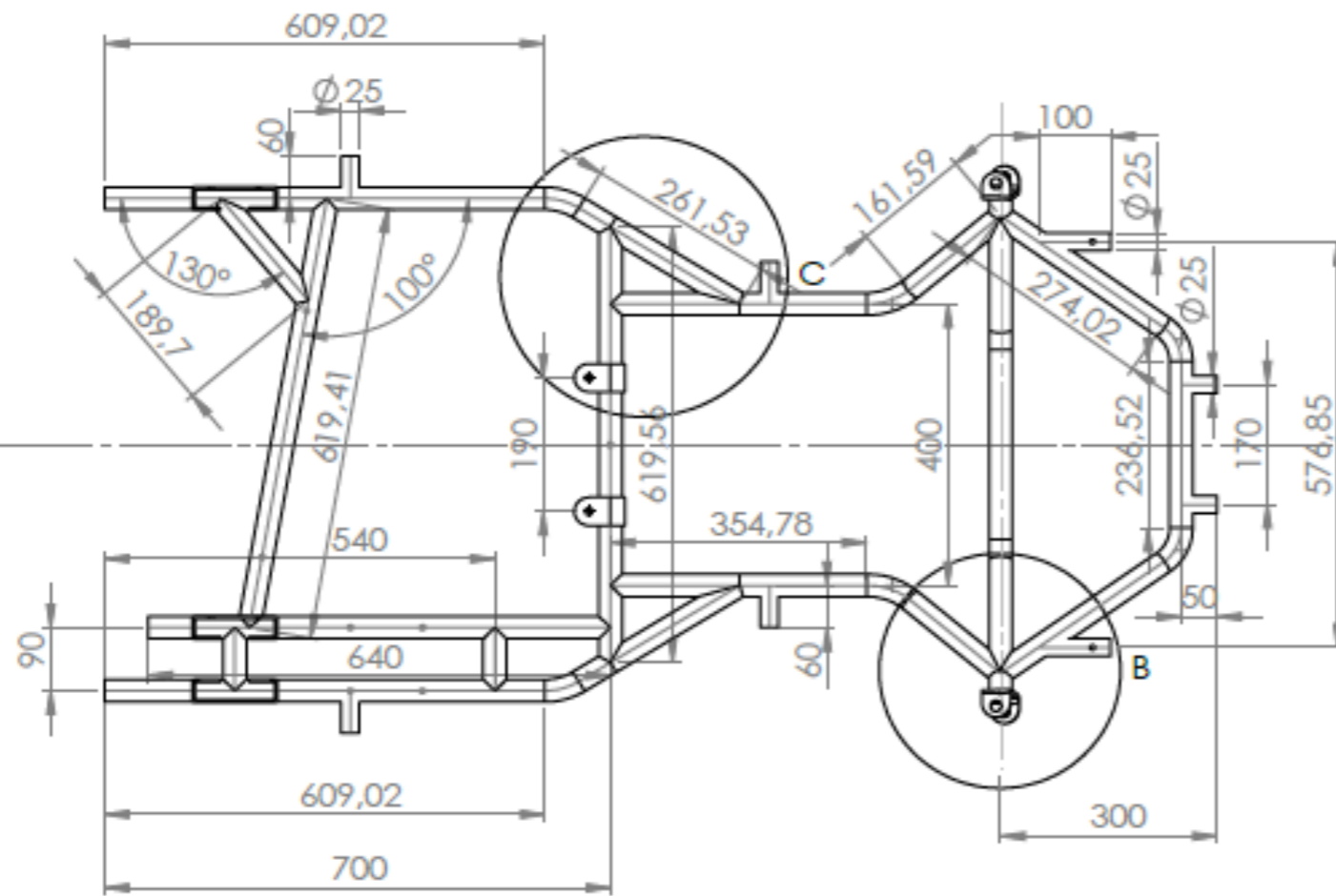
Plano nº8: Plano Manegueta Curta

Plano nº9: Plano Pletina de Subjecció a Seient

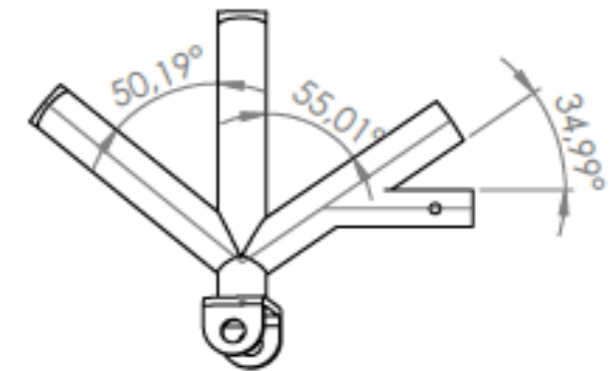


Nº de elemento	Diametro [mm]	Espesor [mm]	Longitud [mm]
1	32	3	236.52
2	25	2	50
3	32	3	
4	32	3	274.02
5	25	2	100
6			
7	32	3	280.33
8	32	3	236.33
9	32	3	
10	32	3	161.59
11	32	3	
12	32	3	354.78
13	25	2	60
14	32	3	261.53
15	32	3	
16			
17	32	3	609.02
18	25	2	90
19	32	3	640
20	25	2	60
21	32	3	609.02
22	25	2	90
23	32	3	619.41
24	32	3	189.70
25			
26	32	3	619.56

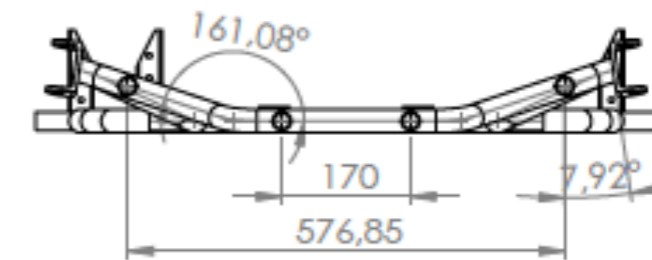
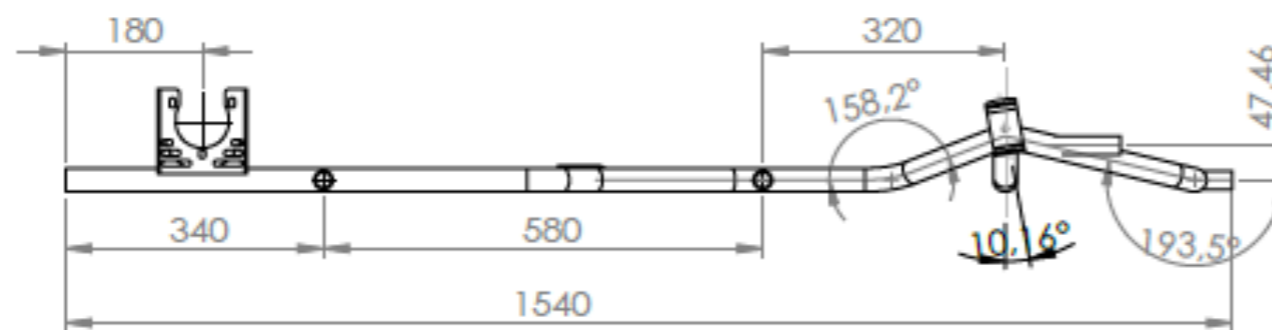
	Data	Nom	Firma	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Instituto Técnico Superior de Ingeniería del Diseño</small>
Dibuixat:		Joan Soñia Llorca		
Comprovat:				
Escola:	1:10			Numero: 1
Plano de elements tubulars				Substitueix a:
				Substituit per:



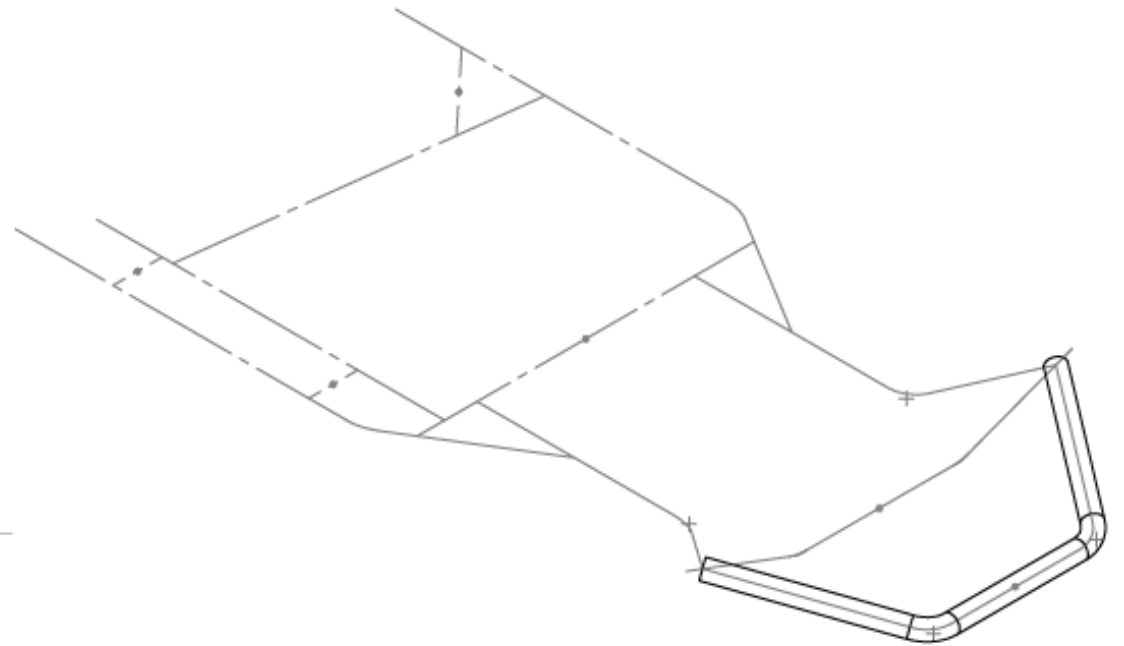
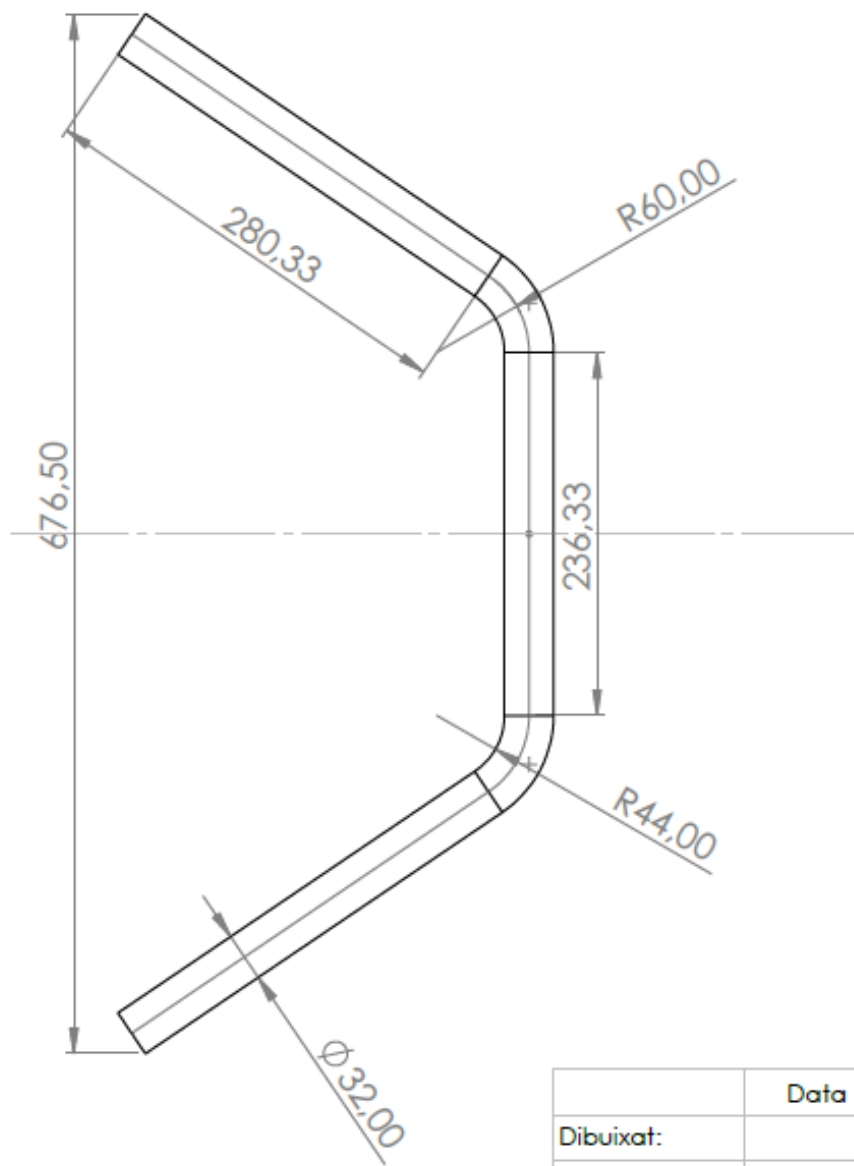
DETALLE C
ESCALA 1 : 5



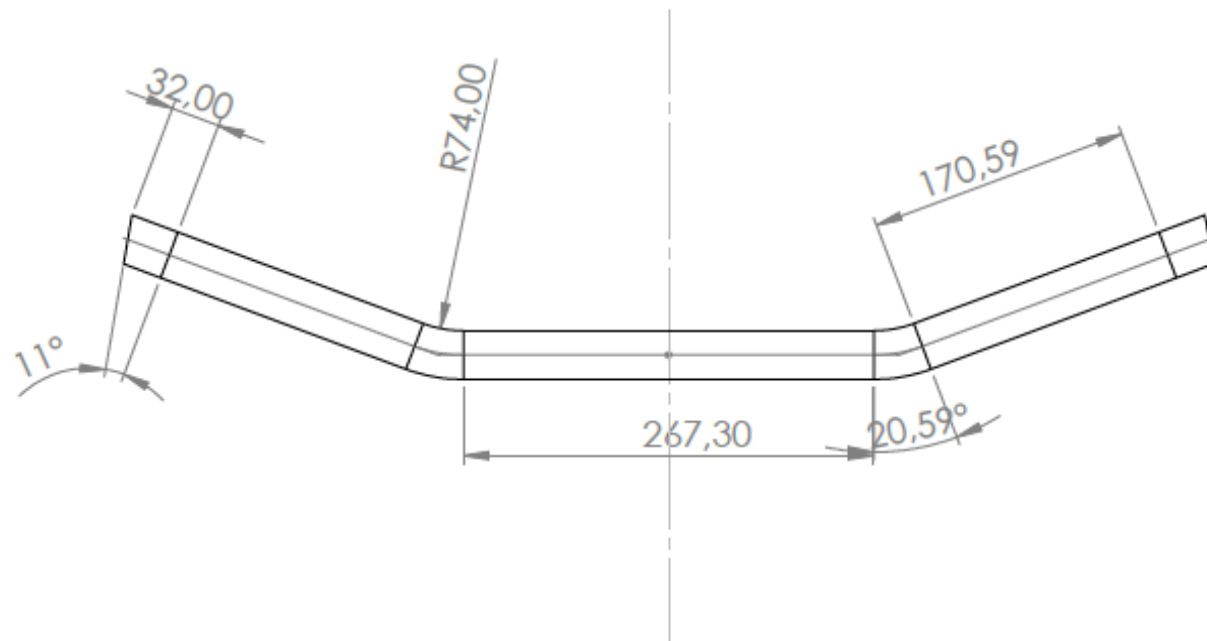
DETALLE B
ESCALA 1 : 5





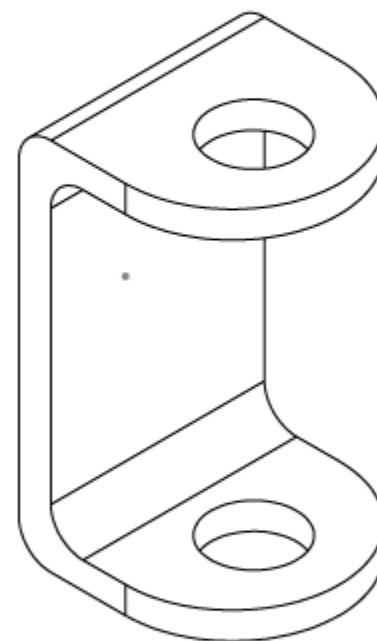
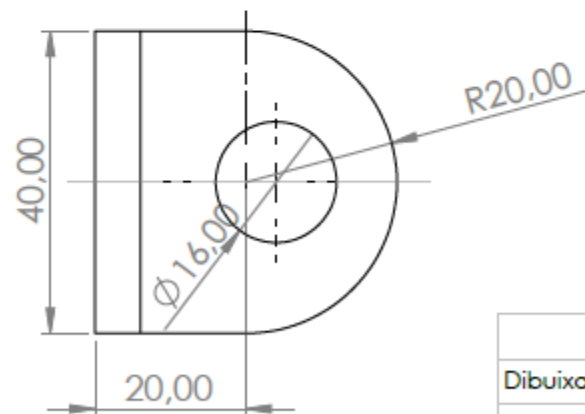
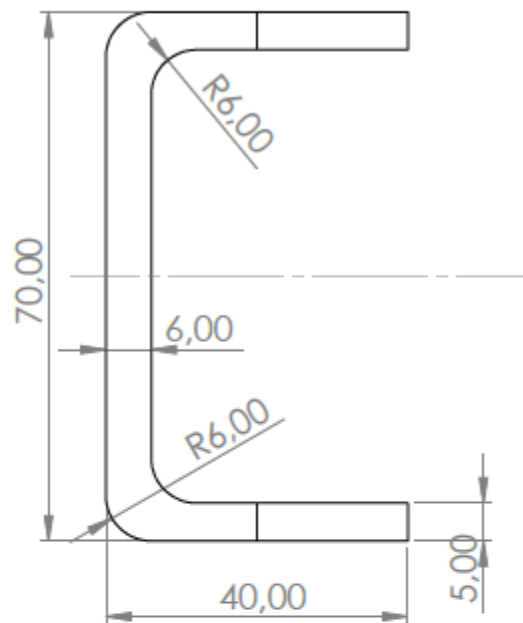
	Data	Nom	Firma	
Dibuixat:		Joan Soria Urraca		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Comprovat:				
Escala:	1:50	Plano General Xassís		Numero: 2 Substitueix a: Substituit per:



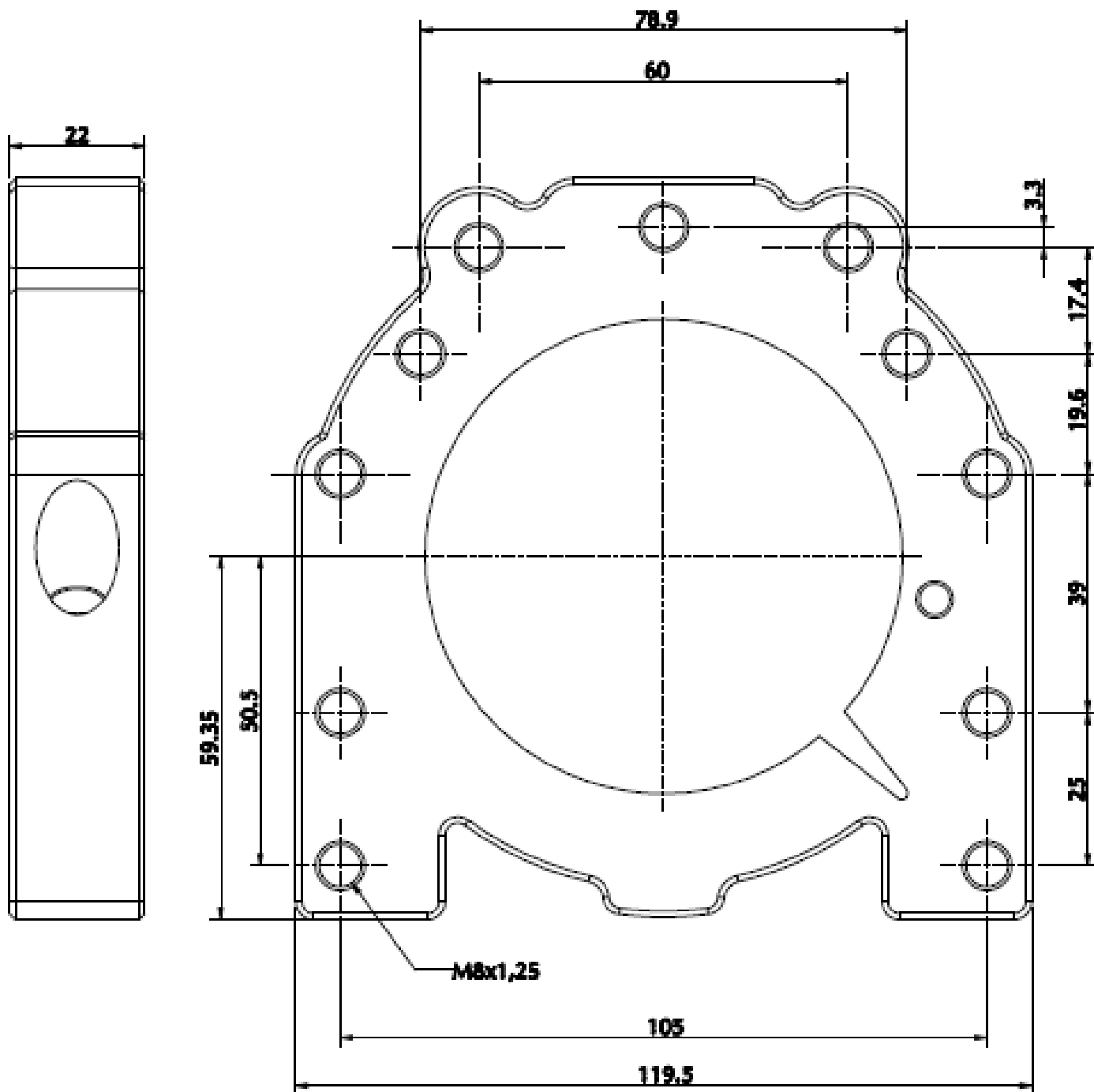
	Data	Nom	Firma	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Dibuixat:		Joan Soria Llorca			
Comprovat:					
Escala:	Plano Arc Davanter			Numero: 3	
1:5				Substitueix a:	
				Substituit per:	



	Data	Nom	Firma		
Dibuixat:		Joan Soria Llorca		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Comprovat:					
Escala:	Plano Arc Central de direcció			Numero: 4	
1:1				Substitueix a:	
				Substituit per:	



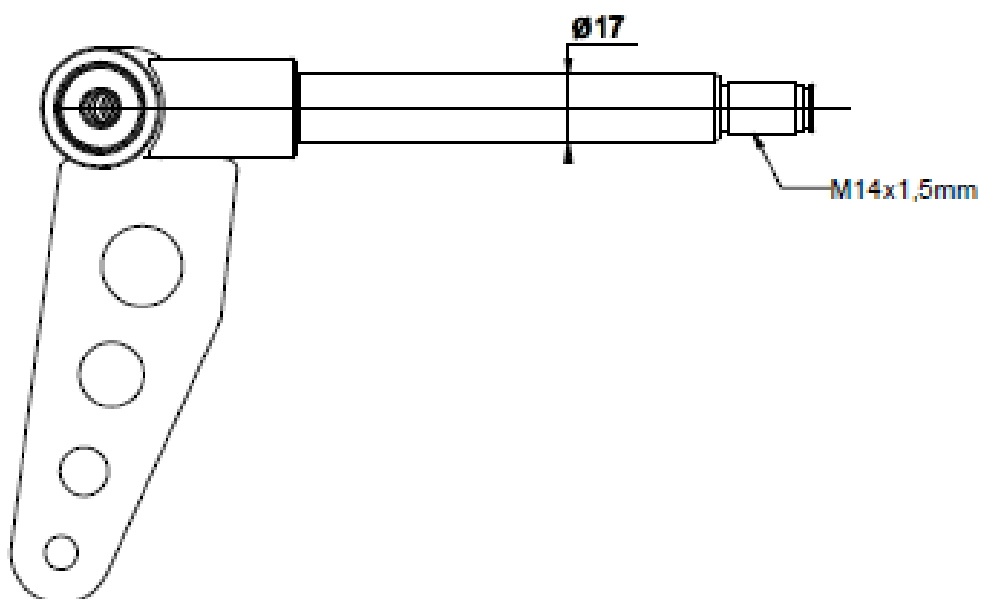
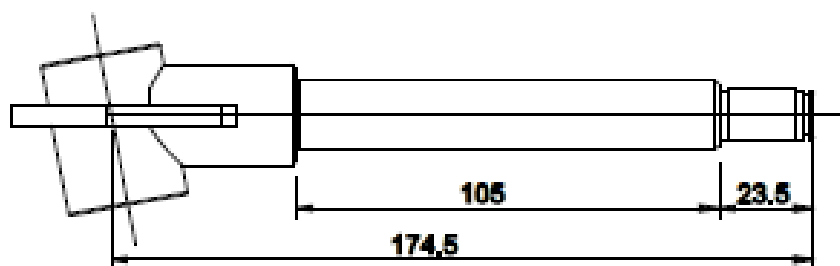
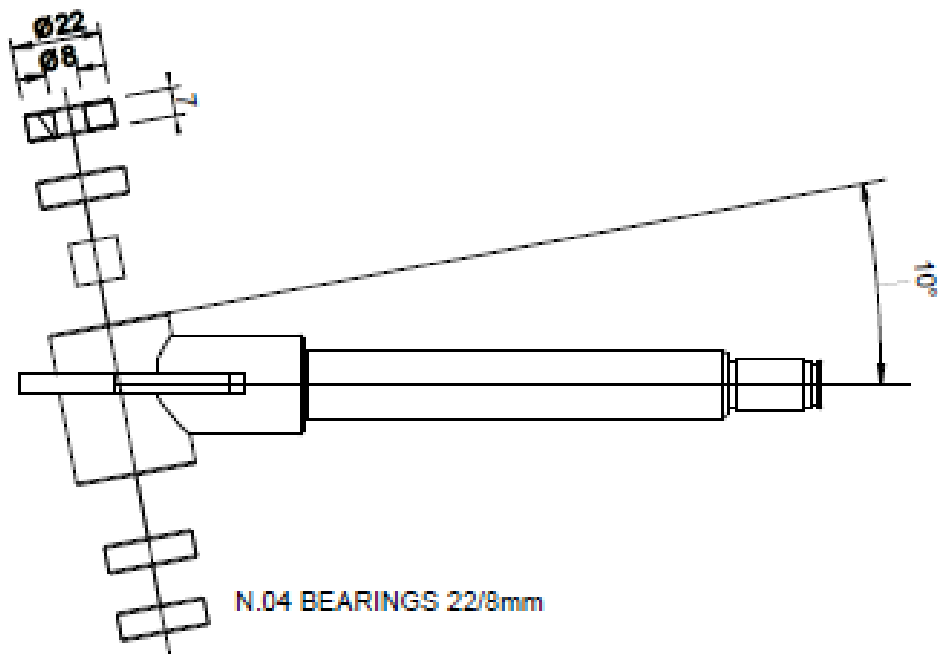
	Data	Nom	Firma	
Dibuixat:		Joan Soria Llorca		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Comprovat:				
Escala:	1:1 Plano Suport porta-maneguetes			Numero: 5
				Substitueix a:
				Substituit per:

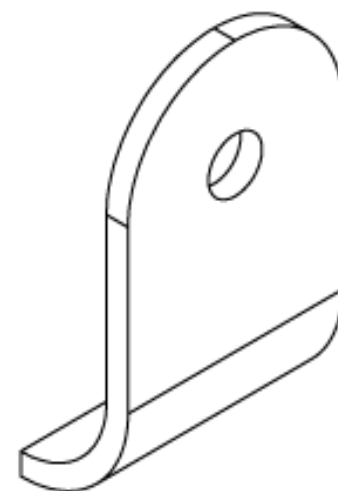
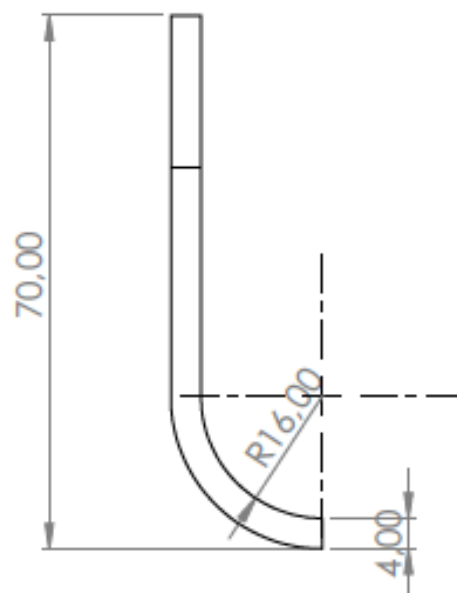
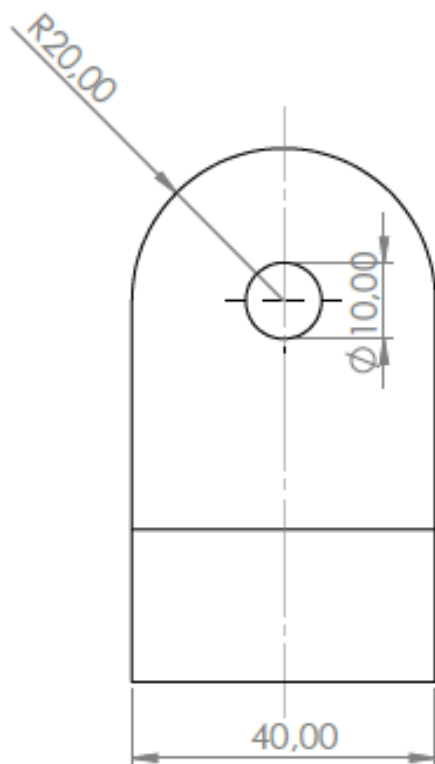



Righetti Ridolfi SpA									
Via San Quirico, 9 37060 Sona (VR) Tel: 39-045-8080850		POI	MODIFICA	DATA	FIRMA	POI	MODIFICA	DATA	FIRMA
TOLL. GEN. ±0,2		DENOMINAZIONE GUSCIO 4F							
		MATERIALE ALU 6082 T6				TRATTAM. TERMICO			
		STATO				CARATT. MECCANICHE			
DATA 28/11/2012		RAGGI		SMUSI		TRATTAM. SUPERFICIALE			
DEL PRESENTE DISEGNO SONO VIGENTE LA VERSIONE E LA COPIA, ANCHE PARZIALE SENZA IL NOSTRO CONSENSO.		DIS.		QUANTITA'				N. DISEGNO	
		CONTR.		SCALA				K254	

KF17ST105DX150C08 = DX

KF17ST105SX150C08 = SX





	Data	Nom	Firma	
Dibuixat:		Joan Soria Llorca		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Comprovat:				
Escala:	1:1 Pletina de subjecció a seient			Numero: 9
				Substitueix a:
				Substituit per:

Document nº3: Plec de condicions

1. Objecte

La finalitat de la present especificació tècnica consisteix en definir les condicions que han de regir en la execució de la construcció d'un xassís de competició d'un kart de la categoria KF, incloent entre les seues competències els materials utilitzats, el procediment de construcció i les proves de qualitat i servici.

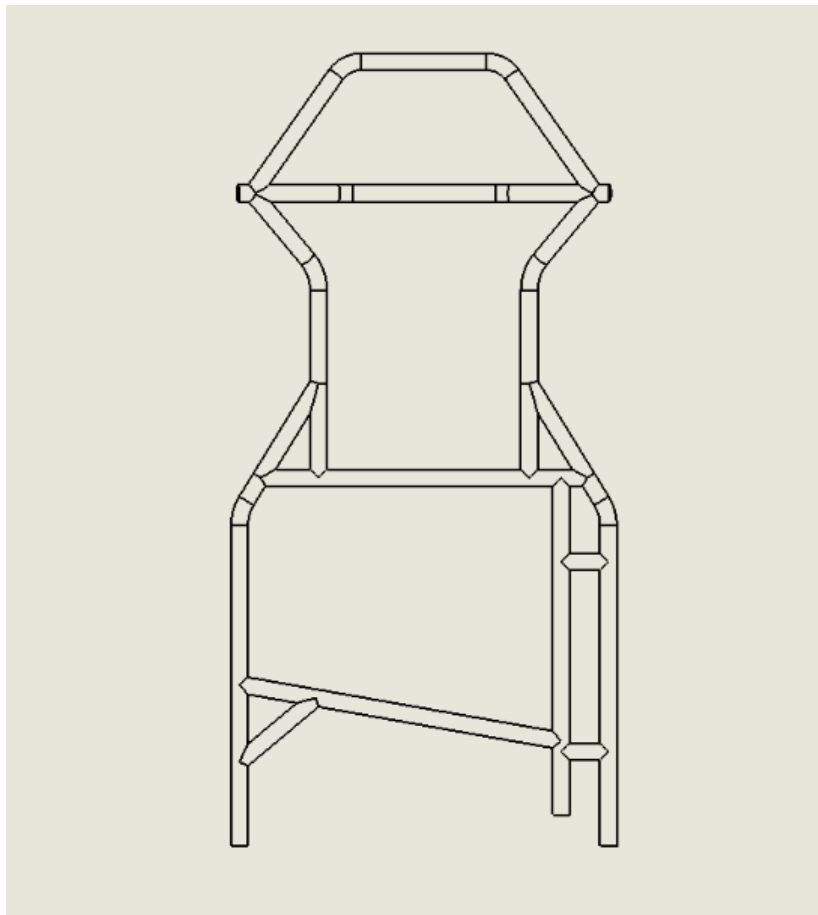
Per a garantir el correcte compliment de les normatives vigents per a competir en els diferents campionats, el present pleg de condicions especificarà els nivells tècnics i de qualitat exigibles seguint sempre les normatives vigents, enumerant les proves corresponents.

2. Materials

2.1 Material de la estructura principal del xassís

Per a la realització de la estructura principal del xassís s'emprarà l'acer AISI 4130 normalitza't a 870°C.

El perfil utilitza't per a tota la estructura serà de Ø32mm amb espessor 3mm.



Il·lustració 87: Estructura principal del xassís

Mòdul elàstic	2.05e+11	N/m ²
Coeficient de Poisson	0.285	N/D
Mòdul tallant	8e+10	N/m ²
Densitat de massa	7850	kg/m ³
Límit de tracció	731000000	N/m ²
Límit elàstic	460000000	N/m ²
Conductivitat tèrmica	42.7	W/(m·K)
Calor específic	477	J/(kg·K)

Característiques de l'acer AISI 4130 normalitzat a 870°C:

2.2 Materials d'apèndix al xassís

Per a la realització dels apèndix destinats al assemblatge dels para colps davanter, laterals i posterior s'emprarà un perfil de Ø25mm amb un espessor de 2mm. L'acer d'aquests perfils serà el mateix que per a la estructura principal del xassís, el AISI 4130 Normalitzat a 870°C.

2.3 Materials de soldadura

2.3.1 Soldador

La soldadura es realitzarà mitjançant soldadura MIG (GMAW) per un taller especialitzat en aquest tipus de processos.

Característiques de referència del soldador:

- Tensió CA 3x400 50Hz o AC 230 50Hz
- Mètode de soldadura – MIG, MMA
- Tecnologia IGBT
- Corrent de soldadura 250A
- Cicle de treball del 60%
- Intensitat màxima 12,8A
- Màxim consum d'energia 9,4kVA
- Regulació de la corrent de soldadura suau
- Avg. Carret amb fil de entre 200mm - 300mm

- Rev. Alimentació de fil 3 - 18m/min

Servint de referencia el soldador de la casa Sherman, model MIG 261 M/4R.

2.3.2 Fil de soldadura

Per a la soldadura s'utilitzarà un fil de soldadura de característiques ER70S-7 per a garantir una bona soldadura i de qualitat en totes les unions.

2.3.3 Gas de soldadura

Per a la soldadura s'emprarà un gas de igual o similar característiques al C-25 (75% argó(Ar) + 25% CO₂), no obstant el fil de soldadura seleccionat admet variacions en el gas sense perdre característiques.

2.3.4 Taula de soldadura

Amb el fi de ajustar al màxim la precisió en la soldadura, es necessita una taula de soldadura, amb les ferramentes necessàries per a la col·locació dels angles adequats en les unions entre els diferents perfils circulars. Així com la correcta alineació d'aquests.

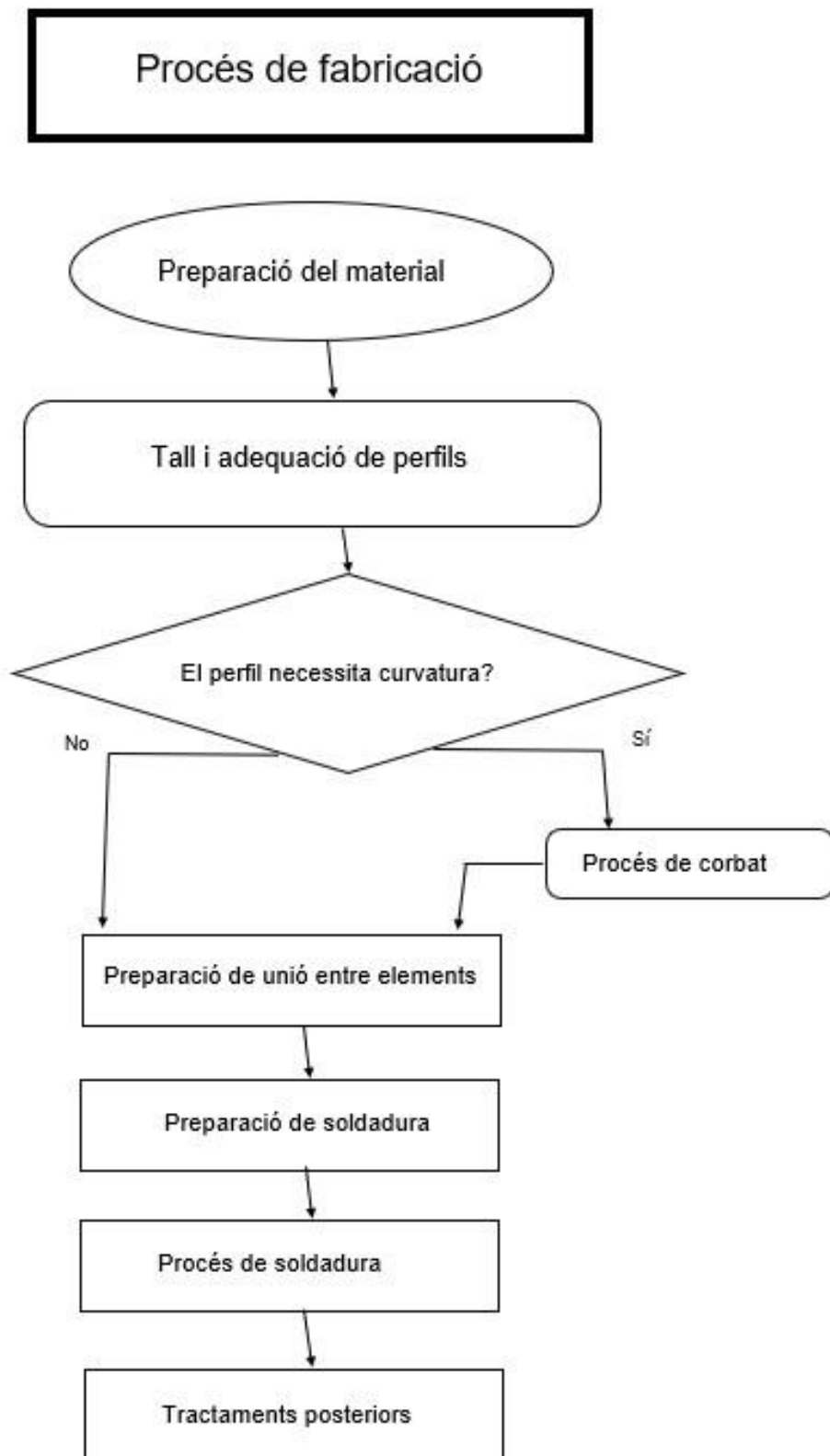


Il·lustració 88: Taula de soldadura

3. Condicions d'execució

En aquest apartat es detallarà el procés que es seguirà per a construir el xassís del kart.

El procés consta de diferents etapes, que es seguiran seqüencialment per a finalitzar en la unió entre tots els elements.



Il·lustració 9: Diagrama de flux de fabricació del xassís

3.1 Tall de perfils

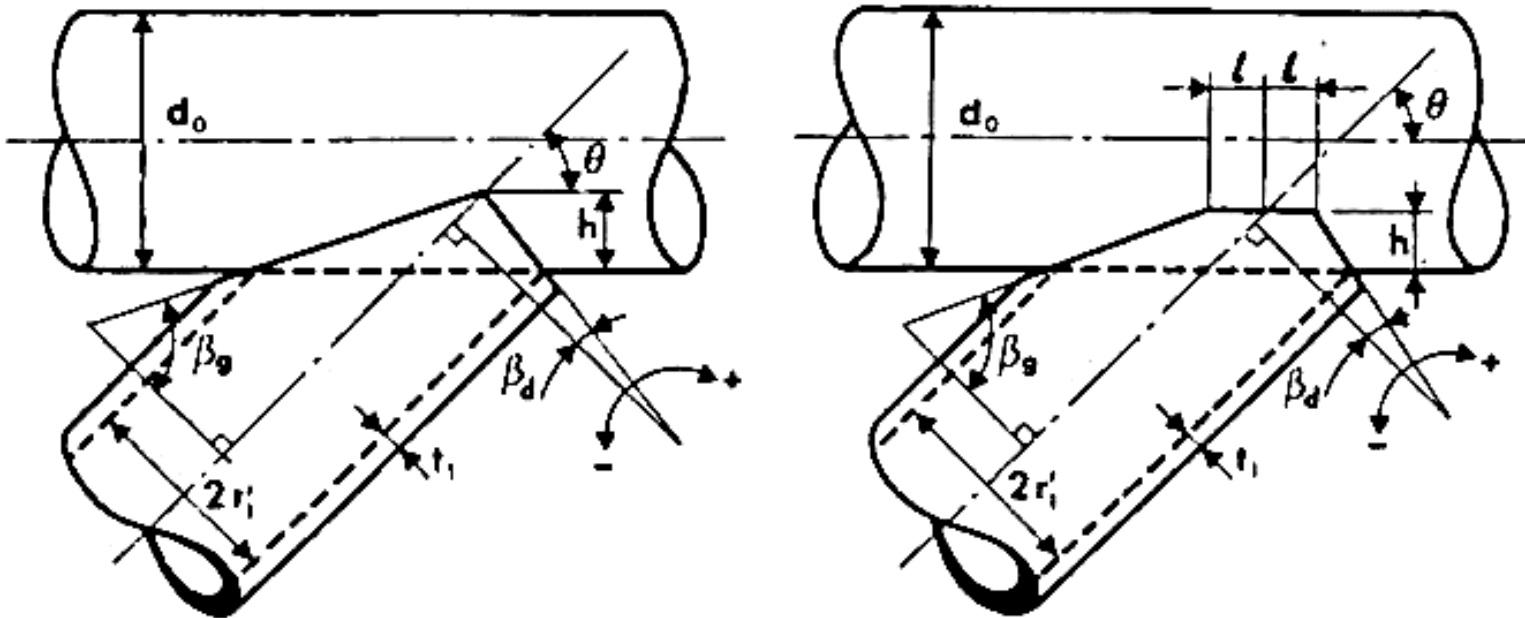
Els perfils son subministrats per els fabricants amb un tall recte i en barres de 6m de llargària, per tant es tindran que seccionar a la longitud adequada i aplicar les geometries de tall.

Per al tall es poden utilitzar diferents mètodes de tall:

- Tall per làser
- Tall per plasma
- Tall amb disc
- Tall amb serra de cinta

El mètode que es considera mes adequat tant per marges econòmics com per efectivitat es el tall per serra de cinta.

No obstant per als tall amb angles complicats s'utilitzarà el tall amb disc de radial, així es podrà realitzar els ajustos als perfils amb la mateixa ferramenta.



2 cortes

$$h = \frac{d_o}{2} - \sqrt{\frac{d_o^2}{4} - r'_1{}^2}$$

$$\alpha_g = \arctg \left(\frac{h \operatorname{sen} \theta}{r'_1 + h \cos \theta} \right)$$

$$\alpha_d = \arctg \left(\frac{h \operatorname{sen} \theta}{r'_1 - h \cos \theta} \right)$$

3 cortes

$$l = \sqrt{r'_1{}^2 - (r'_1 - t_1)^2}$$

$$h = \frac{d_o}{2} - \sqrt{\frac{d_o^2}{4} - (r'_1 - t_1)^2}$$

$$\alpha_g = \arctg \left(\frac{h \operatorname{sen} \theta}{r'_1 + h \cos \theta - l \operatorname{sen} \theta} \right)$$

$$\alpha_d = \arctg \left(\frac{h \operatorname{sen} \theta}{r'_1 - h \cos \theta - l \operatorname{sen} \theta} \right)$$

$$2 \text{ cortes y } 3 \text{ cortes: } \beta_g = 90^\circ - \theta + \alpha_g$$

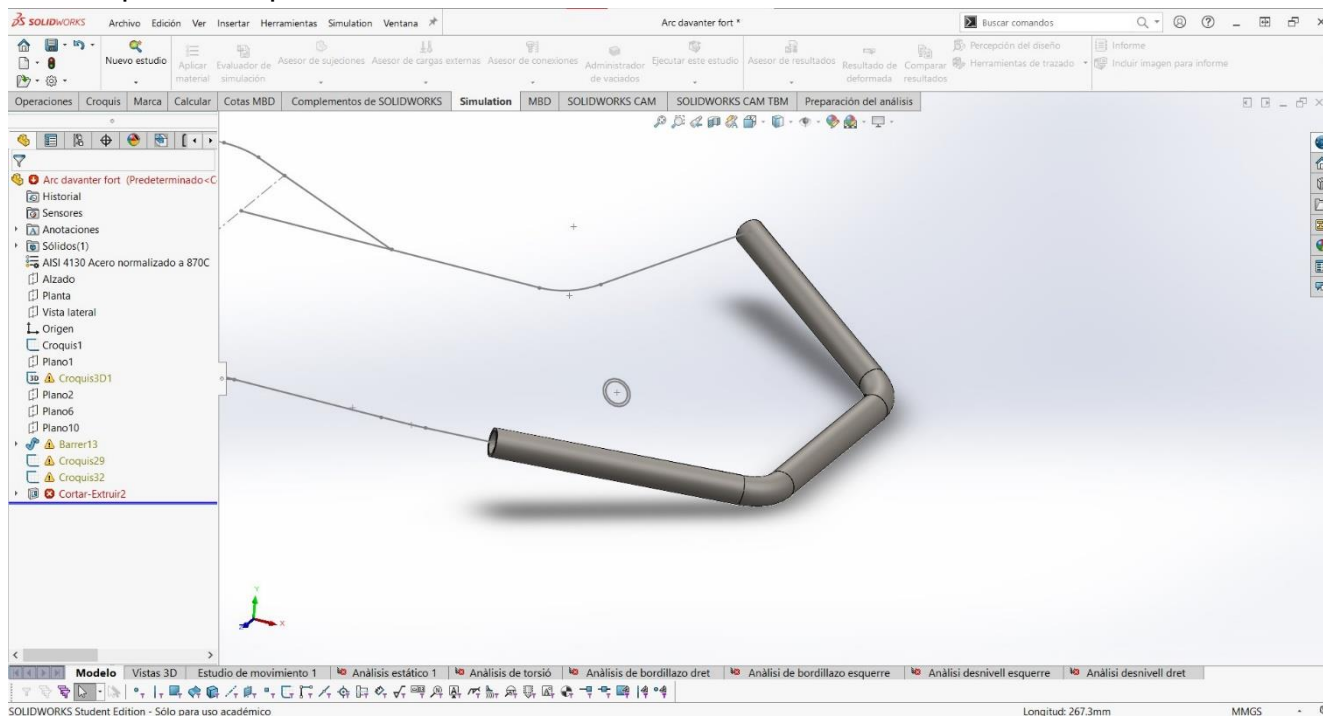
$$\beta_d = -90^\circ + \theta + \alpha_d$$

Seguint les indicació dels plànols i aplicant les formules anteriors, preferiblement amb el mètode de 2 talls, es realitzaran els talls per a realitzar les unions deixant material per a últims ajustos sobre el model final abans del procés de soldadura.

Aquesta tasca tindrà que realitzar-se per tècnics qualificats amb el fi de garantir la precisió i evitar errors.

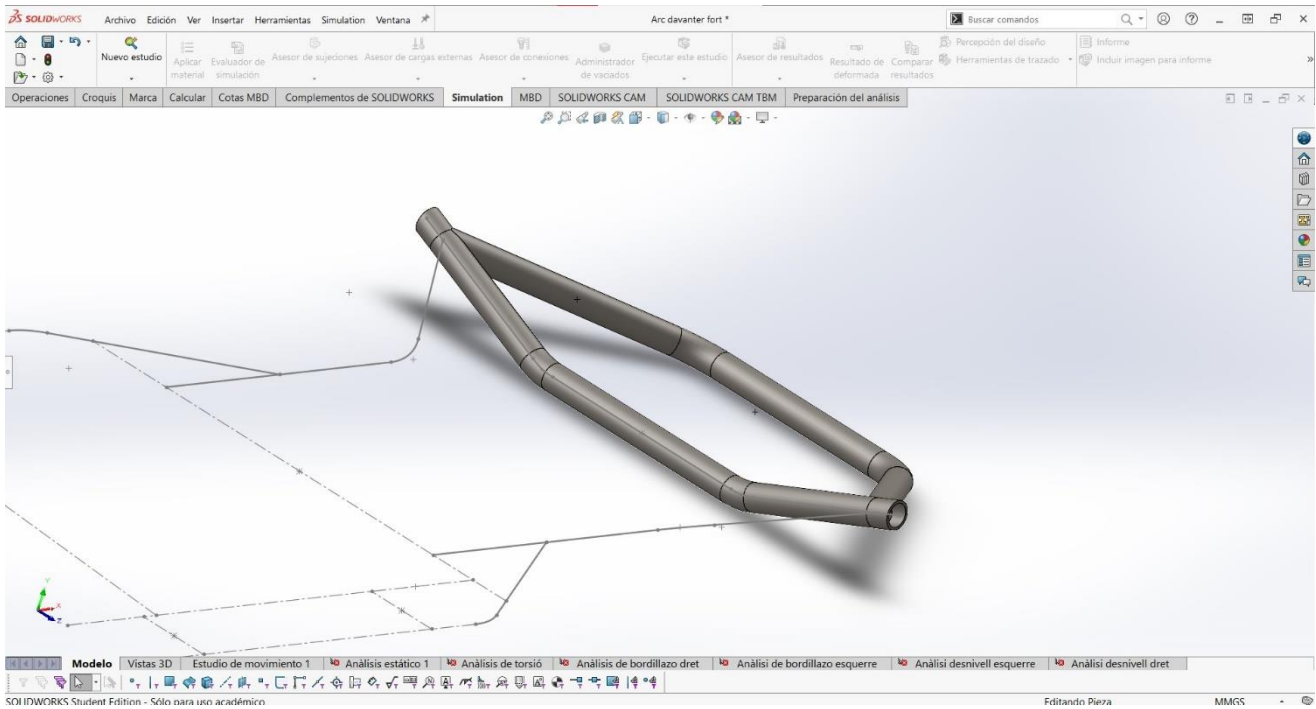
3.2 Curvatura de perfils

Per a aquest procés s'utilitzaran dobladors manuals o semi-assistides, amb el fi de doblar els perfils amb la curvatura exacta, en tot cas seguint les cotes del apèndix de plànols.

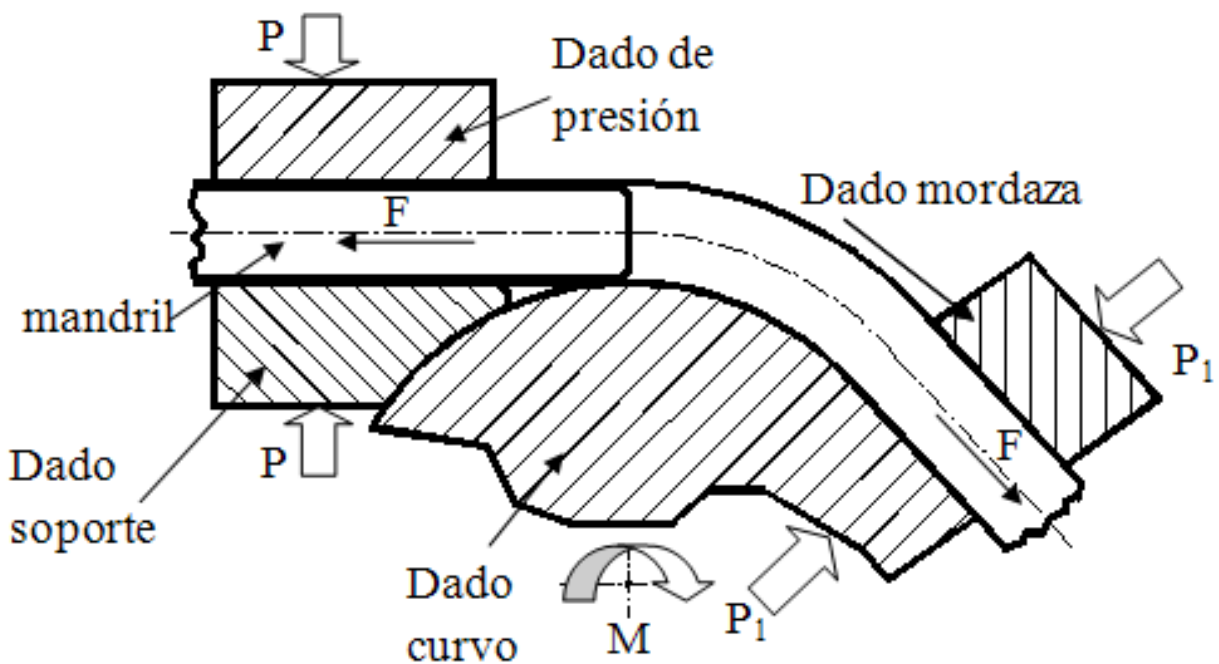


II-lustració 90: Arc davanter

Es crucial realitzar amb precisió els doblers de els perfils de la II-lustració 4 i la il-lustració 5, un error mínim en aquetes posicions modificaria greument la geometria del tren davanter.



Il·lustració 91: Conjunt d'arcs davanters centrals



Il·lustració 92: Esquema de dobladora de perfils

Existeixen diferents tipus de màquines de doblat de perfils, no obstant la majoria de dobladors manuals per a doblar angles concrets segueixen el model de la Il·lustració 6. No obstant es poden seguir mètodes amb dobladors de

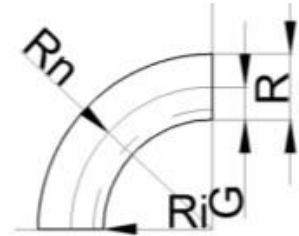
corròns, tot i que aquest tipus de dobladores estan enfocades a angles mes grans.

Per a calcular la longitud necessària del tub a doblegar s'utilitzaran les següents formules:

Angular 90°:

$$R_n = R_i + G$$

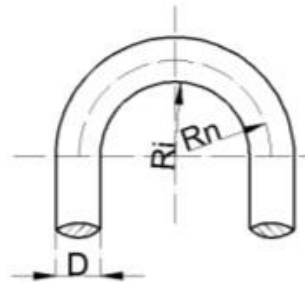
$$\text{Desarrollo} = \frac{\pi \times R_n}{2}$$



Perfil redondo:

$$R_n = R_i + \frac{d}{2}$$

$$\text{Desarrollo} = \pi \times R_n$$



Il·lustració 93: Longitud de doblegat

3.3 Procés de soldadura

Per al procés de soldadura s'empraran els equips i materials especificats en el punt 2.3 Materials de soldadura.

Els treballs es realitzaran en tot moment per operaris qualificats per a realitzar la soldadura.

Per a portar a fi la tasca, es necessitarà graduar la taula de soldadura amb els angles especificats en l'apartat de plànols. Per a portar a cap la soldadura amb les condicions optimes es requereix de precisió en el posicionament dels perfils prèviament doblats als angles requerits.

Es necessari realitzar la posta a punt del soldador mig amb la intensitat i velocitat de fil adequada prèviament al començament de la soldadura.

Es essencial realitzar una bona subjecció dels elements a soldar per a evitar desplaçaments generats per les tensions de soldadura.

El soldador procurarà realitzar una soldadura amb fil continu sense interrupció per a no provocar porus innecessaris que posteriorment podrien descartar l'estructura.



Il·lustració 94: Soldadura de un xassís de kart amb MIG

Una vegada finalitzades les soldadures es procedirà al raspallat de les soldadures per a una primera detecció dels errors solucionables.

3.4 Control de qualitat

El control de qualitat es basarà en dos grans apartats:

- Control d'alineacions.
- Control de soldadures.

3.4.1 Control de alineacions

El control d'alineació es una part fonamental del control de qualitat, per a garantir el control del kart en pista.

Per a realitzar la precisió del anàlisi, aquest es realitzarà sobre una taula marbre calibrat per a assajos, amb un peu de rei i rellotge comparador.

Alineació del tren davanter

Per al primer apartat del anàlisi es necessari muntar les maneguetes i els eixos, el segon pas es realitza amb el peu de rei, comparant les altures entre els dos costats, comprovant que la diferència entre els dos laterals no es superior a 3mm.

i es faran girar mentres tant es realitza la concentritat amb el rellotge comparador. La medició es realitzarà amb el correcte braç adaptador que permeta la correcta fixació i elevació.

Alineació del tren posterior

Per a l'anàlisi es muntarà l'eix del kart amb els rodaments en posició de funcionament i perfectament instal·lats.

El primer anàlisi es la medició d'altura, per a aquest apartat s'utilitzarà un peu de rei de recorregut oportú, comprovant que la diferència entre un costat i l'altre no siga major a 3mm.

Amb el mateix modus operand que ne l'eix davanter, es realitzarà l'anàlisi de concentritat fent girar l'eix mentres es revisa el rellotge comparador.

3.4.2 Control de soldadures

Per al control de qualitat en la soldadura s'utilitzaran diferents mètodes bàsics de detecció de defectes.

3.4.2.1 Control visual de soldadures

Es realitzarà una neteja de les zones de soldadura amb el fi de, amb una lupa si es necessari detectar visualment defectes en les soldadures. Es prestarà especial atenció a les zones de màxims concentradors de tensions, estudiats mitjançant l'estudi amb el simulador 3D.

3.4.2.2 Comprovació amb líquids penetrats

Neteja inicial de la peça

Per a la realització d'aquest mètode de comprovació, es necessària una neteja mes exhaustiva de les zones, deixant lliure de qualsevol tipus de líquid o oli, capaç de influir en el penetrament de les substàncies.

Aplicació del líquid penetrant

El segon pas serà l'aplicació del líquid penetrant en les zones a examinar, per a això es farà servir un pinzell lo suficientment suau com per a estendre correctament el líquid.

Mesura del temps de penetració

Caldrà seguir les instruccions específiques del fabricant del producte i esperar el temps d'aplicació necessari, que pot variar amb el model emprat.

Eliminació del líquid sobrant

Després del temps d'espera, es procedirà al retirat del líquid sobrant, aquest procés es pot realitzar mitjançant diferents mètodes:

- Per immersió

- Per polvorització
- Per ruixat del líquid netejador

Aplicació del líquid revelador

Una vegada realitzada la neteja es procedirà a aplicar el líquid revelador, que es podrà aplicar per els següents mètodes:

- Per immersió.
- Per polvorització.
- Per ruixat del líquid revelador.

Examen de la peça

Posteriorment es passarà a la fase d'anàlisi, en la que es necessària la correcta il·luminació natural o mitjançant fonts artificials en el cas del líquids no fluorescents. En el cas dels líquids fluorescents serà necessari l'empra de llampares de mercuri o tubs de llum violeta.

S'observaran les zones de més penetració i s'analitzaran les majors concentracions de líquid i estudiant la seua possible reparació o el descart de la peça.

Neteja final de la peça

Posteriorment a l'anàlisi i una vegada conclòs l'anàlisi, caldrà netejar totalment la peça, fent empra de dissolvents, detergents, etc.

Proves de servici

Les proves de servici constaran de una prova de servici en pista, en les condicions reglades:

- Pes del pilot: 75kg
- Duració del test: 50 – 55 km
- Condicions de pista: criteris de competició, no s'acceptaran fermes amb irregularitats.

Després del test es desmuntaran tots els elements del kart no necessaris per a realitzar les medicions i es tornarà a instal·lar el xassís en la taula de marbre i es realitzaran les mateixes medicions que en l'apartat 3.4.1 Control de alineacions.

Document n°4: Pressupost

1. Pressupost

En l'apartat de pressupost es desglossa els costos derivats del disseny, estudi i possible fabricació d'un prototip del model dissenyat en aquest treball.

1.2 Fase 1: Disseny

En aquest apartat es desglossen els costos de disseny atribuïts al disseny del model tal i com s'ha desenvolupat. Aquests preus estan estimats considerant uns preus per "unitat de obra" per tant inclouen els preus derivats de l'activitat.

Activitat	Quantitat	Cost	Montant
[h]		[€/h]	
Enginyer Junior	300	12	3.600,00€
Tutor del projecte	27	53	1.431,00€
Total Apartat de Disseny			5.031,00€

1.3 Fase 2: Materials emprats

Material	Unitats	Cost	Montant
Perfil Ø32mm Esp. 3mm	6,8m	9,63€/m	65,484€
Perfil Ø25mm Esp. 2mm	0,6m	6,32€/m	3,792€
Suport Manegueta	2ud	50,82€	101,64€
Suport Porta-rodaments per a soldar Riguetti Ridolfi	3ud	15,73€	47,19€
Total Apartat de Material			218,106€

1.4 Fase 3: Processos de fabricació

Procés	Unitats	Cost	Montant
Soldadura	34punts	12,07€/punt	410,38€
Soldadura de suports posteriors	3ud	15,10€/ud	45,30€
Doblat de perfils	8 ud	11,47€/ud	91,76€
Preparació i tall	3h	33€/h	99,00€
Preparació de Soldadura	4h	27€/h	108,00€
Total Apartat de Processos			1.272,58€

1.5 Resum

Fase	Cost
Fase 1: Disseny	5.031,00€
Fase 2: Materials emprats	218,106€
Fase 3: Processos de fabricació	1.272,58€
Benefici Industrial (10%)	652,169€
IVA (21%)	1.506,51€
TOTAL	8.680,259€

El valor de Pressupost d'Execució serà de 8.680,259€.



- Cambios a aplicar en 2020: así
- Texto a eliminar: así

REGLAMENTO TÉCNICO NACIONAL APLICABLE A TODOS LOS CAMPEONATOS COPAS, TROFEOS Y CHALLENGES DE ESPAÑA DE KARTING 2020

El presente Reglamento Técnico Nacional será de obligado cumplimiento en todos los Campeonatos, Copas y Trofeos de España de Karting, así como en todas las pruebas estatales de la categoría y/o modalidad correspondiente.

1) DEFINICIONES

1.1. Definición de un Kart

Un kart es un vehículo terrestre monoplaza sin techo o cockpit, sin suspensiones y con o sin elementos de carrocería, con 4 ruedas no alineadas que están en contacto con el suelo, las dos delanteras ejerciendo el control de dirección y las dos traseras conectadas por un eje de una pieza, transmiten la potencia.

Sus partes principales son: El chasis (comprendida la carrocería) los neumáticos y el motor.

1.2. Adquisición de datos

Todo sistema con memoria o no instalado en el kart, que permite al piloto, durante o después de la carrera, adquirir, leer, registrar, informar, transmitir, toda la información.

1.3. Telemetría

Transmisión de datos entre un kart en movimiento y una entidad exterior.

1.4. Partes mecánicas

Todas las necesarias para la propulsión, la dirección y el frenado, así como todo accesorio, móvil o no necesario para su funcionamiento normal.

1.5. Pieza de origen o de serie

Toda pieza habiendo seguido todas las fases de fabricación previstas efectuadas por el constructor del material considerado que es montada en el kart en su origen.

1.6. Composite

Material formado por varios compuestos distintos, cuya asociación confiere al conjunto propiedades que cualquiera de los compuestos no posee por separado.

1.7. Máximo

El valor más grande alcanzado por una cantidad variable; límite superior.

1.8. Mínimo

El valor más pequeño alcanzado por una cantidad variable; límite inferior.

1.9. Chasis

Estructura del conjunto del kart que ensambla las partes mecánicas y la carrocería, comprendida cualquier pieza solidaria de dicha estructura.

1.10. Chasis cuadro

Parte principal soporte monobloque del chasis soportando las piezas principales y auxiliares (dibujo técnico nº 1 en Anexos).

1.11. Motor

Por motor se entiende el conjunto motopropulsor del vehículo en estado de marcha, comprendiendo un bloque de cilindros, cárters, eventualmente caja de velocidades, un sistema de encendido, uno o varios carburadores (no sistema de inyección) y un tubo de escape (silencioso).

1.12. Cilindrada



Volumen V engendrado en el cilindro del motor, al desplazarse el pistón en su ascenso o descenso.

Este volumen expresado en cm^3 considerando el $n^\circ \pi$ "pi" de valor 3,1416.

$V = 0,7854 \times d^2 \times l \times n$; siendo d = diámetro del cilindro.

l = Carrera del pistón.

N = n° de cilindros.

1.13. Canalizaciones y conductos

Las canalizaciones y conductos son elementos cilíndricos o cilindro-cónicos que permiten el paso del gas, sea cualquiera su longitud o su posición.

Número de canalizaciones o conductos: el número de canalizaciones o conductos es la mayor cantidad de elementos cilíndricos o cilindro-cónicos que transmiten el gas del cárter de precompresión a la parte superior del pistón, así como los que transmiten el gas del cilindro a las lumbreras de admisión o de escape al exterior del cilindro.

1.14. Lumbreras de admisión o de escape

Una lumbrera está formada por la intersección de la periferia del cilindro y del conducto de admisión o de escape. Esta lumbrera, se abre o se cierra por el paso del pistón.

1.15. "Power Valve"

Se entiende por este sistema, cualquiera que, de forma manual o electrónica, eléctrica, hidráulica, o por otro medio, puede variar los momentos de apertura y/o cierre de las lumbreras de extracción del gas de escape, en el punto que sea entre el pistón y la salida del escape a la atmósfera mientras el motor está en funcionamiento.

1.16. Radiador

Es un intercambiador específico especial que permite refrigerar un líquido mediante el aire; intercambiador líquido/aire.

1.17. Depósito de combustible

Es todo continente de una capacidad de combustible susceptible de fluir hacia el motor.

1.18. Rueda

Está definida por la llanta con el neumático, que sirve para la dirección y/o propulsión del Kart.

2) PRESCRIPCIONES GENERALES

2.1. Categorías

Los Karts son repartidos en categorías.

Las especificaciones propias de cada categoría se indicarán en los reglamentos específicos de dichas categorías.

2.2. General

1. Aplicación de las Prescripciones Generales

Estas Prescripciones Generales se aplicarán a todas las categorías en aquellas pruebas en las que no estén sujetas a reglamentación específica.

2. Es deber de los concursantes probar ante los Comisarios Técnicos y los Comisarios Deportivos la conformidad total de su kart con los reglamentos en todo momento de la prueba. Los concursantes deben asegurar que sus karts cumplen las condiciones de conformidad y seguridad durante toda la duración de la prueba.

3. Modificaciones

Cualquier modificación está prohibida si no está explícitamente autorizada por algún artículo del presente reglamento o por razones de seguridad a criterio de los CC.DD. de la prueba.

Se entiende por modificación cualquier operación tendente a cambiar el aspecto inicial, las dimensiones, los planos o fotografías de una parte original homologada, representada en la Ficha de Homologación.



4. Añadido de partes o materiales

Cualquier añadido o fijación de materiales o partes está prohibida si no está expresamente autorizado por un artículo del presente reglamento o por razones de seguridad a criterio de los CC.DD. de la prueba. El material retirado no podrá ser utilizado de nuevo. La reconstrucción de la geometría del chasis después de un accidente está permitida mediante la adición de los materiales necesarios para su reparación (metal adicional para soldadura, etc.); Otras partes que hayan sido dañadas, no podrán ser reparadas por adición o fijación de materiales, a no ser que un artículo del presente Reglamento lo autorice expresamente.

2.3. Kart

1. Requerimientos generales

1. Un kart está compuesto por un chasis-cuadro (con o sin carrocería) los neumáticos y el motor. Deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
2. Posición de conducción: en el asiento, los pies hacia el frente.
3. Número de ruedas: 4
4. Equipamiento: el uso de titanio en el chasis está prohibido.

2.4. Chasis

1. Descripción de las partes y equipamiento

Está compuesto por:

- a) chasis-cuadro
- b) principales partes del chasis
- c) Partes auxiliares del chasis: con el fin de hacer más sólido el kart, tubos especiales y perfiles (partes auxiliares). Sin embargo, no deberán representar un riesgo para la seguridad del piloto y del resto de participantes.

2. Modificaciones e identificación

Cualquier modificación del chasis homologado está permitida excepto lo concerniente a:

- Indicaciones de la Ficha de homologación
- Indicaciones mencionadas en el Reglamento técnico.

3. Chasis-cuadro

1. Función

- Constituye por encima el principal elemento de soporte del vehículo.
- Sirve como conexión rígida de las principales partes correspondientes del chasis y de la incorporación de partes auxiliares.
- Dota al kart de la necesaria rigidez para las posibles fuerzas que se producen cuando está en movimiento.

2. Descripción

El chasis-cuadro es la parte central y de sujeción del conjunto del kart. Deberá ser lo suficientemente resistente para absorber las cargas producidas cuando el kart está en movimiento.

3. Requisitos

- Construcción de acero tubular magnetizado de sección cilíndrica. Una pieza con partes soldadas no podrá ser desmontada.
- Sin conexiones (móvil en 1, 2 o 3 ejes).
- La flexibilidad del chasis-cuadro corresponde con los límites de elasticidad de la construcción tubular.

4. Material

Acero estructural o aleación de acero estructural, respondiendo a las clasificaciones ISO 4948 y a las designaciones ISO 4949.

Están prohibidas las aleaciones de acero cuyo contenido de masa, de al menos un elemento de aleación, sea $\geq 5\%$.

El acero magnético utilizado debe poder pasar con éxito el test de "fuerza de contacto" siguiente: un imán con un campo magnético axial de (x) Tesla $\pm 2\%$ y de masa (x) gr, al que se fija una masa (sometida a la gravedad) de (x) gr, debe permanecer en cualquier punto pegado a la superficie de los tubos del chasis-cuadro.



Antes del test, las superficies de contacto se habrán deseado de cualquier tratamiento de acabado con la ayuda de un abrasivo.

En cualquier circunstancia, a discreción de los Comisarios Técnicos o de la Autoridad Deportiva o incluso por reclamación, se podrá realizar un análisis químico (por fluorescencia) y prevalecerá sobre el resultado del test de "fuerza de contacto".

2.5. Partes principales del chasis

1. Función

Transmisión de las fuerzas de la pista al chasis-cuadro solo mediante los neumáticos.

2. Descripción (Dibujo técnico No. 1)

Todas las partes que transmiten las fuerzas de la pista al chasis – cuadro sólo mediante los neumáticos:

- llantas con soporte
- eje trasero
- porta mangueta
- pivotes
- soportes de eje trasero y delantero

Si existen

- partes de conexión delante – detrás

3. Requisitos

Todas las partes principales del chasis deben estar sólidamente conexionadas entre sí al chasis-tubular.

Es obligatoria una construcción rígida, sin articulaciones (móvil en 1, 2 o 3 ejes).

Las conexiones articuladas están permitidas solo para los soportes convencionales del porta-mangueta y pivote de dirección.

Cualquier otro instrumento con función de articulación en 1, 2 o 3 ejes está prohibido.

Cualquier dispositivo hidráulico o neumático de absorción de oscilaciones está prohibido.

4. Requerimientos Eje Trasero

Podrá tener un diámetro exterior máximo de 50 mm y un espesor mínimo en todos los puntos de 1,9 mm (excepto en los chaveteros). Así mismo el espesor mínimo vendrá dado en función del diámetro exterior según la siguiente relación:

DIAMETRO	ESPELOR	DIAMETRO	ESPELOR
50	1,9	37	3,4
49	2,0	36	3,6
48	2,0	35	3,8
47	2,1	34	4,0
46	2,2	33	4,2
45	2,3	32	4,4
44	2,4	31	4,7
43	2,5	30	4,9
42	2,6	29	5,2
41	2,8	28	Macizo
40	2,9	27	Macizo
39	3,1	26	Macizo
38	3,2	25	Macizo

Para todas las categorías, el eje trasero debe ser de acero magnético.

5. Plano del chasis tubular y de las partes principales del chasis: Dibujo Técnico Nº 1 anexo.

2.6. Partes auxiliares del chasis

1. Función

Todos los elementos que contribuyen al correcto funcionamiento del kart, y como dispositivos facultativos, sujetos a su ser en conformidad con la Reglamentación a excepción de las partes principales del chasis.



Las partes auxiliares no pueden tener la función de transmitir fuerzas desde la pista hacia el chasis-tubular.

2. Descripción

- Fijación de los frenos, motor, escape, volante, asiento, pedales, paragolpes y silencioso de admisión
- Lastre
- Todos los dispositivos y conexiones
- Todas las placas y todos los soportes
- Otros puntos de fijación – secciones y tubos de refuerzo
- Frenos y discos de freno
- Etc.

3. Requisitos

Las partes auxiliares deben estar sólidamente fijadas, las conexiones flexibles están permitidas.

Todos los elementos que contribuyen al normal funcionamiento del kart deben estar conformes con el Presente Reglamento.

Estas partes deben estar montadas de tal forma que no puedan desprenderse del kart cuando este está en movimiento.

2.7. Dimensiones y peso

1. Especificaciones técnicas

Dimensiones y especificaciones:

Distancia entre los ejes:	Mínimo 101 cm. Máximo 107 cm.
Vía:	Como mínimo 2/3 de la distancia utilizada entre los ejes.
Largo total máximo:	182 cm, sin carenado frontal y/o trasero.
Ancho total:	140 cm máximo.
Alto total:	65 cm máximo desde el suelo, asiento excluido.

Ningún elemento debe sobrepasar el cuadrilátero formado por el carenado trasero y delantero y las ruedas.

Ver reglamento específico de cada categoría.

2. Pesos

Los pesos que se indican en cada categoría son mínimos absolutos que deben poder ser controlados en todo momento durante la competición, estando el piloto equipado normalmente para la carrera (casco, guantes, botas y mono).

Ninguna sustancia, sólida, líquida o gaseosa de ninguna naturaleza podrá ser añadida o retirada del kart antes del procedimiento de pesaje.

Toda infracción constatada en un control aleatorio durante o después de la prueba, llevará obligatoriamente a la descalificación del participante en la manga respectiva o en los entrenamientos cronometrados.

Los Comisarios tendrán en cuenta si la diferencia en el peso fuera por una pérdida accidental, constatada, de un componente del vehículo debido a una causa de fuerza mayor.

3. Lastres

Está permitido ajustar el peso del kart por medio de uno o varios lastres con la condición de que sean bloques sólidos fijados sobre el chasis-marco, una pieza auxiliar del chasis (excepto los paragolpes) o al asiento.

Peso máximo de un solo lastre: 5 kg. Los lastres combinados sobre la misma fijación cuentan como un único lastre.

El lastre deberá ir fijado por medio de herramientas con, al menos, dos tornillos:

- 0 - 2,5 kg: diámetro mínimo de 6 mm
- 2,6 - 5 kg: diámetro mínimo de 8 mm

Si el lastre se fija sobre una superficie auxiliar del chasis, todos los tornillos de fijación de la pieza auxiliar al chasis-marco deberán tener el mismo diámetro mínimo que aquel utilizado para fijar el lastre mismo.

Las placas de refuerzo son obligatorias para la fijación del lastre al asiento. Estos refuerzos, situados en el lado interno del asiento, deben tener un espesor mínimo de 1.0 mm y un diámetro mínimo de 20 mm.



4. Paragolpes

Son protecciones obligatorias delanteras, traseras y laterales. Estos parachoques deben ser de acero magnético. Deben estar homologados junto con las carrocerías.

1. Paragolpes delantero

- El paragolpes delantero debe consistir en al menos dos elementos de acero.
- Una barra superior de acero con un diámetro mínimo de 16 mm (los dos ángulos deben tener un radio de curvatura constante) y una barra inferior de acero con un diámetro mínimo de 20 mm (los dos ángulos deben tener un radio de curvatura constante) estando conectadas entre sí.
- Estos dos elementos deben ser independientes del anclaje de los pedales.
- El paragolpes delantero debe permitir el anclaje del carenado frontal obligatorio.
- Deberá estar fijado al chasis-cuadro en 4 puntos.
- **Estos dos elementos deben estar alineados verticalmente, tal y como se indica en el Dibujo Técnico 2c y perpendiculares a los tubos principales del chasis / fondo.**
- Voladizo: 350 mm como mínimo.
- Anchura de la barra inferior: recta y de 300 mm como mínimo y 310 mm como máximo (+/- 5 mm) en relación con el eje longitudinal del kart.
- Las fijaciones de la barra inferior deberán ser paralelas (en ambos planos vertical y horizontal) al eje del chasis y permitir el acoplamiento (sistema de anclaje al chasis-cuadro) de 50 mm de los paragolpes; deberán estar separados a 450 mm y centrados en relación con el eje longitudinal del kart a una altura de 90 +/- 20 mm desde el suelo.
- Anchura de la barra superior: recta y de 380 mm y 390 mm como máximo (+/- 5 mm) en relación con el eje longitudinal del kart.
- Altura de la barra superior: 200 mm y 250 mm máximo desde el suelo.
- Las fijaciones de la barra superior deberán estar a 550 mm separadas y centradas en relación con el eje longitudinal del kart.
- Las fijaciones de la barra superior y de la inferior deben estar soldadas al chasis-marco.

2. Paragolpes trasero

- Compuesto como un mínimo de una barra anti-bloqueo con un diámetro mínimo de 16 mm y una barra superior con un diámetro mínimo de 16 mm. El conjunto deberá estar fijado al marco en al menos 2 puntos (si es posible mediante un sistema flexible) a los dos tubos principales del chasis.
- Altura: como máximo el plano hacia lo alto del las ruedas delanteras y traseras; como mínimo 200 mm desde el suelo desde la barra superior y 80 mm +/- 20 mm desde el suelo para la barra anti-bloqueo,
- Anchura mínima: 600 mm.
- Voladizo trasero: 400 mm máximo.

3. Paragolpes laterales

- Deben estar compuestos de unas barras superior e inferior.
- Deben permitir la fijación de los pontones laterales obligatorios.
- Deben tener un diámetro de 20 mm.
- Deben estar fijados al chasis-cuadro en dos puntos.
- Deben ser paralelas al suelo y perpendiculares al eje del chasis, permitir el acoplamiento (sistema de anclaje al chasis-cuadro) de 50 mm de los paragolpes; deberán estar separados de 500 mm.
- Longitud mínima de las barras:
 - 400 mm para la barra inferior
 - 300 mm para la barra superior
- Altura de la barra superior: mínimo 160 mm desde el suelo.
- Su anchura externa en relación con el eje longitudinal del kart debe ser:
 - 500 +/- 20 mm para la barra inferior
 - 500 +100/-20 mm para la barra superior

4. Bandeja

Debe existir una bandeja en material rígido, desde el travesaño central del cuadro, hasta el frente del vehículo.

Debe estar bordeado lateralmente por un tubo, o un reborde, impidiendo que los pies del piloto resbalen fuera de la plataforma.

En caso de estar calado, los orificios no deben tener un diámetro superior a 1 cm. Y deberán estar distantes entre sí, como mínimo 4 veces su diámetro.



Adicionalmente, se podrá realizar un agujero de 35 mm como máximo, con la única función de acceder a la columna de dirección.

2.8. Carrocería

1. Definición

La carrocería está compuesta de todas las partes del kart que están en contacto con el aire, a excepción de las partes mecánicas definidas en el Art. 2.3, el depósito de combustible, y los portanúmeros.

La carrocería deberá estar impecablemente terminada y no presentar ningún carácter provisional y sin ningún ángulo vivo. El radio mínimo para cualquier ángulo o arista será 5 mm.

2. Carrocería

Deberá estar compuesto de dos pontones laterales, un carenado y un panel frontal, y de un carenado trasero (Ver dibujo técnico Nº 2-b y 2-e).

La carrocería deberá estar homologada por la CIK-FIA (solo categorías CIK-FIA o asimilables).

La combinación de 3 elementos de carrocería homologados de diferentes marcas o modelos esta autorizado.

Los 2 pontones laterales deberán ser del mismo tipo y como conjunto único.

Ningún elemento de la carrocería podrá ser usado como depósito de combustible o para la fijación del lastre.

No se permite el corte de ningún elemento de la carrocería.

3. Materiales

No metálicos; fibra de carbono, Kevlar y fibra de vidrio están prohibidos. Si se usa plástico, no debe ser posible astillarlo y no deberá tener ningún ángulo vivo como consecuencia de una rotura.

4. Pontones laterales

- No puede estar en ningún momento situado por encima del plano que pasa por la parte alta de los neumáticos delanteros y traseros ni por el exterior de un plano que pase por el exterior de las ruedas delantera y trasera (las ruedas rectas) en caso de carrera mojada, los pontones laterales no podrán estar situados más allá del plano que pasa por el borde exterior de las ruedas traseras.
- Tampoco se pueden encontrar más de 40 mm por detrás del plano vertical que pasa por los dos bordes exteriores de las ruedas (las ruedas rectas).
- Deben tener una distancia al suelo de 25 mm mínima y de 60 mm máxima.
- La superficie de los pontones laterales debe ser uniforme y lisa no debe llevar consigo agujeros o decapados más que los necesarios a su fijación.
- Distancia entre la parte delantera de los pontones laterales y las ruedas delanteras: 150 mm máximo.
- Distancia entre la parte trasera de los pontones laterales y las ruedas traseras: 60 mm máximo.
- Ninguna parte de los pontones laterales podrá cubrir ninguna parte del piloto sentado en posición normal de conducción.
- Los pontones laterales no se podrán superponer al chasis-cuadro visto por debajo.
- Debe tener en su cara exterior una superficie vertical de 100 mm de alto como mínimo y de 400 mm de longitud como mínimo situada inmediatamente encima de la distancia al suelo.
- No debe poder acumular agua, arena, o cualquier otra sustancia.
- Debe estar fijada sólidamente a los paragolpes laterales.
- Debe tener prevista sobre la superficie vertical trasera de las ruedas un emplazamiento para los números de competición.

5. Carenado delantero

- En ningún momento debe estar situado por encima del plano que pasa por la parte alta de las ruedas delanteras.
- No debe tener aristas vivas.
- Tiene que tener una anchura mínima de 1.000 mm y como máximo la anchura exterior del tren delantero.
- La distancia máxima entre las ruedas delanteras y la parte trasera del carenado: 180 mm.
- Voladizo delantero: 680 mm.
- El carenado debe tener en su cara delantera una superficie vertical (con una tolerancia de +/- 5º respecto al plano vertical teórico) de 80 mm de altura como mínimo y de 350 mm de longitud como mínimo situado inmediatamente por encima de la distancia al suelo.
- No debe poder acumular agua, arena, o cualquier otra sustancia.
- Kit de montaje de carenado delantero (Dibujo Técnico nº 2c).



- Dicho Kit debe corresponder con el sistema de fijación homologado por CIK, válido y en curso: KG SAS – modelo KMS y nº de homologación 1/CA/20 – 01/01/ ET. **Debe de estar en perfectas condiciones, sin ningún tipo de rotura, agujero o grieta.**

6. Panel frontal

- No debe estar situado por encima del plano horizontal que pasa por la parte alta del volante.
- Debe dejar un espacio de por lo menos 50 mm entre el volante y el propio panel y no extenderse más allá del carenado delantero.
- No debe interferir el funcionamiento normal de los pedales ni cubrir cualquier parte de los pies en la posición normal de conducción.
- Su anchura debe ser 250 mm mínimo y 300 mm máximo.
- Debe estar fijado sólidamente en base a la parte delantera del chasis-cuadro directa o indirectamente.
- Por arriba debe estar sólidamente fijado al soporte de la columna de dirección por una o varias barras independientes.
- Debe estar previsto sobre este panel frontal un emplazamiento para los números de competición.

7.- Protecciones traseras

- Para todas las categorías, es obligatoria la instalación de una protección trasera de las ruedas posteriores, homologado por CIK/FIA y/o por la RFEDA.
- No se permite modificar el chasis para encajar la protección trasera (la modificación del chasis solo se permite al Fabricante del chasis, dentro del cumplimiento de la ficha de homologación y posibles extensiones).
- El diseño y funcionamiento de la protección trasera debe ser aprobado por el Grupo de trabajo de la CIK FIA y/o por la RFEDA.
- La protección trasera debe estar fabricada en plástico expandido y no presentar ningún peligro. Asimismo, la estructura debe ser de plástico moldeado sin relleno de espuma, y su espesor debe ser constante para proporcionar una resistencia uniforme.
- Nunca podrá estar situado bajo ninguna circunstancia en un plano por encima de las ruedas traseras.
- La superficie debe ser uniforme y suave; no debe incluir agujeros o cortes que aquellos necesarios para su anclaje y/o presentes en la homologación.
- El espacio entre la parte frontal de la protección trasera y superficie de las ruedas traseras debe estar comprendido entre: 15 mm mínimo y 50 mm máximo.
- Anchura mínima: 1.340 mm
- Anchura máxima: la de ancho total, en cualquier momento y circunstancia.
- Altura al suelo: 25 mm mínimo; 60 mm en un mínimo de 3 espacios con un ancho de 200 mm como mínimo, situado en la extensión de las ruedas traseras y en el eje central del chasis.
- Debe tener una altura mínima de 200 mm por encima del suelo y tener atrás una superficie vertical (+0°/-5°) con una altura mínima de 100 mm inmediatamente sobre la altura al suelo, medida en un mínimo de 3 espacios de 200 mm como mínimo, situado en la extensión de las ruedas traseras y el eje central del chasis (de acuerdo con el dibujo técnico nº y 2-e).
- Voladizo trasero: 400 mm máximo.
- La unidad debe estar anclada en el marco en al menos dos puntos por soportes homologados con la protección y en plástico, aluminio o acero (de preferencia por sistema absorbedor) en los dos tubos principales del chasis, o en el parachoques (barra superior y la barra anti-interlocking Art. 2 punto 5.2) y debe ser posible instalarlo en cualquier chasis homologado (respecto a las dimensiones F homologadas que pueden variar de 620 a 700 mm)
- Si se monta un carenado trasero con las dimensiones físicas del paragolpes trasero, el montaje de la barra anti-locking y de la barra superior es opcional.

2.9. Transmisión

Deberá siempre efectuarse sobre las ruedas traseras, el método es libre, pero todo tipo de diferencial está prohibido, ya sea por el eje, el cubo de la rueda o por cualquier otro medio.

Dispositivo libre bajo reserva de no comportar diferencial.

Todo dispositivo de lubricación de la cadena está prohibido, salvo que se trate de un sistema aprobado por la CIK.

2.10. Cubrecadenas

Es obligatorio y deberá recubrir eficazmente el piñón y la corona hasta la altura del eje de la corona.

Para todas las categorías sin caja de cambios, (Internacionales KF o asimilables, ALEVÍN y CADETE), es obligatoria la utilización de una protección eficaz que cubra la parte superior y ambos lados de la corona y cadena, extendiéndose como mínimo hasta el plano inferior del eje trasero.

En las categorías con caja de cambios, es obligatoria la utilización de una protección eficaz que cubra el piñón y la corona hasta el centro del eje trasero.



2.11. Suspensión

Todo dispositivo de suspensión, elástico o articulado está prohibido.

Elementos de suspensión mecánicos, hidráulicos o neumáticos están prohibidos en todo el kart.

2.12. Frenos

Los frenos deben estar homologados por CIK-FIA.

Podrán ser hidráulicos. El control de freno (la unión entre el pedal y la(s) bomba(s)) deberá ser doblado (si se usa un cable, deberá tener un diámetro mínimo de 1,8 mm y ser bloqueado con un aprieta cable de tipo arandela).

Para las categorías sin caja de cambio, deberán funcionar en al menos ambas ruedas traseras simultáneamente.

Los discos de carbono están prohibidos.

Desde el 1 de enero de 2015, los discos de frenos deben ser obligatoriamente de acero, acero inoxidable o hierro fundido. Es igualmente aplicable para las homologaciones en curso de validez.

Para la categoría Junior, está prohibido cualquier sistema de frenado en las ruedas delanteras.

Para las categorías con caja de cambios, deben actuar en las 4 ruedas, con sistemas que operen independientemente en los dos ejes.

En caso de fallo en uno de los trenes, el sistema debe garantizar que el otro sigue frenando.

Para todas las categorías Internacionales o asimilables, es obligatorio la utilización de una pieza de protección eficaz (en Teflón, Nylon, Delrin, fibra carbono, Kevlar, o Rislán), para los discos de freno que sobresalgan del plano inferior o estén al mismo nivel que los tubos principales del chasis, más próximos al suelo. Esta protección deberá ser posicionada a los lados en relación al disco en el eje longitudinal del chasis o debajo del disco.

Se puede modificar la superficie del disco de freno mediante operaciones de mecanizado, agujereado, rayado, pero únicamente por el fabricante y bajo su propia responsabilidad. Sin embargo, se prohíbe cualquier modificación que cambie las dimensiones de las piezas originales indicadas en la Ficha de Homologación.

Para la categoría **ALEVIN y CADETE MINI** el uso de un sistema similar de protección del disco de freno es obligatorio.

Se autoriza la instalación de un canalizador de aire dirigido al freno trasero, que deberá estar debidamente fijado.

2.13. Dirección

Debe estar accionada por un volante de sección circular. Con un perímetro continuo. Por razones de seguridad el volante no debe presentar ninguna parte angular.

Los tercios superiores e inferiores de la circunferencia pueden ser rectilíneos o tener un radio diferente del resto del volante.

El aro debe ser realizado con una estructura metálica en acero o en aluminio.

Todo dispositivo montado en el volante no deberá sobrepasar en más de 20 mm el plano que pasa por encima del volante y no debe presentar aristas vivas (Dibujo técnico No 8, en Anexos).

Se prohíbe todo mando flexible por cable o cadena.

Todos los elementos de la dirección deben comportar un sistema de fijación ofreciendo toda seguridad (tuercas abulonadas, remachadas o autoblocantes).

La columna de dirección debe tener un diámetro mínimo de 18 mm y un espesor mínimo de 1,8 mm.

Debe estar montada con un sistema de clip de seguridad para la tuerca de sujeción del rodamiento inferior.

Para todas las categorías, la columna de dirección debe ser de acero magnético.

2.14. Asiento

El asiento debe estar concebido de manera tal que el piloto esté eficazmente encajado, a fin de evitar deslizamientos delanteros o laterales en curvas o al frenar.



Además, todos los asientos deberían contar con un refuerzo de, nylon, acero o aluminio laminado en su punto de fijación a los soportes superiores de los asientos, entre soporte y asiento.

Estos refuerzos deben tener un grosor mínimo de 1,5 mm y una superficie mínima de 13 cm² o un mínimo de 40 mm. de diámetro.

Será obligatorio montar placas de refuerzo para la fijación del lastre. Estos refuerzos deben tener un espesor mínimo de 1.0 mm y un diámetro de 20 mm.

Todos los soportes deben estar atornillados o soldados en cada extremo y si no son usados, deberán ser retirados del chasis y del asiento.

Los tornillos que unen los soportes con el asiento, incluidos los tirantes, deben de estar bien apretados y no se autoriza dejarlos sueltos.

2.15. Pedales

Los pedales, cualquiera que sea su posición, no deberán nunca sobrepasar el chasis, paragolpes incluido, y deberán situarse delante de la bomba.

En caso de instalar cualquier elemento o suplemento adicional, deberá estar correctamente fijado.

2.16. Acelerador

El acelerador debe ser accionado por pedal, debiendo tener un muelle de retroceso.

La conexión entre el pedal y el carburador será obligatoriamente mecánica.

2.17. Ruedas y neumáticos

Las ruedas deben estar equipadas de neumáticos (con o sin cámara de aire).

El número de ruedas se establece en 4, así como el número de neumáticos.

Sólo los neumáticos pueden entrar en contacto con el suelo cuando el piloto esté a bordo.

Por tren de neumáticos se entiende, dos neumáticos delanteros y dos neumáticos traseros.

Toda otra combinación está prohibida.

La utilización simultánea de neumáticos de distintas marcas o de slicks y neumáticos para lluvia en un mismo kart está prohibida bajo cualquier circunstancia.

La fijación de las ruedas debe comportar un sistema de seguridad (tuercas abulonadas o autoblocantes).

Se prohíbe cualquier válvula o sistema para ajustar, limitar o monitorizar la presión del neumático cuando está en uso.

1. Llantas

El diámetro de la llanta debe ser como máximo de 5". Todas las categorías.

La utilización de llantas según el Reglamento CIK es obligatorio (Dibujo Técnico N° 4).

No esta permitida la utilización de separadores o inserciones entre el neumático y el borde de apoyo de la llanta.

2. Neumáticos

Los neumáticos del grupo 2 serán objeto de una homologación de acuerdo con el artículo vigente de este reglamento.

Para todas las categorías, el calentamiento o enfriamiento de los neumáticos no será autorizado, así como el recauchutado de los mismos.

La utilización de productos químicos para el tratamiento de los neumáticos está prohibida.

Si en uno de estos homologados se efectúan recortes, separaciones o adiciones de diferentes huellas en los neumáticos, no serán considerados ya homologados.

Los neumáticos de tipo radial y asimétrico, están prohibidos en todas las categorías.



Sin embargo, la simetría entre el lado derecho e izquierdo de la huella podrá ser desplazada en relación con la parte central del neumático.

Toda infracción constatada en un control aleatorio durante o después de una manga clasificatoria, entrenamientos clasificatorios o carrera conllevará obligatoriamente la descalificación del piloto en dicha manga clasificatoria, entrenamientos clasificatorios o carrera.

Neumáticos de 5"

El diámetro máximo exterior del neumático delantero será de 280 mm y el trasero de 300 mm.

Para todos los neumáticos, el ancho máximo de una rueda trasera completa y montada (llanta y neumático) es de 215 mm y el de la delantera, 135 mm, excepto indicación contraria en los reglamentos técnicos específicos.

Estas dimensiones son máximos absolutos que deben poder ser controlados en todo momento de la competición.

Neumáticos de 6"

Los neumáticos de los karts del grupo 2, deben estar homologados.

Solo los neumáticos homologados marcados CIK/SK-ICE son autorizados para esta categoría.

La anchura máxima de la llanta es 250 mm, y el máximo diámetro exterior es 350 mm.

2.18. Retenedores de neumático

Sobre las ruedas delanteras y traseras es obligatorio el montaje de algún sistema de retención formado por un mínimo de 3 fijaciones situadas en la parte exterior de la llanta. Salvo indicación contraria en los reglamentos específicos de la categoría.

2.19. Motor

El motor debe ser del tipo 2 tiempos sin compresor exterior, o cualquier sistema de sobrealimentación.

Los motores deben estar homologados y ser objeto de una ficha descriptiva llamada ficha de homologación.

Todo sistema de inyección está prohibido. La pulverización de productos distintos del carburante está prohibida.

El motor no deberá tener compresor ni sistema alguno de sobre alimentación.

Cualquier modificación en el interior del motor, si está permitido por el reglamento, sólo podrá llevarse a cabo mediante la eliminación de material.

Catálogos de Piezas: Todas las piezas del motor deberán ser originales y figurar en el catálogo de repuestos del fabricante, exceptuando las autorizadas expresamente en los reglamentos específicos.

1. Cilindros

Para todos los motores de 125 cc el cilindro o camisa, debe ser de fundición sin ningún tratamiento superficial (cromado, nickasil...), exceptuando una indicación contraria en la reglamentación específica de cada categoría.

Para los motores no encamisados es posible reparar los cilindros por aporte de material, pero no de piezas.

Culata: está autorizada la reparación del emplazamiento de la bujía por un helicoil.

2. Refrigeración por agua

Para todas las categorías utilizando la refrigeración por agua, los radiadores deben situarse por encima del chasis-cuadro a una altura máxima de 50 cm en relación al suelo, a una distancia máxima de 55 cm por delante del eje de las ruedas traseras, y no interferir con el asiento. Todas las tuberías deben ser de un material concebido para resistir una temperatura de 150 °C y una presión de 10 bar.

Para la regulación de la temperatura está permitido desplazar delante o detrás del radiador, un sistema de láminas (no bandas adhesivas). El dispositivo puede ser móvil (regulable) pero no debe ser desmontable o desprendible cuando el kart está en marcha y no presentar elementos peligrosos. Los sistemas de by-pass (tipo termostato mecánicos) están autorizados.

Asimismo, se permite poner cinta adhesiva en el radiador siempre y cuando se den, al menos, dos vueltas al mismo.



No se permite instalar ningún elemento adicional en el radiador que sirva para canalizar el aire hacia el mismo (por ejemplo, flaps laterales).

3. Bomba de agua

La bomba de agua y su instalación serán según estén determinadas en el reglamento específico de cada categoría.

4. Carburadores

Todo sistema de inyección está prohibido. La pulverización de otros productos distintos al carburante está prohibida.

Para la categoría sin caja de velocidades, solo está permitido un dispositivo manual adicional constituido por tornillos ajustables (sin modificación del carburador) si el reglamento específico lo permite.

El empleo de una válvula de mariposa o guillotina mandada manualmente desde el volante está autorizado a nivel del record de unión entre el carburador y el silencioso de aspiración.

5. Encendido

Los sistemas de encendido variable (sistemas de avance y retroceso progresivo) están prohibidos, así como todo sistema electrónico que permita un autocontrol de los parámetros que utiliza el motor para su funcionamiento cuando el kart está en marcha.

Para los encendidos con un rotor externo y que quede expuesto, deberá ser montada una protección eficaz que cubre las partes rotantes.

Los comisarios deportivos podrán solicitar en cualquier momento, la sustitución del sistema de encendido de cualquier concursante por un sistema suministrado por la RFEDA (por el mismo modelo homologado).

2.20. Silencioso de aspiración

Es obligatorio un silencioso de aspiración homologado y aprobado por la CIK-FIA en todas las categorías. Será de aplicación la tabla de silenciosos de aspiración homologados por la CIK para cada categoría específica.

2.21. Escape

En Junior, Senior y Senior-KZ2 el escape debe estar homologado.

El escape debe efectuarse detrás del piloto y no producirse a una altura superior a 45 cm. en relación al suelo.

La salida del silencioso de escape cuyo diámetro externo deberá ser superior a 3 cm., y no debe exceder de los límites establecidos en los Art. 2.7.1 y 2.7.4.

Está prohibido hacer pasar el escape de la forma que sea por la parte delantera o por el plano donde se inscribe el piloto sentado en su posición normal de conducción.

Los comisarios deportivos podrán solicitar en cualquier momento, la sustitución del escape (colector o silencioso) de cualquier concursante por un sistema suministrado por la RFEDA (por el mismo modelo homologado).

Para todas las categorías, el escape debe ser de acero magnético.

2.22. Puesta en marcha y embrague

El sistema de puesta en marcha es libre, y el embrague será de sistema en seco".

Para los motores provistos de embrague centrífugo es obligatorio un sistema que permita el paro del motor, con un interruptor de fácil acceso desde el puesto de conducción.

Está prohibida la presencia de cualquier tipo de lubricante dentro del conjunto del embrague.

Para las categorías Junior, Senior y Senior-KZ-2, se permite el uso de uno o dos pulsadores de arranque / parada en lugar de la unidad de llave de contacto a condición de que los conectores sean los mismos para que el cableado pueda ser sustituido en todo momento.

2.23. Ruidos Fonometría

Es obligatorio un dispositivo silencioso de escape eficaz. El límite de ruido establecido es de **108 Db/a** incluidas todas las tolerancias y la influencia del ruido del entorno.



Se podrán realizar controles en todo momento de la prueba. Toda infracción constatada en un control en el curso de la prueba será notificada a los Comisarios Deportivos.

Cualquier infracción al control fonométrico, podrá ser sancionado por los Comisarios Deportivos de acuerdo a las penalizaciones previstas en el Anexo 1.

2.24. Adquisición de datos y telemetría

Están autorizados los sistemas de adquisición de datos ya sean provistos de memoria o no.

Deben permitir la lectura de:

Régimen de motor (por inducción sobre el cable de alta tensión de la bujía).
Dos indicaciones de temperatura.
Una velocidad de rueda.
Un acelerómetro según X e Y.
Datos GPS
Tiempo por vuelta.

La telemetría está prohibida.

Todo sistema de comunicación por radio entre pilotos en pista y cualquier otra entidad está prohibido.

2.25. Depósito de combustible

Debe estar sólidamente fijado al chasis, sin que la sujeción tenga un carácter provisional, y concebido de tal manera que, sea por sí mismo o por tuberías de conexión (las cuales deben ser de material blando), no presente ningún riesgo de fuga durante la prueba, y no debe de ninguna manera constituir una parte de la carrocería.

Sólo debe alimentar al motor bajo la presión atmosférica normal.

Su capacidad estará establecida en cada reglamento específico.

Es obligatorio situarlos entre los tubos principales y el marco por delante del asiento o por detrás del eje de rotación de las ruedas delanteras.

En todas las categorías será obligatorio instalar un "Kit de depósito de combustible" (montaje rápido), salvo indicación contraria en el reglamento específico de la categoría.

2.26. Combustible

1. Combustible oficial

Para las pruebas puntuables para los Campeonatos, Copas, Trofeos y Challenges de España de Karting, el combustible oficial a utilizar por los participantes procederá del surtidor o del distribuidor oficial que será designado en cada una de las pruebas.

2. Surtidor oficial / Distribuidor Oficial.

Cualquier información puntual relativa al combustible será publicada en el Reglamento Particular y en el Tablón de Anuncios de la prueba correspondiente.

3. Suministro del combustible

Los participantes no podrán utilizar otro carburante distinto al oficial durante toda la duración de la prueba.

Será responsabilidad del concursante /piloto el almacenamiento de los bidones metálicos homologados, y cumplir con lo especificado en el artículo 21.1.3. y 4. del Reglamento Deportivo de Karting, manteniendo en todo momento un extintor de al menos 3 Kg. en perfectas condiciones de uso en su zona de trabajo o avance.

Todo kart deberá disponer en su depósito de combustible de al menos 1.5 litros de combustible en cualquier momento de la prueba.

4. Mezcla de aceite



Los únicos aceites autorizados serán los establecidos en la lista de aprobados por la CIK.

Los participantes están obligados a declarar en el pasaporte técnico la marca, tipo y porcentaje de aceite que utilizarán en la prueba.

Una vez declarado, el participante deberá mantener en todo momento los valores.

Previo petición escrita a los Comisarios Deportivos de la prueba, el participante podrá solicitar una variación del porcentaje de mezcla de aceite aplicado, no estando autorizado hasta que reciba la aprobación escrita de los Comisarios Deportivos.

Cuando se realice un análisis de combustible, éste será llevado a cabo tomando en cuenta el porcentaje de aceite declarado en el Pasaporte Técnico y no se aceptará un cambio en este porcentaje si previamente no ha sido autorizado por los Comisarios Deportivos.

5. Sustitución del combustible

En cualquier momento de la prueba, los Comisarios Técnicos podrán solicitar al piloto la sustitución de todo el combustible de su depósito, por combustible suministrado por la organización procedente del surtidor oficial o distribuidor oficial con mezcla de aceite de la marca y porcentaje declarado por el concursante.

6. Sanciones

Si las muestras recogidas del kart o del bidón usado para almacenar el combustible no se corresponden con las muestras tomadas por los Comisarios Técnicos, o un equipo no facilitará la recogida de la muestra, al concursante y/o piloto infractor se le aplicará una penalización.

Cualquier infracción al procedimiento, será sancionada a criterio de los Comisarios Deportivos, pudiendo llegar hasta la descalificación de la prueba.

El uso de un combustible distinto al oficial será sancionado por los Comisarios Deportivos con la Descalificación de la prueba.

7. Análisis Combustible

Durante el transcurso de la prueba, los Comisarios Técnicos, a petición de los Comisarios Deportivos, podrán tomar muestras de la gasolina utilizada por los participantes.

Los Comisarios Técnicos dispondrán de combustible del Surtidor Oficial o Distribuidor Oficial, y procederán a realizar las muestras de estandarización con los distintos aceites y porcentajes de mezcla utilizados por los participantes, pudiendo realizarse los análisis comparativos que determinen los Comisarios Deportivos entre las muestras de los Comisarios Técnicos y las de los equipos elegidos a este fin. Dichos análisis comparativos se realizarán con instrumentación homologada al efecto en base al procedimiento CIK.

La comparación entre los valores obtenidos con los que se tienen del combustible original permitirá obtener la conformidad de la muestra extraída del concursante.

En cualquier momento, la cantidad de combustible del kart debe tener un mínimo de 1,5 litros, para la obtención de las muestras.

Esta muestra normalmente será tomada del depósito del concursante. Sin embargo, también podrá solicitarse del bidón usado por el equipo para almacenar combustible.

La identificación de las muestras se hará de acuerdo con lo establecido en las PCCCTE, según el procedimiento usado para el marcaje de piezas a retener.

Si el concursante presenta una intención de apelar la decisión de los Comisarios Deportivos, las muestras deberán ser enviadas al laboratorio reconocido por la RFEDA. Según procedimiento y plazos estipulados en las PCCCTE, exceptuando la cantidad expresada en el mismo, que será de 1,5 litros (0,5 litros por muestra).

Se elaborará una muestra con el combustible oficial y con el aceite y porcentaje declarado en el pasaporte por el participante. Si así se requiere aportará un litro del aceite declarado, en un envase nuevo sin desprecintar sin ningún tipo de manipulación. Esta muestra patrón se enviará para la comparación de los combustibles.

Por "combustible comercial", a utilizarse en las competiciones de karting, la RFEDA entiende un combustible de automoción con descalificación de ningún otro aditivo. Refinado por una compañía petrolera y distribuido corrientemente por las estaciones de servicio del lugar en donde se desarrolla la prueba, de venta comercial corriente.

La Organización de la prueba, podrá suministrar el carburante a todos los participantes, al precio que se indique en el Reglamento Particular de la prueba; siendo en este caso obligatorio.



2.27. Mezcla usada en los motores de dos tiempos

El carburante, debe ser una mezcla del combustible comercial con un aceite aprobado CIK/FIA de venta libre. Está estrictamente prohibida la adición de cualquier aditivo que modifique la composición del carburante de base.

2.28. Aceites

Sólo se podrán utilizar aceites/lubricantes aprobados por la CIK/FIA.

2.29. Equipamiento. Indumentaria de seguridad para los pilotos

Los pilotos deben estar provistos obligatoriamente, de los siguientes elementos de seguridad:

- Un casco con una protección irrompible para los ojos.

Las homologaciones válidas son las reflejadas en el "Anexo 2. Normas reconocidas para cascos en Karting" al Reglamento Técnico CIK-FIA vigente, que se puede descargar [AQUÍ](#).

- Cualquier modificación a la lista anterior será publicada por la RFEDA.
- El uso de accesorios aerodinámicos en los cascos está prohibido si no están homologados con el casco correspondiente.
- **Los soportes de cámaras o de cualquier otro tipo, están prohibidos.**
- Conforme al Anexo L del CDI (Capítulo III, Art.1.2) algunos materiales de los que están fabricados no deben ser pintados ni llevar adhesivos.
- Un par de guantes que cubran totalmente las manos.
- Los monos de tejido deben ser homologados en el nivel 2 por la CIK/FIA (norma CIK –FIA nº 2001-1), y llevar de manera visible el número de homologación CIK/FIA. Deben recubrir todo el cuerpo comprendidos las piernas y los brazos.
- Los monos siguen siendo válidos 5 años tras su fecha de fabricación y la homologación (por ejemplo, el periodo en el cual pueden ser fabricados) es válido durante 5 años.
- Se aceptan, hasta 31-12-2016, los monos ignífugos aprobados de acuerdo a la norma CIK –FIA nº 2001-1, que están recogidos en la lista: "Homologated Overalls – Part 2".
- Los monos de cuero que respondan a las normas definidos por la FIM quedan autorizados.
- Se aceptan, desde 01-01-2014, los monos ignífugos aprobados de acuerdo a la norma CIK –FIA nº 2013-1, que están recogidos en la lista: "Homologated Overalls – Part 1".
- Las botas deben ser altas y recubrir los tobillos.
- Para las categorías Alevín y Cadete, y todas las categorías asimilables a estas, será obligatorio utilizar un collarín para el cuello específico para el karting, entre el casco y los hombros. Estos collarines serán en referencia y modelo, los especificados por cada fabricante de este elemento, sin ninguna manipulación posterior que pueda alterar sus características iniciales.
- En caso de lluvia, se autoriza el montaje de un sistema de ventilador circular adaptado al casco, sin desmontar la pantalla o alterar cualquiera de las características homologadas del casco.
- El vestir o utilizar joyas (Ej. Collares, cadenas, piercing, etc..) esta prohibido por razones de seguridad durante todo el transcurso de la prueba.

2.30. Batería

Solo están autorizadas las baterías secas o de gel para el arranque exclusivamente, para alimentar la luz trasera roja, el encendido, la bomba de agua y los sistemas de adquisición de datos. Debe estar situada dentro del perímetro del chasis cuadro y sujeta a la bandeja inferior. Para las categorías KF, deberán fijarse en una zona situada a la izquierda del asiento, detrás del soporte central o detrás del asiento.

Es muy importante respetar las instrucciones de uso prescritas por el fabricante y asegurarse que presenta las marcas "CE" y para las baterías de Litio. **Solo se puede utilizar una batería, más la propia del sistema de adquisición de datos.**



3) MÉTODOS DE VERIFICACIÓN Y CONTROL

Tolerancias admitidas:

Partes	Medida
Entre ejes de biela	+/- 0,2 mm
Carrera del pistón	+/- 0,2 mm (motor montado) +/- 0,1 mm (cigüeñal solo)
Encendido motor	+/- 2°
Caja de velocidades homologada: Valor obtenido después de 3 vueltas de motor	+/- 3°
Escape: Todos los motores 125 cc. Para las longitudes de las partes realizadas mediante conformado (nº1) & de la parte nº 5:	+/-3 mm

Otras piezas

Partes	< 25 mm	25-60 mm	> 60 mm
Partes mecanizadas	+/- 0,5 mm	+/- 0,8 mm	+/- 1,5 mm
Partes brutas o soldadas	+/- 1 mm	+/- 1,5 mm	+/- 3,0 mm

Valores sin tolerancia.

En cualquier condición y en todo momento.

- Cilindrada
- Diámetro del venturi carburador
- Límite de ruido
- Medida de peso
- Volumen de la cámara de combustión
- Squish
- Todo valor que sea definido como mínimo o máximo

Salvo indicación especial, las tolerancias de los diferentes valores a verificar son los indicados en los Reglamentos Técnicos CIK/FIA o RFEDA; en su defecto, deben ser consideradas tolerancias tanto de medida como de fabricación los valores expresados en las Fichas de Homologación, o en los Reglamentos técnicos correspondientes a cada categoría.

Los únicos instrumentos válidos para ser utilizados en las verificaciones serán los homologados por la RFEDA.

Bureta:

Las buretas de control del volumen de la cámara de combustión deben respetar las normas siguientes:

- Bureta de vidrio: Clase A o AS
- Bureta digital controlada según la Norma ISO DIS 8655: precisión 0,02%

Aparatos de medida de diagramas

- Círculo graduado de 200 mm graduado en grados de 0° a 360°.
- Aparato de pantalla digital con una precisión de 1/10 de grado mandado por codificador digital.

Condiciones que debe cumplir:

- Precisión mínima de 1/10 de grado.
- Posibilidad de puesta a cero en cualquier punto de la medida.
- La comprobación debe poderse hacer en los 360° de giro del cigüeñal.
- El codificador rotativo debe tener una precisión mínima igual a la pantalla digital (1/10 de grado).
- La medida debe ser realizada en grados.

3.1. Método de control del volumen de la cámara de combustión

Es imperativo efectuar el control del volumen de la cámara de combustión una vez el motor se haya enfriado hasta la temperatura ambiente.

1. Esperar a que el motor esté a la temperatura ambiente.
2. Desmontar la culata. Comprobar la protusión de la bujía sobre la cámara de combustión.



3. Desmontar la bujía. Comprobar la dimensión 18,5 mm).
4. Montar el "inserto de bujía" (2 cm³) en lugar de aquel fijado a la culata sin sobre salir del plano superior de la misma. Debe ser fijado a la culata, exactamente en la misma posición que la bujía con su dimensión de 18,5 mm.
5. Poner el pistón en el punto muerto superior.
6. Bloquear el cigüeñal mediante una cala entre el rotor y el estator en su parte superior.
7. Hacer estanca la parte superior del pistón con la periferia del cilindro mediante una mínima película de grasa.
8. Limpiar cuidadosamente el posible excedente de grasa.
9. Proceder a la reposición de la culata. Apretar los espárragos de fijación al par preconizado por el constructor.
10. Poner el motor a nivel.
11. Volver a asegurarse de la posición del pistón en punto muerto.
12. Rellenar la cámara de combustión con la mezcla contenida en la bureta de laboratorio graduada (**con aceite tipo DEXRON VI**) hasta llegar al plano de inserto.
13. Leer el valor de la cantidad de mezcla evacuado y comparar con el valor que debe tener según el Reglamento Técnico específico de la categoría correspondiente.
14. El volumen medido, menos el volumen de inserto (2 cc), deberá corresponder con lo expresado en el Reglamento Técnico específico de la categoría.

3.1 bis. Método de control alternativo del volumen de la cámara de combustión

1. Esperar a que el motor esté a la temperatura ambiente.
2. Desmontar la bujía. Comprobar la dimensión 18,5 mm).
3. Montar el "inserto de bujía" (2 cm³) en lugar de aquel fijado a la culata sin sobre salir del plano superior de la misma. Debe ser fijado a la culata, exactamente en la misma posición que la bujía con su dimensión de 18,5 mm.
4. Poner el motor a nivel.
5. Poner el pistón en el punto muerto superior.
6. Bloquear el cigüeñal mediante una cala entre el rotor y el estator en su parte superior.
7. Rellenar la cámara de combustión con la mezcla contenida en la bureta de laboratorio graduada (**con aceite tipo DEXRON VI**) hasta llegar al plano de inserto.
8. Leer el valor de la cantidad de mezcla evacuado y comparar con el valor que debe tener según el Reglamento Técnico específico de la categoría correspondiente.
9. El volumen medido, menos el volumen de inserto (2 cc), deberá corresponder con lo expresado en el Reglamento Técnico específico de la categoría.
10. En caso de discrepancia del valor medido respecto al reglamentado, se deberá proceder de acuerdo al "Método de control General".

3.2. Método de medida del diagrama de admisión y de escape

1. Situar rígidamente el eje del codificador rotativo en el cigüeñal centrado con su eje de giro para evitar desplazamientos angulares.
2. Posicionar la galga de 0,20 mm de grosor y de 5 mm de ancho en la lumbrera correspondiente (admisión o escape) y hacerla pinzar por la cabeza o falda del pistón según se trate de la lumbrera de escape o admisión.
3. Poner a cero el encoder.
4. Girando el cigüeñal en el sentido de giro del motor, se volverá a pinzar de nuevo la galga con la parte superior del pistón y la parte superior de la lumbrera (en el caso de la lumbrera de escape), o por la falda del pistón y la parte inferior de la lumbrera en el caso de la de admisión.
5. Los grados transcurridos entre estas operaciones no deben sobrepasar el valor expresado en la Ficha de Homologación del motor verificado, tanto para el diagrama de admisión como para el de escape o boosters.

3.3. Método de control del peso

En el caso de que en una pesada ordinaria un kart dé un peso inferior al mínimo establecido para su categoría, se procederá inmediatamente de la siguiente manera:

1. Verificar que el cero de la báscula esté efectuado.
2. Pesar de nuevo el conjunto piloto-kart tal y como ha finalizado.
3. Mostrar al piloto o concursante el peso señalado en el display de la báscula.
4. Proceder a pesar los 150 kg con las pesas homologadas.
5. Asegurarse de que la báscula señala 150 kg.
6. Volver a pesar de nuevo al piloto-kart en las mismas condiciones.
7. Se le entregará al piloto un recibo informándole del peso resultante.
8. Pasar la incidencia a los CC. DD., mediante el correspondiente informe.

3.4.- Control de las revoluciones del embrague

Control en la Preparilla de las revoluciones del embrague.

- Después de que la Preparilla esté colocada, todos los mecánicos deberán colocarse al lado de su kart en el borde de la pista, con el dispositivo de arranque.



- A la orden del Comisario Técnico, el mecánico pondrá en marcha el motor de su piloto, y regresará a su posición al borde de la pista. Ningún mecánico deberá estar presente o intervenir en la verificación. Toda infracción del mecánico será objeto de una sanción.
- El Comisario Técnico conectará el cable del cuentavueltas al cable de la bujía para leer el resultado.
- El piloto sentado en el kart deberá obedecer las órdenes del Comisario Técnico para permitir la correcta lectura según su criterio.
- El procedimiento será el siguiente:
 1. El piloto deberá mantener el motor en marcha.
 2. El pedal de freno debe estar en posición libre y sin ninguna presión.
 3. El piloto y/o el Comisario Técnico debe acelerar con una presión ligera y graduada, el pedal del acelerador, para permitir y constatar el número de vueltas en el momento en que el kart se pone en marcha con un trayecto mínimo.
 4. En caso de que el embrague no enganche al máximo estipulado en cada categoría, se requerirá la presencia de un Comisario Deportivo quien observará un segundo ensayo que se efectuará inmediatamente después del primero. En caso de que el segundo sea de nuevo negativo el piloto no será autorizado a salir en:
 - 4.1. Entrenamientos cronometrados: se considerará como no efectuado el entrenamiento cronometrado y será relegado a la última posición.
 - 4.2. Mangas clasificatorias y finales: se considerará como descalificado. El Comisario Técnico será considerado como un juez de hechos y su decisión será inapelable.
 5. Después del control de las revoluciones, si es satisfactorio, el mecánico está autorizado a cambiar la bujía.
- Si el control técnico se efectuase después de realizarse los entrenamientos cronometrados o las mangas tendrán la misma sanción: anulación de los tiempos y/o descalificado de la manga.

3.4 bis- Control de las revoluciones del embrague mediante un sistema de adquisición de datos.

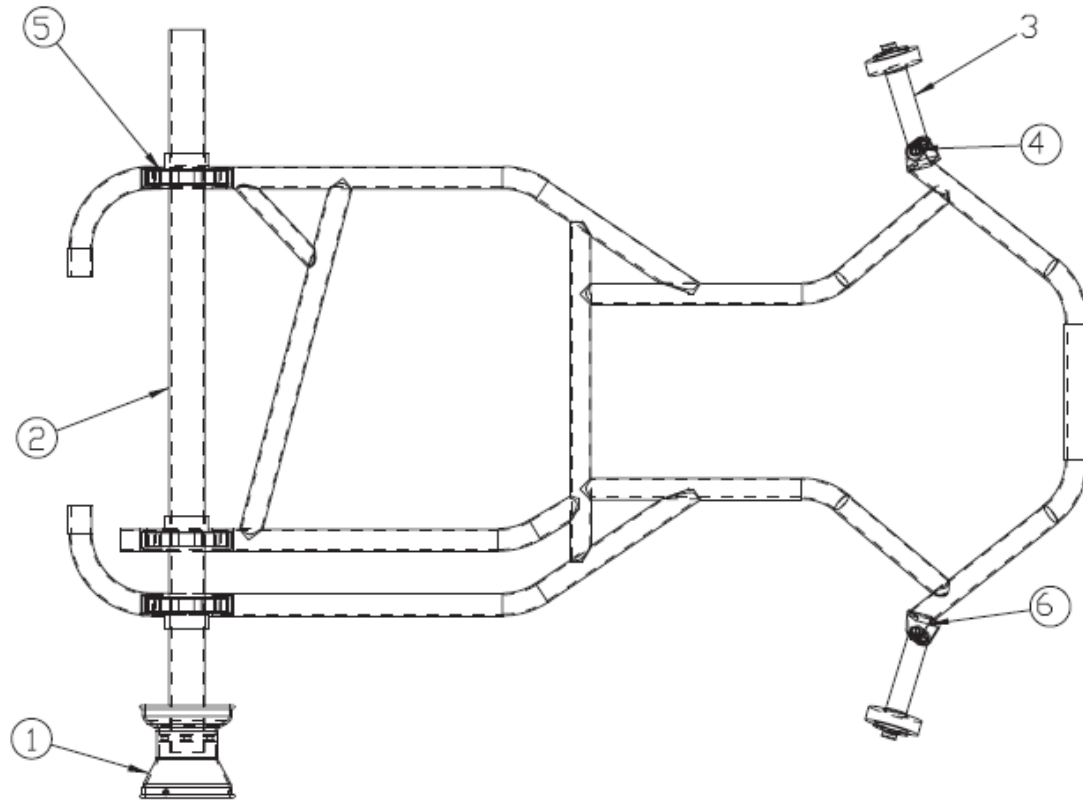
- Este sistema, debe ser utilizado exclusivamente en los eventos en los que sea utilizado un sistema de adquisición de datos. Debe ser instalado estrictamente de acuerdo con las instrucciones dictadas por la RFEDA y deben funcionar en todo momento durante todo el transcurso de la prueba.
- Bajo decisión de los CC.DD., los CC.TT. podrán disponer de un sistema de adquisición de datos para instalarlo en los karts. Los concursantes tendrán la responsabilidad de su montaje en el parque de Preparilla, y de ponerlos en funcionamiento correctamente.
- Es responsabilidad de los concursantes, el que el patinamiento de los embragues no sobrepase el máximo umbral autorizado en el reglamento específico de cada categoría.
- Al final de cada entrenamiento oficial cronometrado, manga clasificatoria, y/o carrera el kart debe estar preparado para ser verificado por los CC.TT. en el parque cerrado de llegada, donde se adquirirán los datos y verificarán los sistemas de adquisición.
- Mediante estos sistemas de adquisición de datos es posible analizar como mínimo:
 - La velocidad de rotación del motor.
 - La velocidad de las ruedas traseras.
 - La relación entre estos dos datos.
- Una vez que el comisario técnico haya adquirido los datos en el parque cerrado de salida, y verifique el funcionamiento del embrague con el Reglamento Técnico, podría apreciar con certeza, que el embrague patina por encima del umbral autorizado. El comisario técnico cumplimentará un informe al Delegado Técnico o al colegio de CC. DD.
- El coste de la reparación del sistema de adquisición de datos dañado por un concursante será completamente costado por este último.

3.5.- Procedimiento de medida del volumen de la cámara de combustión en la culata.

- Quitar la culata del cilindro (la bujía colocada).
- Superponer un disco de acero de 1 mm de espesor del mismo diámetro que el plano superior de junta en línea con el alojamiento de la junta.
- Montar de nuevo la culata en el disco (con la mayor estanquidad posible mediante junta de cobre).
- Fijar la culata apretando las tuercas al par especificado.
- Verificar el volumen de esta forma (siempre con el inserto de bujía).

DIBUJO TÉCNICO Nº 1

Chasis bastidor y piezas principales del chasis

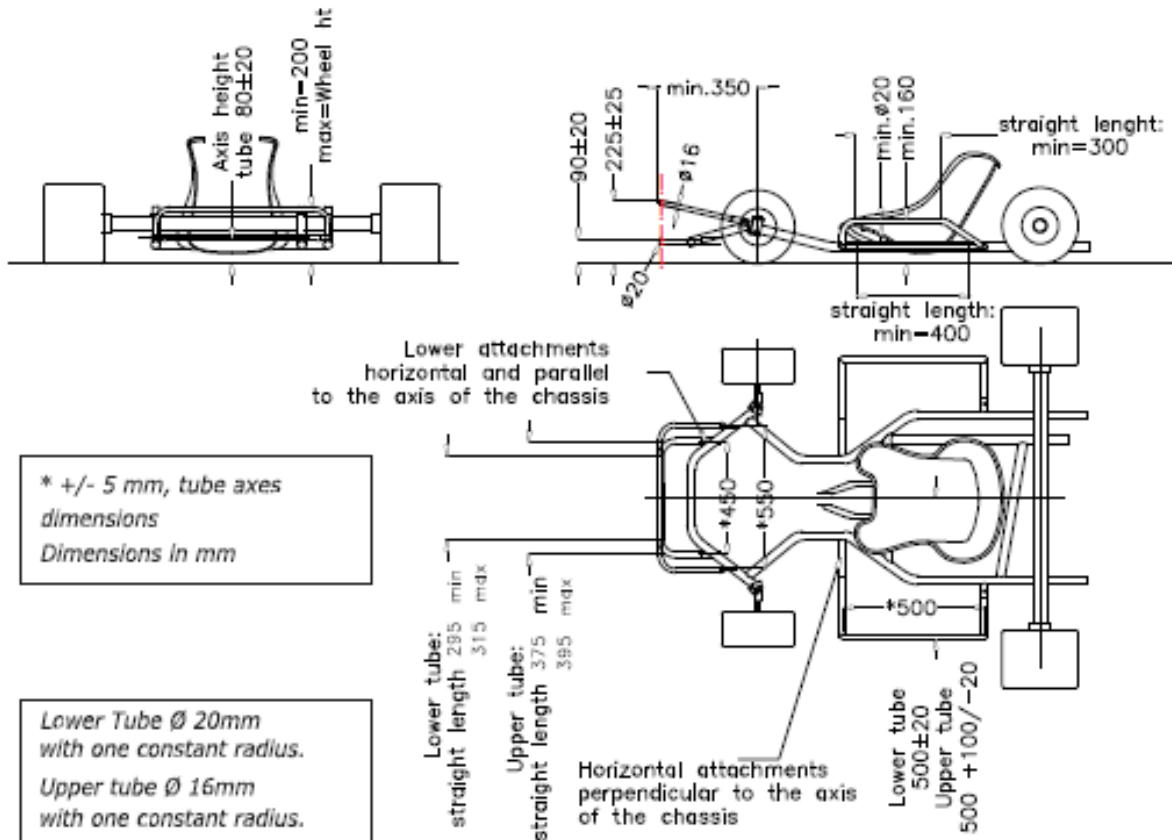


Leyenda:

1. Lanta
2. Eje trasero
3. Mangueta
4. Rótulas
5. Soportes del eje trasero
6. Piezas de conexión delanteras

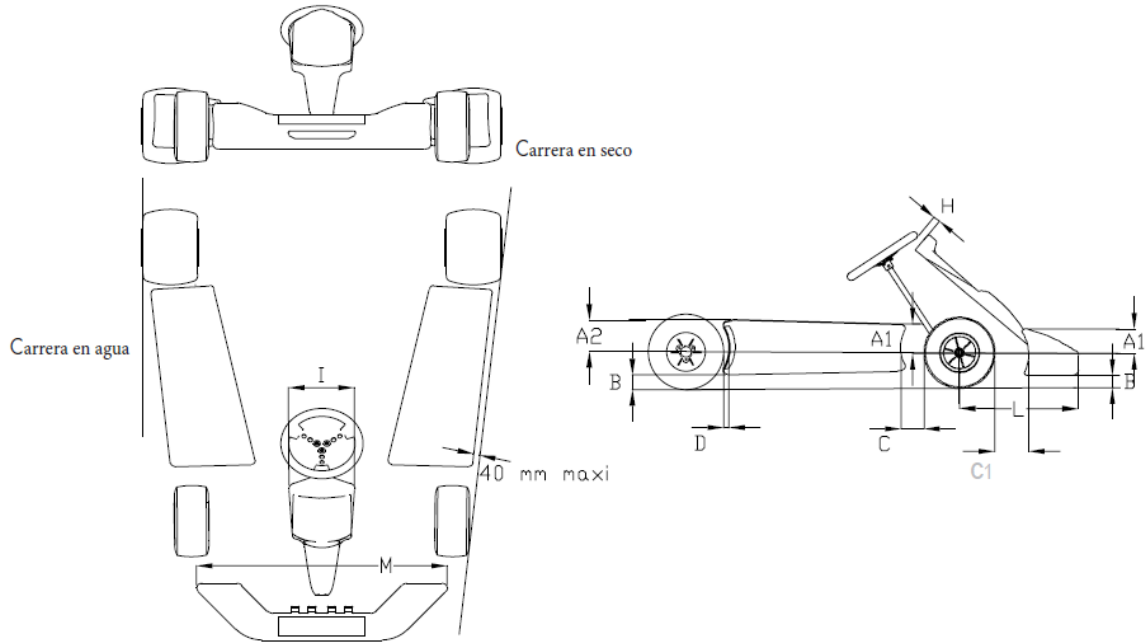
DIBUJO TÉCNICO Nº 2 a

Paragolpes para circuitos cortos



DIBUJO TÉCNICO Nº 2 b

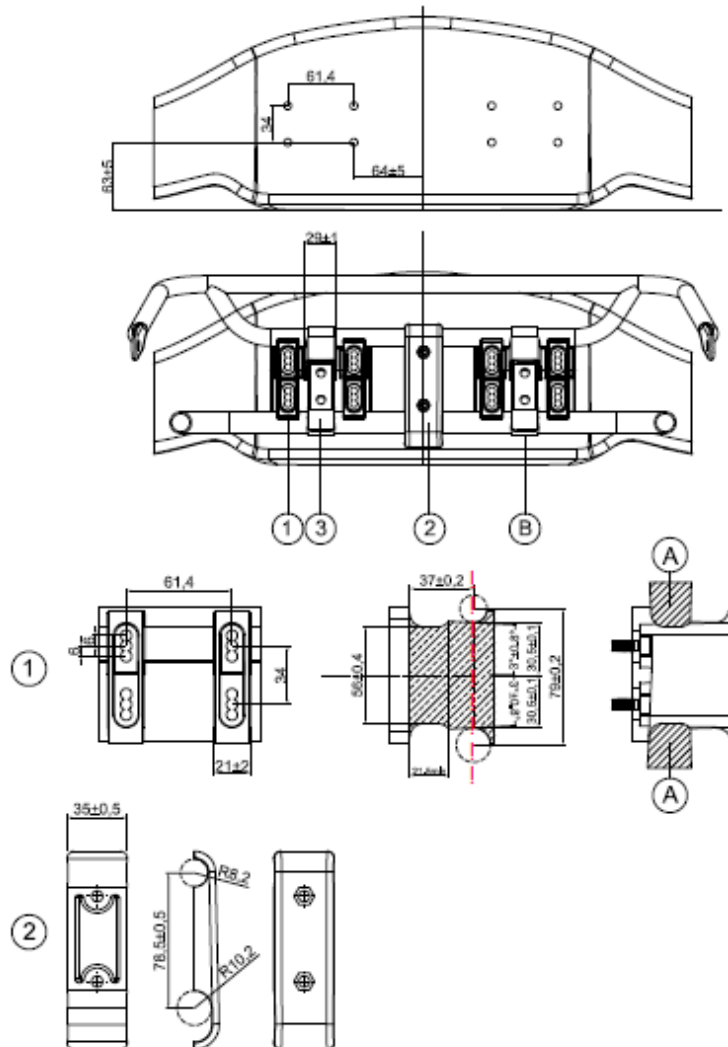
Carrocería para circuitos cortos



Código	Cotas en mm	Limite	Comentarios
A1	Inferior al radio de la rueda delantera		Delante
A2	Inferior al radio de la rueda trasera		Detrás
B	25	Mínimo	Piloto a bordo
	60	Máximo	Piloto a bordo
C	150	Máximo	
C1	180	Máximo	
D	60	Máximo	
H	50	Mínimo	
I	250	Mínimo	
	300	Máximo	
L	680	Máximo	
M	1000	Mínimo	
	Ancho exterior del tren delantero	Máximo	

DIBUJO TÉCNICO Nº 2-c

Kit de montaje del carenado delantero



- A** – Ninguna parte (de los tornillos, por ejemplo) es admitida en esta zona
B – Abrazadera de gancho de apertura y cierre manual sin necesidad de herramientas

Sólo se permite la fijación del carenado delantero en el kart mediante el kit de montaje del carenado delantero. Ningún otro dispositivo es autorizado. El carenado delantero debe poder retroceder libremente en dirección del chasis sin obstrucción alguna de ninguna parte que pueda limitar el movimiento.

Los paragolpes delanteros (tubos inferiores y superiores) deben estar rígidamente fijados al chasis y presentar una superficie lisa. Toda intervención mecánica o cualquier otra destinada a aumentar la fricción de los paragolpes está terminantemente prohibida.

En todos los casos, debe estar previsto un espacio de 27 mm como mínimo en todos los puntos entre los paragolpes delanteros (tubos inferiores y superiores) y el carenado delantero.

Definición “Kit de montaje del carenado delantero”

- 1- Kit de soporte de montaje para carenado delantero (2 piezas + 8 tornillos en total).
- 2- Soporte de paragolpes delanteros (2 medias conchas + 2 tornillos en total).
- 3- Abrazaderas de gancho regulables (las 2 piezas deben estar fabricadas en metal).

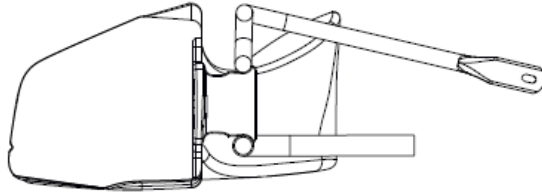
El logo de la CIK y el número de homologación deben estar estampados en relieve en cada pieza.

1. Kit de soporte de montaje para carenado delantero (las 2 piezas deben estar fabricadas en plástico).
2. Soporte de paragolpes delanteros (las 2 medias conchas deben estar fabricadas en plástico).

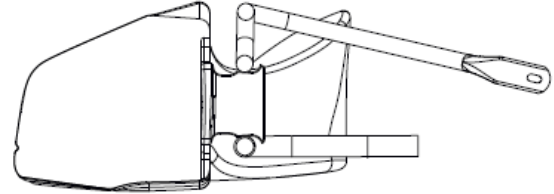
DIBUJO TÉCNICO Nº 2-d

Instalación correcta del carenado delantero

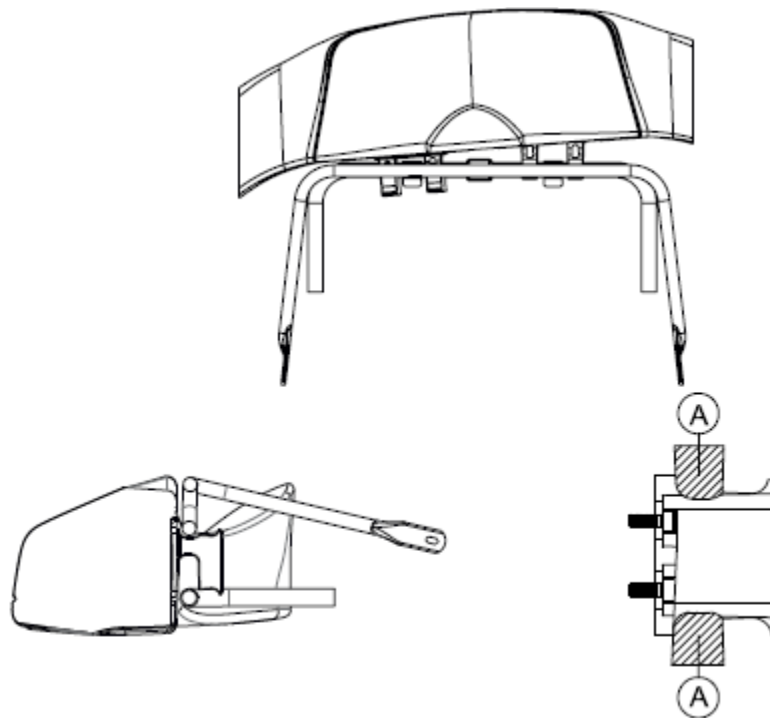
POSICIÓN CORRECTA



POSICIÓN ACEPTABLE

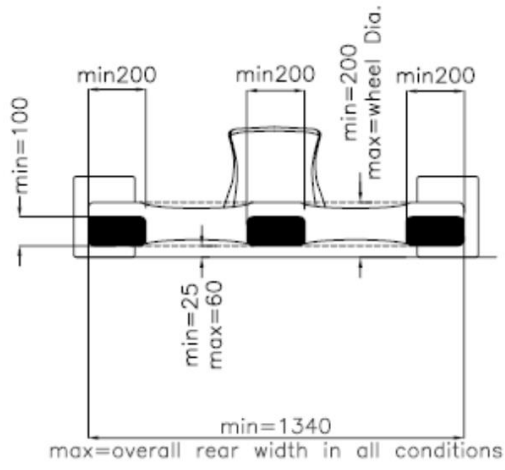


POSICIÓN NO ACEPTABLE SI CUALQUIER PARTE DE LOS TUBOS DEL PARAGOLPES DELANTERO SE ENCUENTRA EN LAS ZONAS MARCADAS (A)

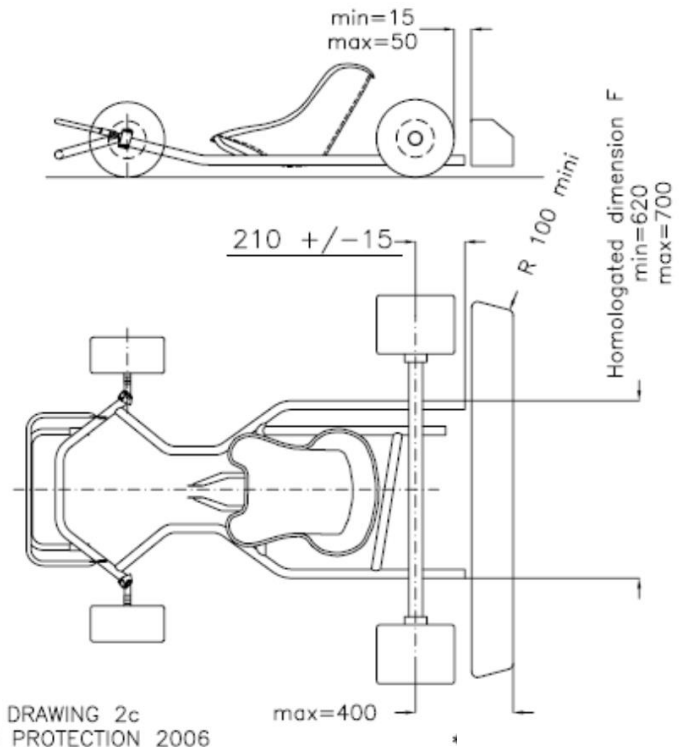


DIBUJO TÉCNICO Nº 2 e

Protección de las ruedas traseras



Vertical surface $0^{\circ}/-5^{\circ}$



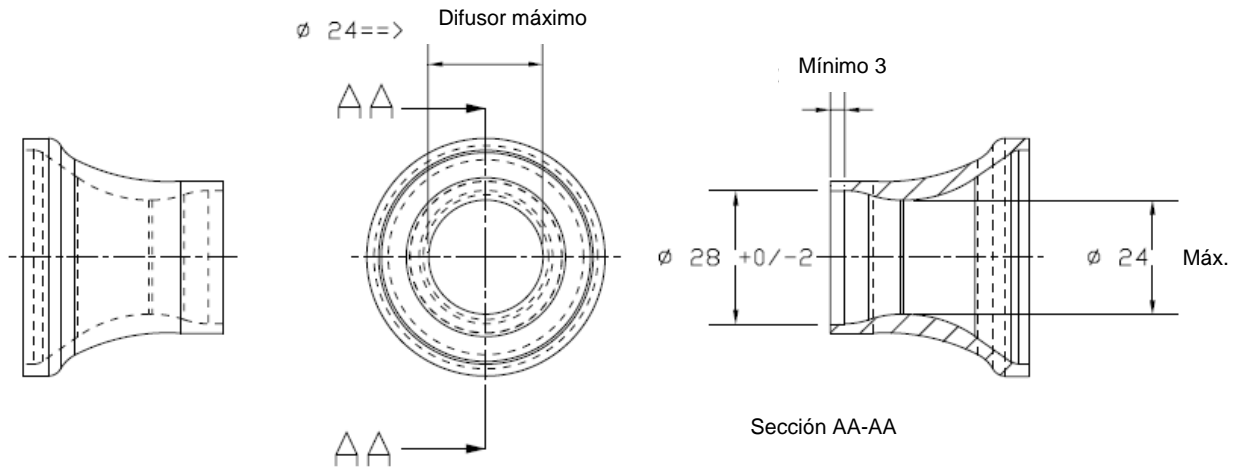
DRAWING 2c
REAR PROTECTION 2006

20.10.2006

Dimensiones en mm

DIBUJO TÉCNICO Nº 3

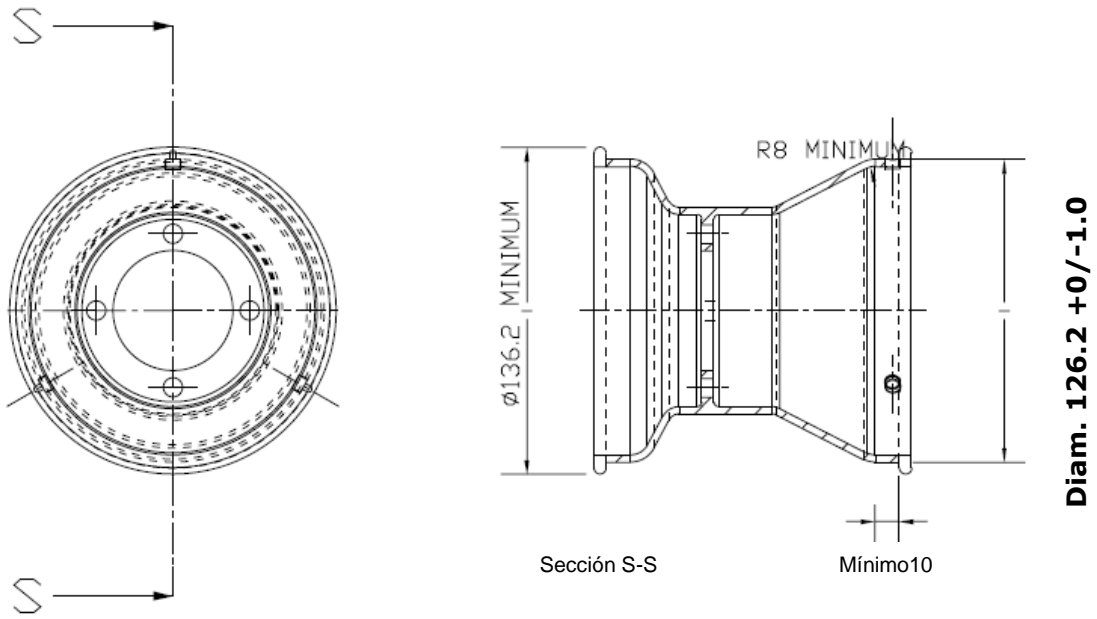
Carburador



Dimensiones en mm

DIBUJO TÉCNICO Nº 4

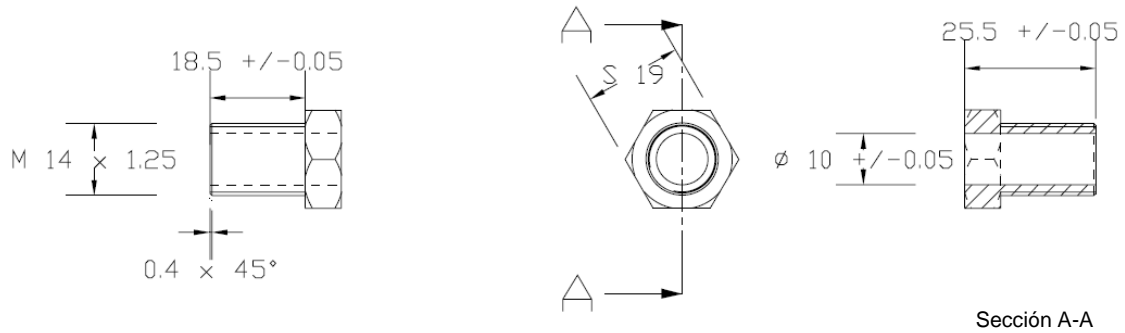
Lanta 5" (pulgadas)



Dimensiones en mm

DIBUJO TÉCNICO Nº 6

Inserto bujía – Falsa bujía



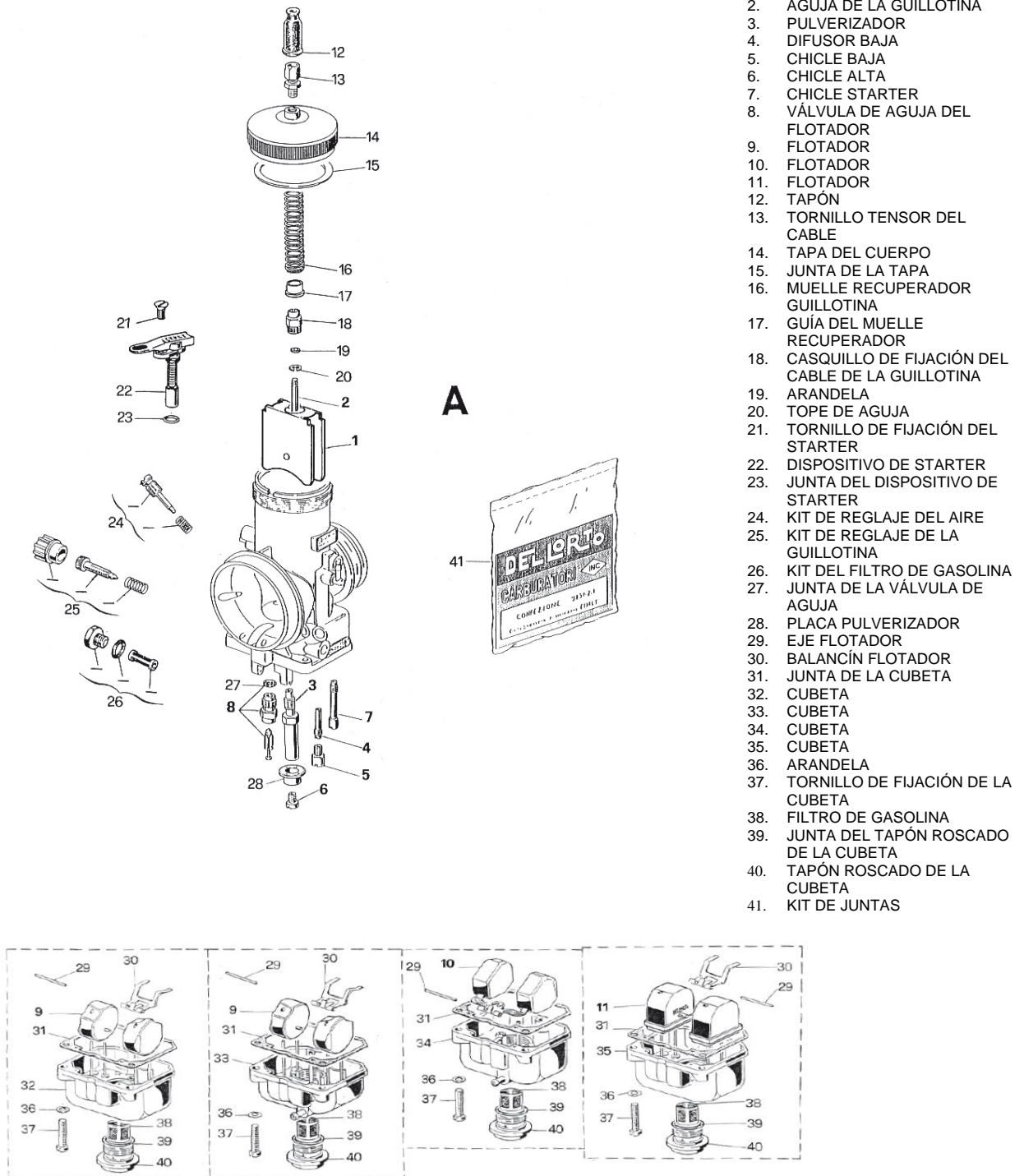
$$\text{Volumen del inserto} = \pi \times 1 \times 2,55 / 4 = 2 \text{ cm}^3$$

Dimensiones en mm

DIBUJO TÉCNICO Nº 7

Carburador KZ

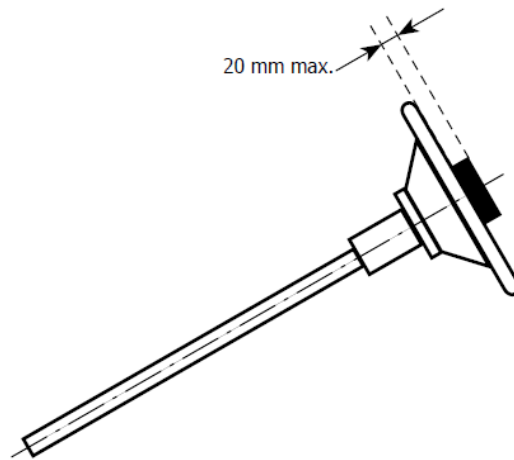
Dell'Orto VSH 30 CS



1. GUILLOTINA
2. AGUJA DE LA GUILLOTINA
3. PULVERIZADOR
4. DIFUSOR BAJA
5. CHICLE BAJA
6. CHICLE ALTA
7. CHICLE STARTER
8. VÁLVULA DE AGUJA DEL FLOTADOR
9. FLOTADOR
10. FLOTADOR
11. FLOTADOR
12. TAPÓN
13. TORNILLO TENSOR DEL CABLE
14. TAPA DEL CUERPO
15. JUNTA DE LA TAPA
16. MUELLE RECUPERADOR GUILLOTINA
17. GUÍA DEL MUELLE RECUPERADOR
18. CASQUILLO DE FIJACIÓN DEL CABLE DE LA GUILLOTINA
19. ARANDELA
20. TOPE DE AGUJA
21. TORNILLO DE FIJACIÓN DEL STARTER
22. DISPOSITIVO DE STARTER
23. JUNTA DEL DISPOSITIVO DE STARTER
24. KIT DE REGLAJE DEL AIRE
25. KIT DE REGLAJE DE LA GUILLOTINA
26. KIT DEL FILTRO DE GASOLINA
27. JUNTA DE LA VÁLVULA DE AGUJA
28. PLACA PULVERIZADOR
29. EJE FLOTADOR
30. BALANCÍN FLOTADOR
31. JUNTA DE LA CUBETA
32. CUBETA
33. CUBETA
34. CUBETA
35. CUBETA
36. ARANDELA
37. TORNILLO DE FIJACIÓN DE LA CUBETA
38. FILTRO DE GASOLINA
39. JUNTA DEL TAPÓN ROSCADO DE LA CUBETA
40. TAPÓN ROSCADO DE LA CUBETA
41. KIT DE JUNTAS

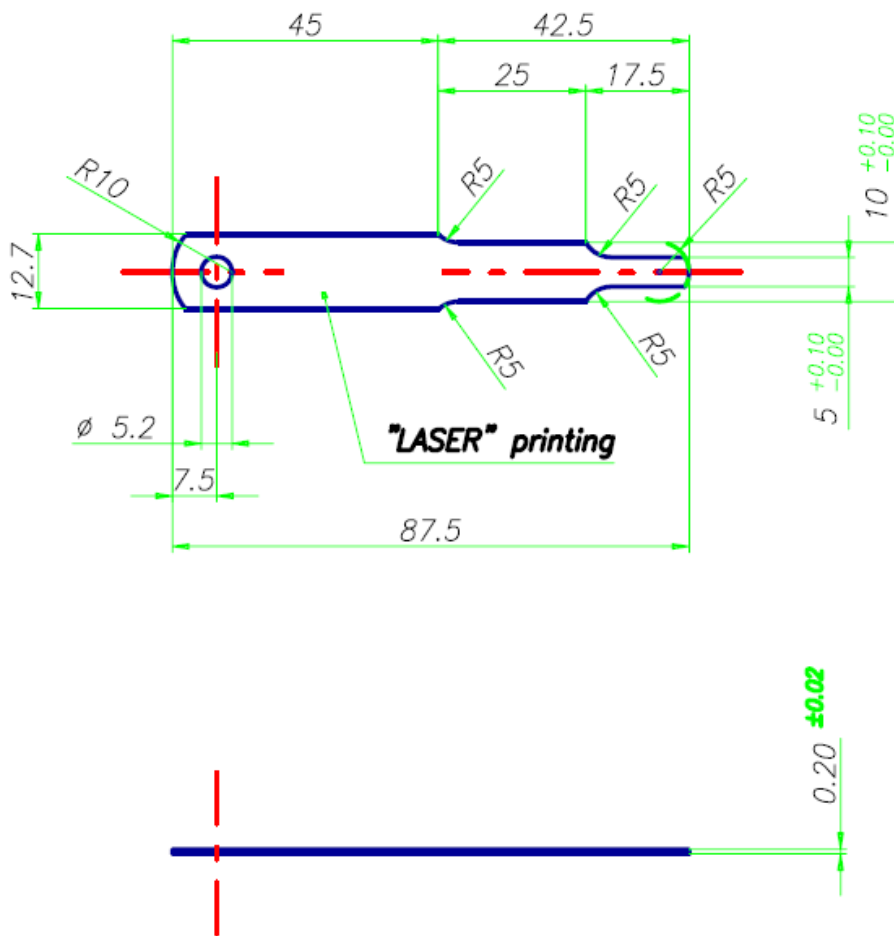
DIBUJO TÉCNICO Nº 8

Volante



DIBUJO TÉCNICO Nº 18

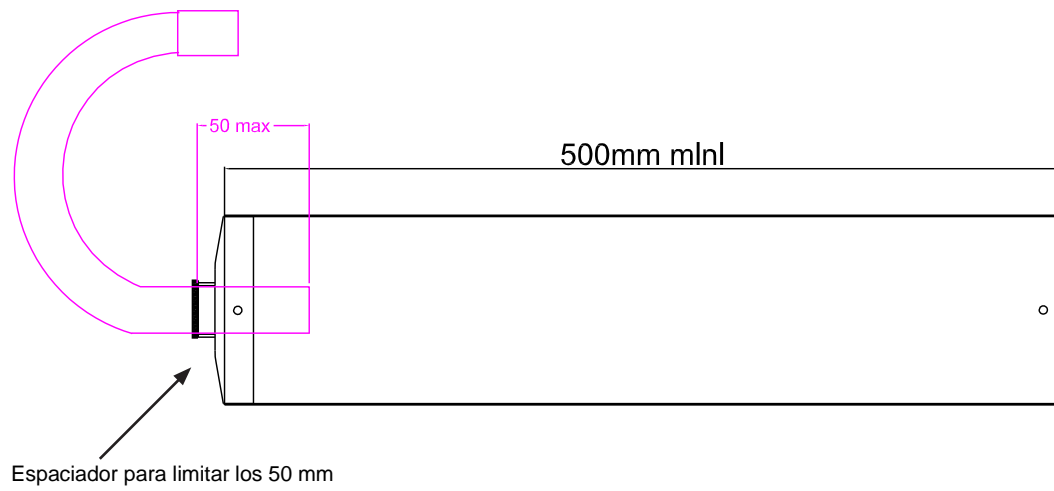
Galga para la medida de los ángulos de apertura



Acero: SANDVIK 7C27Mo2

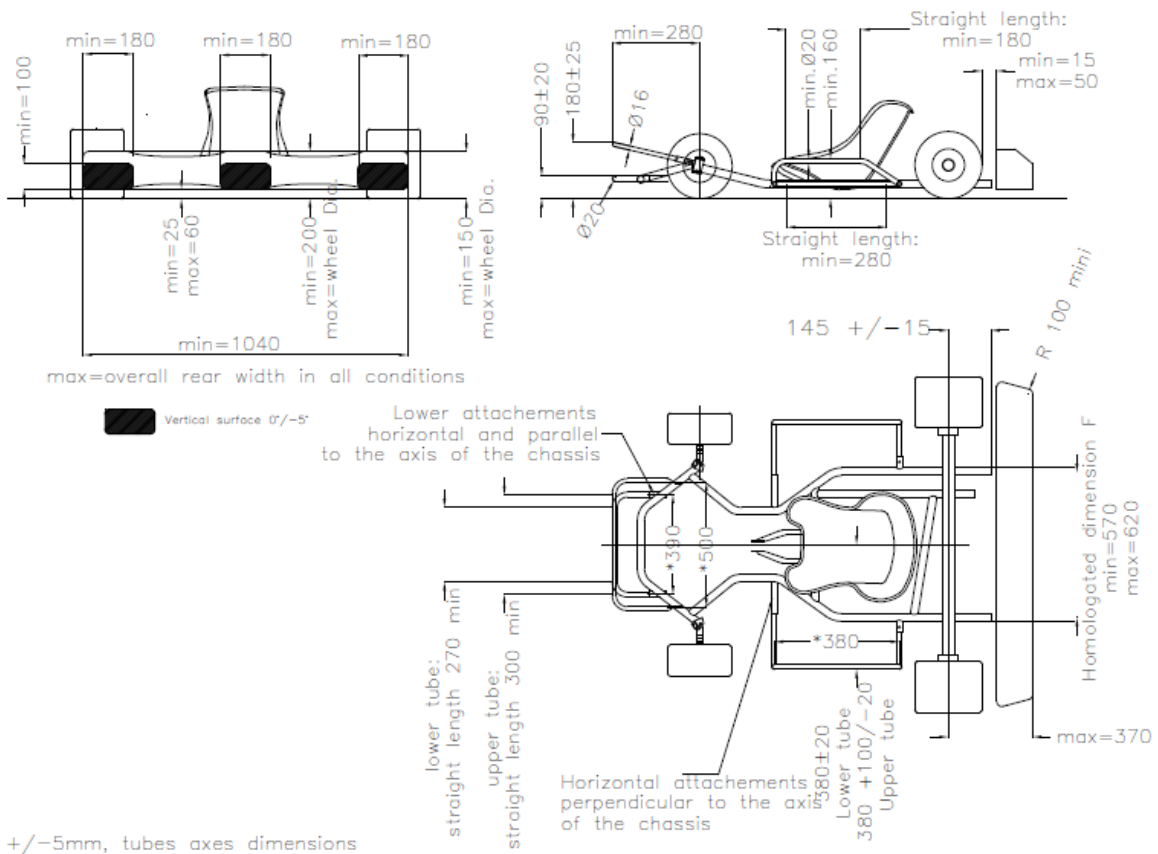
DIBUJO TÉCNICO Nº 20

Montaje del escape y silencioso



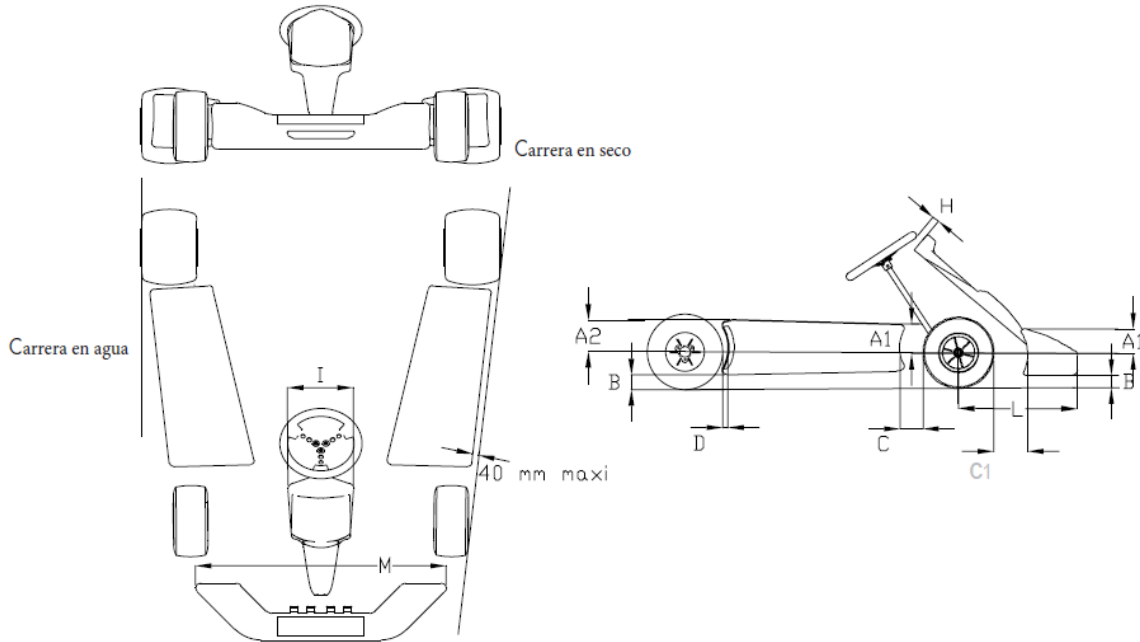
DIBUJO TÉCNICO Nº 24 a

Parachoques MINI



DIBUJO TÉCNICO Nº 24 b

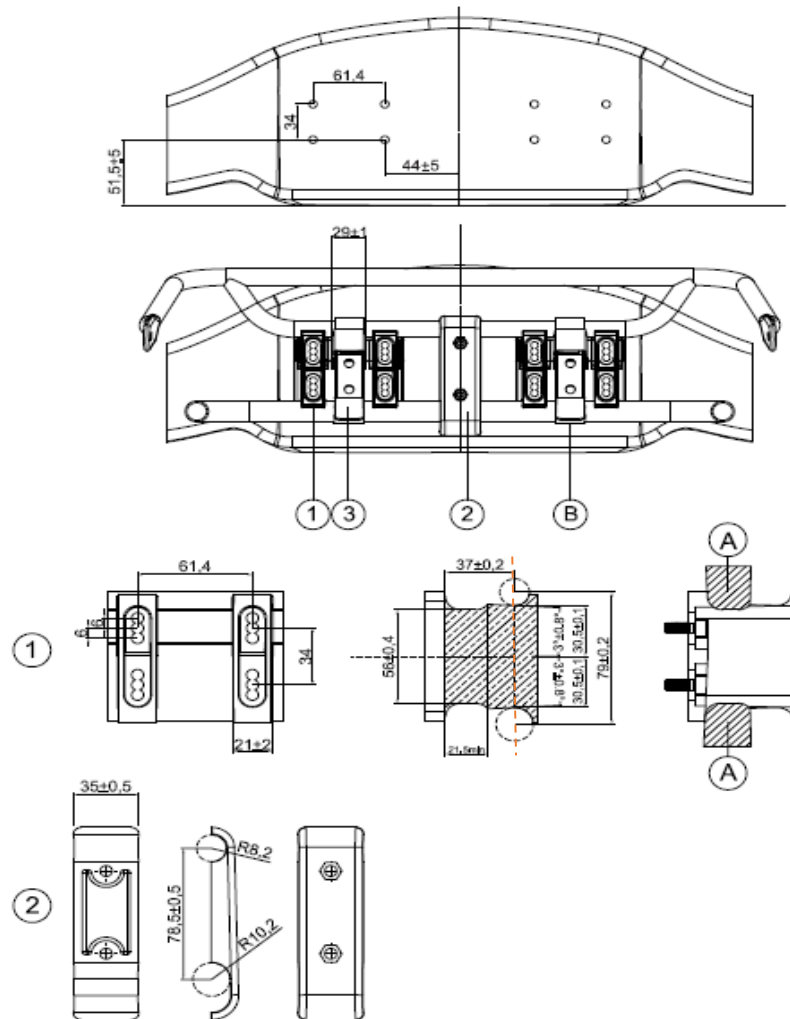
Carrocería MINI



Código	Cotas en mm	Límite	Comentarios
A1	Inferior al radio de la rueda delantera		Delante
A2	Inferior al radio de la rueda trasera		Detrás
B	25	Mínimo	Piloto a bordo
	60	Máximo	Piloto a bordo
C	130	Máximo	
C1	160	Máximo	
D	60	Máximo	
H	50	Mínimo	
I	200	Mínimo	
	300	Máximo	
L	630	Máximo	
M	850	Mínimo	
	Ancho exterior del tren delantero	Máximo	

DIBUJO TÉCNICO Nº 24 c

Kit de montaje del carenado delantero MINI



- A** – Ninguna parte (de los tornillos, por ejemplo) es admitida en esta zona
B – Abrazadera de gancho de apertura y cierre manual sin necesidad de herramientas

Sólo se permite la fijación del carenado delantero en el kart mediante el kit de montaje del carenado delantero. Ningún otro dispositivo es autorizado. El carenado delantero debe poder retroceder libremente en dirección del chasis sin obstrucción alguna de ninguna parte que pueda limitar el movimiento.

Los paragolpes delanteros (tubos inferiores y superiores) deben estar rígidamente fijados al chasis y presentar una superficie lisa. Toda intervención mecánica o cualquier otra destinada a aumentar la fricción de los paragolpes está terminantemente prohibida.

En todos los casos, debe estar previsto un espacio de 27 mm como mínimo en todos los puntos entre los paragolpes delanteros (tubos inferiores y superiores) y el carenado delantero.

Definición “Kit de montaje del carenado delantero”

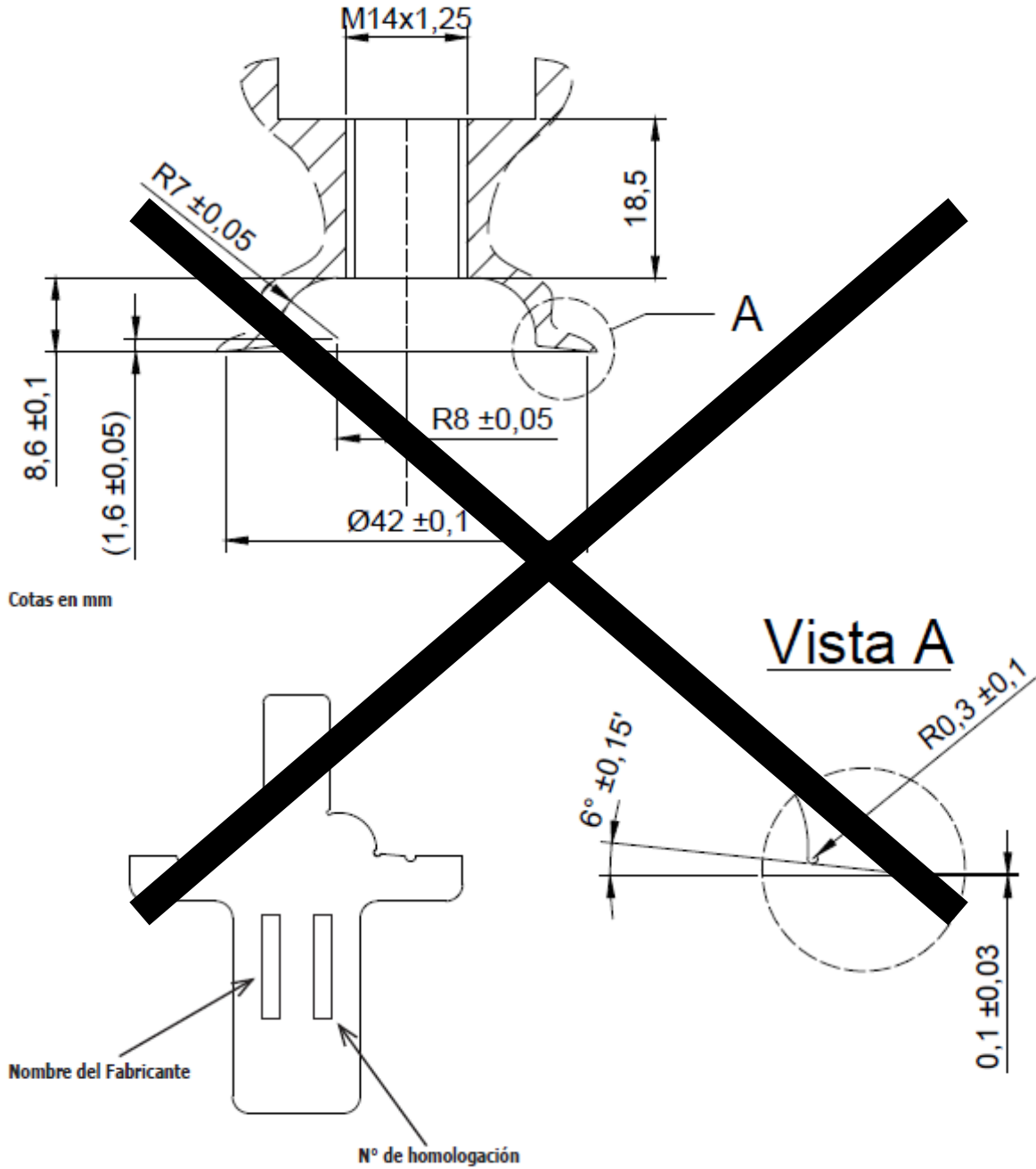
- 4- Kit de soporte de montaje para carenado delantero (2 piezas + 8 tornillos en total).
- 5- Soporte de paragolpes delanteros (2 medias conchas + 2 tornillos en total).
- 6- Abrazaderas de gancho regulables (las 2 piezas deben estar fabricadas en metal).

El logo de la CIK y el número de homologación deben estar estampados en relieve en cada pieza.

3. Kit de soporte de montaje para carenado delantero (las 2 piezas deben estar fabricadas en plástico).
4. Soporte de paragolpes delanteros (las 2 medias conchas deben estar fabricadas en plástico).

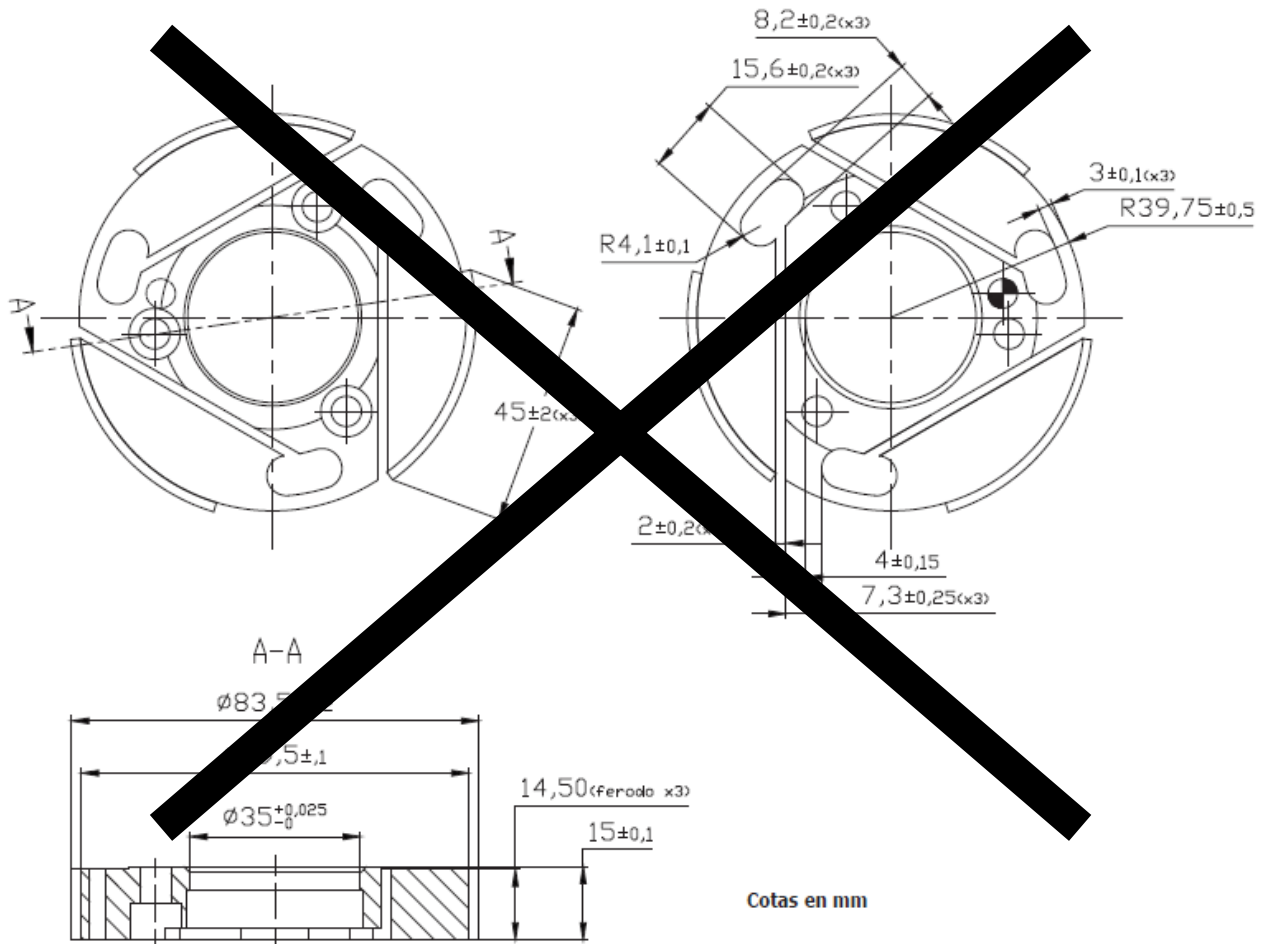
DIBUJO TÉCNICO Nº 25

Cámara de combustión-MINI



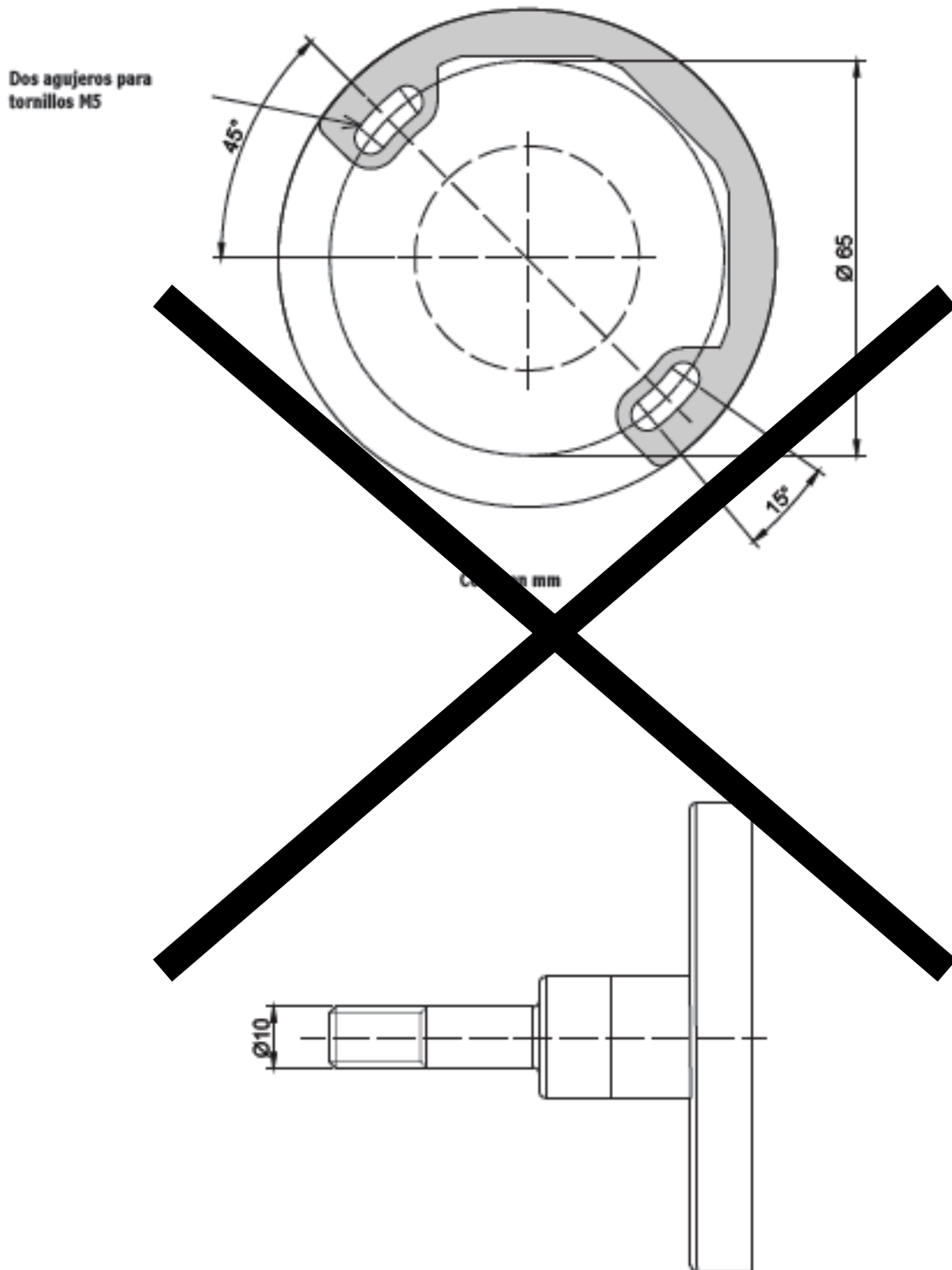
DIBUJO TÉCNICO Nº 26

Embrague-MINI



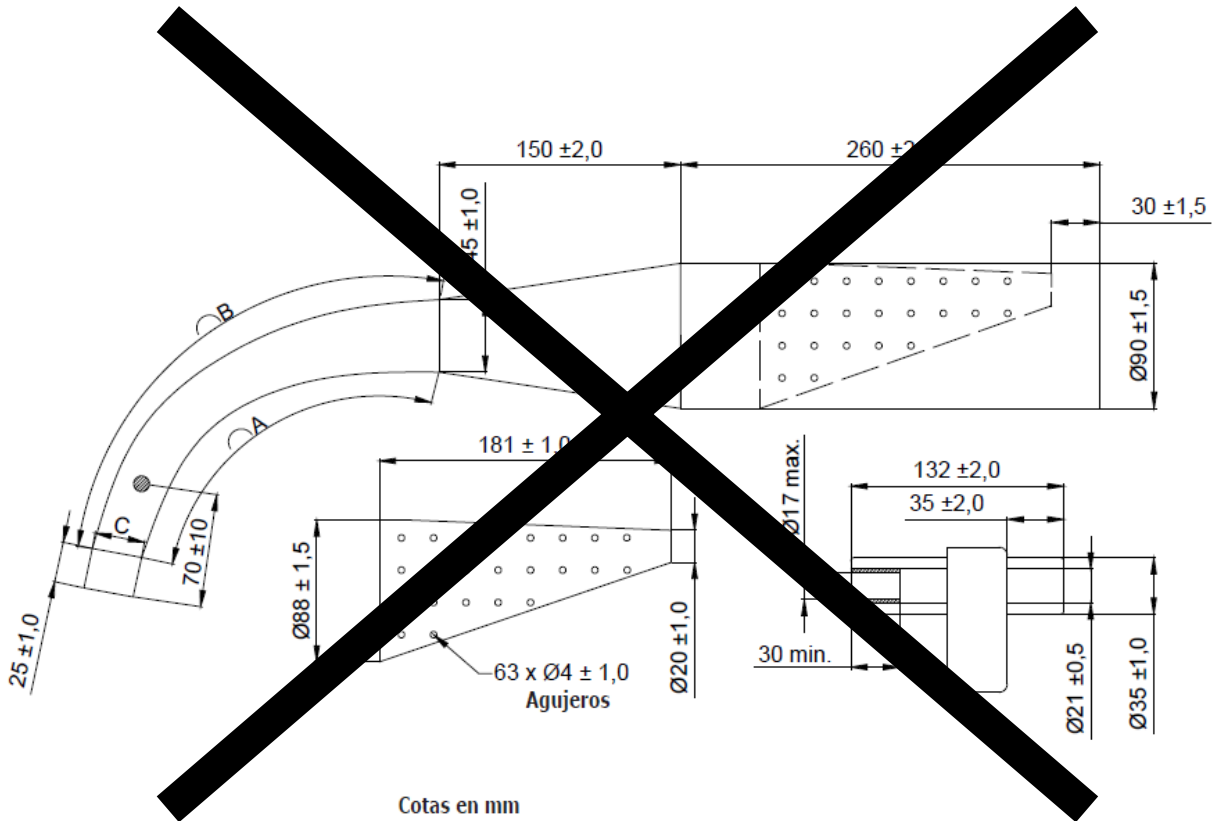
DIBUJO TÉCNICO Nº 27

Diagrama con las dimensiones obligatorias para la fijación del rotor y estator del encendido MINI



DIBUJO TÉCNICO Nº 28

Escape monomarca específico MINI





LISTADO DE MATERIAL DE KARTING HOMOLOGADO/CONVALIDADO POR LA R.F.E. de A. 2020

HOMOLOGACIONES

Nº HOMOLOGACION	MATERIAL	FABRICANTE	MARCA	MODELO	CATEGORIA	PERIODO	DISTRIBUIDOR
E: 55 - C - 19	CHASIS	TB KART SRL	TBKART	MONSTER	AL. / CAD.	2014-2020	GTR KARTING TEAM SCP
E: 56 - C - 19	CHASIS	ART GRAND PRIX SRL	ART GRAND PRIX	MS-01	AL. / CAD.	2014-2020	ART GRAND PRIX SRL
E: 57 - C - 19	CHASIS	FORMULA K SRL	FK	MK01	AL. / CAD.	2014-2020	FORMULA K SRL
E: 58 - C - 19	CHASIS	SEIJOKART	SEIJOKART	CDT	AL. / CAD.	2014-2020	SEIJOKART
E: 59 - C - 19	CHASIS	BIREL	BIREL	C28	AL. / CAD.	2014-2020	KARTBAN
E: 60 - C - 19	CHASIS	CRG	CRG	HERO	AL. / CAD.	2014-2020	MARLON KART
E: 61 - C - 19	CHASIS	HAASE SRL	HAASE - CORSA	BOMBER	AL. / CAD.	2014-2020	AUTOREPLICAS A.G.G. S.A.
E: 62 - C - 19	CHASIS	IPKARTING SRL	PRAGA / OK1	MINI SP	AL. / CAD.	2014-2020	VIVES RACING SCHOOL, SL
E: 63 - C - 19	CHASIS	OTK KART GROUP S.R.L.	TONY KART	TONY KART	AL. / CAD.	2014-2020	SPORT KART VENDRELL
E: 65 - C - 19	CHASIS	SCUDERIA PCR	PCR	FUTURA	AL. / CAD.	2014-2020	A TODO GASDEBANASH, SL
E: 66 - C - 19	CHASIS	OTK KART GROUP S.R.L.	FA	FA	AL. / CAD.	2014-2020	PRAVIMAR
E: 67 - C - 19	CHASIS	OTK KART GROUP S.R.L.	KOSMIC	KOSMIC	AL. / CAD.	2014-2020	PRAVIMAR
E: 68 - C - 19	CHASIS	OTK KART GROUP S.R.L.	EXPRIT	EXPRIT	AL. / CAD.	2014-2020	TBA
E: 69 - C - 19	CHASIS	INTREPID DRIVER PROGRAM S.R.L.	INTREPID	CADET ES	AL. / CAD.	2014-2020	INTREPID DRIVER PROGRAM S.R.L.
E: 70 - C - 19	CHASIS	PAROLIN RACING KART SRL	MERLIN	JOBEL 2	AL. / CAD.	2014-2020	SUR COMPETICIÓN, S.A.
E: 71 - C - 20	CHASIS	EUROPE TECNO RACING S.L.	EKR	STAR	AL. / CAD.	2016-2020	EUROPE TECNO RACING S.L.
E: 72 - C - 20	CHASIS	CRG SPA	CRG	MARLON 1	AL. / CAD.	2016-2020	MARLON KART S.L.
E: 73 - C - 20	CHASIS	CRG SPA	KART MOLINA	M2	AL. / CAD.	2016-2020	SPORT I GESTIO GIRONA M2 S.L.
E: 74 - C - 20	CHASIS	CRG SPA	EVOKART SRL	ES-NEWONE	AL. / CAD.	2016-2020	PERE VILA PEDROSA
16/12/19 n° 364/D	MOTOR	IAME	MINI	WATERSWIFT 60cc - TaG	ACAD	2020	GENIKART
16/12/19 n° 364/D	MOTOR	IAME	MINI	WATERSWIFT 60cc - TaG	MINI	2020-2022	GENIKART
18/11/19 n° 254/U	MOTOR	IAME	X-30	125cc RL-C TaG	JR / SR	2020	LIBRE
31/10/19 n° 348/B	CARBURADOR	TILLOTSON	TILLOTSON	HW-27A	JR / SR	2020	LIBRE

CONVALIDACIONES

Nº CONVALIDACIÓN	MATERIAL	FABRICANTE	MARCA	MODELO	CATEGORIA	PERIODO	DISTRIBUIDOR
5/CH14	CHASIS	ENERGY CORSE SRL	ENERGY CORSE	STORM	AL. / CAD.	2016-2020	REGO RACING
22/CH/20	CHASIS	TECNO	FPK	PKART	AL. / CAD.	2016-2020	KPS RACING KART SL
12/CH/20	CHASIS	EMME RACING SAS	CROC PROMOTION	MC-03	AL. / CAD.	2016-2020	DPK RACING CB
5/CH/20	CHASIS	CRG SPA	EVOKART	NEWONE	AL. / CAD.	2016-2020	iKARTING
10/CH/20	CHASIS	LENZOKART SRL	LUXOR	RAMSES	AL. / CAD.	2016-2020	LENZOKART
11/CH/14	CHASIS	OTK KART GROUP SRL	FA KART	ROOKIE	AL. / CAD.	2016-2020	PRAVIMAR
19/CH/20	CHASIS	OTK KART GROUP SRL	EXPRIT	NEOS	AL. / CAD.	2017-2020	GENIKART - PRAVIMAR SL
18/CH/20	CHASIS	OTK KART GROUP SRL	FA KART	NEOS	AL. / CAD.	2017-2020	GENIKART - PRAVIMAR SL
17/CH/20	CHASIS	OTK KART GROUP SRL	KOSMIC	NEOS	AL. / CAD.	2017-2020	GENIKART - PRAVIMAR SL
16/CH/20	CHASIS	OTK KART GROUP SRL	TONY KART	NEOS	AL. / CAD.	2017-2020	MARLON KART SL
08/CH/14	CHASIS	PAROLIN RACING KART SRL	PAROLIN	OPPORTUNITY	AL. / CAD.	2017-2020	PAROLIN RACING KART SRL

Periodos de homologación/convalidación vigentes para categoría alevín y cadete:

Alevín / Cadete 2014-2019 (válidos hasta el 31.12.2020)

Alevín / Cadete 2016-2020 (válidos hasta el 31.12.2020)