

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: DISSENY I ANÀLISI D'UN REMOLC DE CAIXA TANCADA
MULTIFUNCIONAL

Document: Memòria i Annexos

Alumne: Nil Cabanas Bertran

Director/tutor: Fernando Julian

Departament: Organització. Gestió empresarial i Disseny del producte

Àrea: Expressió Gràfica a l'Enginyeria

Convocatòria (mes/any): Setembre /2015

AGRAÏMENTS

Durant els meus anys de formació universitària i els mesos d'elaboració d'aquest Projecte Final de Grau he pogut comptar amb persones importants per mi perquè m'han donat la motivació i el suport necessaris per aconseguir el meu objectiu d'esdevenir enginyer mecànic. A tots ells els vull manifestar el meu agraïment.

En primer lloc, vull agrair a la meva família el suport i la confiança que m'han manifestat. Ells m'han brindat la possibilitat d'arribar fins aquí i assolir d'aquesta manera un dels meus principals propòsits: estudiar la carrera universitària que m'ha permès especialitzar-me en una de les meves passions, la mecànica. Ells m'han fet veure que per molt difícil que sigui el repte, si es treballa amb constància i seriositat, es pot obtenir la recompensa.

En segon lloc, m'agradaria agrair al meu tutor Fernando Julian la seva ajuda i dedicació en la elaboració d'aquest projecte durant tots aquests mesos. Gràcies a la seva col·laboració, aquest projecte ha cobrat el sentit i l'harmonia necessàries per estar a l'altura de les expectatives.

En tercer lloc, vull manifestar el meu agraïment a la Universitat de Girona com a institució, i en especial al professorat del Grau en Enginyeria Mecànica, ja que durant aquests quatre anys de carrera m'han aportat els coneixements necessaris per introduir-me en el món laboral suficientment preparat i també per fer-me créixer com a persona.

I per últim, vull mostrar el més sincer agraïment als meus companys perquè després de compartir aquests anys d'estudi, s'han convertit en grans amics, els quals espero i desitjo tenir sempre al meu costat.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS	3
ÍNDEX	4
1. INTRODUCCIÓ	6
1.1 Antecedents	6
1.2 Objecte	6
1.3 Especificacions i Abast	7
1.3.1 Especificacions	7
1.3.2 Abast	9
2. REMOLC I CATEGORIES	10
2.1 Remolcs destinats al transport de motocicletes	13
2.1.1 Remolc d'estructura simple	13
2.1.2 Remolcs d'estructura complexa	14
3. CONCEPTES PREVIS AL DISSENY	16
3.1 Dimensionament del xassís	16
3.2 Sostre abatible	19
3.3 Llit	22
4. PROPOSTA FINAL	23
4.1 Xassís	36
4.2 Eix	39
4.3 Conjunt roda	41
4.4 Enganxament	41
4.5 Roda Jockey	42
4.6 Amortidors	43
4.7 Instal·lació elèctrica	44
5. RESUM DEL PRESSUPOST	44
6. CONCLUSIONS	48
7. RELACIÓ DE DOCUMENTS	49
ANNEX A: DESCRIPCIONS TÈCNIQUES	52
A.1. MATERIAL	53
A.1.1 Acer 1.0044 (S275JR)	53
A.1.2 Acer inoxidable AISI 304	55
A.1.3 Alumini 5083	56
A.2 PERFILERIA	57
A.2.1 Perfil quadrat 60X60X2	57
A.2.2 Perfil quadrat 30X30X2	58
A.2.3 Perfil rectangular 60X30X2	59
A.2.4 Perfil UPE100	60
A.2.5 Perfil angular 30X30X2	61
A.3 EIX	62
A.4 ACOBLAMENT REMOLC	63

A.6 RODA JOCKEY	64
A.7 SUPORT RODA JOCKEY	65
A.8 AMORTIDOR	66
A.9 RODES	67
A.10 SUBJECCIÓ CINTES TRANSPORT	68
A.11 CIINDRE SISTEMA SOSTRE ABATIBLE	69
A.12 SUPORT CIINDRE SISTEMA SOSTRE ABATIBLE	70
A.13 SISTEMA IL·LUMINACIÓ	71
A.14 CATADRIÒPTICS	73
A.13 TERRA	74
ANNEX B: CÀLCULS ESTRUCTURALS	75
B.1 INTRODUCCIÓ	76
B.2 PROPIETATS MATERIAL	77
B.3 RECOLZAMENTS	77
B.4 INTRODUCCIÓ ALS CÀLCULS	80
B.5 ESTUDI 1: Estructura carregada amb dues motocicletes tipus motocròs:	84
B.5.1 Valor de càrrega:	84
B.5.2 Distribució de la càrrega:	85
B.5.3 Càlculs	87
B.5.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis:	91
B.6 ESTUDI 2 Estructura carregada amb una motocicleta tipus velocitat:	99
B.6.1 Valor de la càrrega	99
B.6.2 Distribució de la càrrega:	100
B.6.3 Càlculs	102
B.6.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis	102
B.7 ESTUDI 3: Estructura carregada amb un quad:	110
B.7.1 Valor de càrrega:	110
B.7.2 Distribució de la càrrega	110
B.7.3 Càlculs	112
B.7.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis	112
B.8 ESTUDI 4: Estructura amb càrrega màxima aplicada uniformement:	118
B.8.1 Valor de càrrega	118
B.8.2 Distribució de la càrrega	118
B.8.3 Càlculs	119
B.8.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis	120
B.9 RESUM CÀLCULS	126

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Ens referim a remolc quan parlem d'un vehicle no monitoritzat remolcat per un vehicle motriu. Aquest tipus de vehicles són de gran ajuda per transportar mercaderies voluminoses ja que seria difícil transportar-les en un vehicle utilitari de petites dimensions.

La idea d'aquest projecte neix doncs de la necessitat de disposar d'un remolc adient per al transport de motocicletes tipus motocròs perquè les motocicletes d'aquesta modalitat no tenen els requisits ni els permisos necessaris per circular per la via pública, la qual cosa implica que a l'hora de transportar-les d'un lloc a un altre, el remolc sigui un dels pocs mitjans per fer-ho. Cal afegir, a més, que alguns aficionats a aquestes motos es veuen en la necessitat de fer nit quan fan ruta per provar nous circuits. Per tant, aquest projecte també preveu resoldre aquesta necessitat. A més, i encara que l'objectiu inicial era donar resposta a les necessitats citades anteriorment, el projecte del nou remolc contempla la possibilitat de transportar altres objectes de grans dimensions que seria impossible encabir-los dins un cotxe utilitari. Així doncs, l'objectiu és un remolc amb capacitat suficient per transportar, a part de motos de motocròs, altres objectes com quads, karts, bicicletes, mobles, llenya, etc.

1.2 Objecte

Disseny d'un remolc lleuger de caixa tancada, acoblable a un cotxe utilitari, amb la funció prioritària de transportar dues motos i amb la característica que la càrrega del remolc està protegida mitjançant una coberta. Per altra banda, el remolc disposa també de llits en el seu interior per poder descansar o dormir.

1.3 Especificacions i Abast

1.3.1 Especificacions

S'elaborarà un disseny complet del remolc, dissenyant i escollint els materials necessaris per a la seva fabricació.

Segons les condicions esmentades anteriorment es tractarà de solucionar els problemes i inconvenients que presenten els vehicles que trobem actualment en el mercat.

Es buscarà alhora la simplificació de materials i la reducció de costos basant-nos en un disseny òptim de bastidor, caixa, coberta, etc.

Per elaborar el disseny es seguirà l'actual Reglament General de vehicles i remolcs, per tal que compleixi amb els requisits d'homologació necessaris per a la seva posada en circulació.

A continuació es mostren, en forma de taula, les especificacions del model a dissenyar distingint entre requeriment "R" en el cas que l'especificació sigui d'obligat compliment i de disseny "D" en cas de no ser-ho.

Taula1. Requeriments i desitjos.

TEMA	R/D	DESCRIPCIÓ
Funció	R	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar motocicletes tipus motocròs • Transportar altres tipus de motocicletes • Transportar altres tipus de mercaderies • Protecció mercaderies mitjançant una caixa tancada • Vehicle capacitat per circular per camins sense asfaltar • Mono-eix (1 eix) • Sistema de frenada
	D	<ul style="list-style-type: none"> • Vehicle amb funció camper (equipada per dormir a l'interior)
Dimensions	R	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitat per a dues motocicletes tipus motocròs. • Capacitat per a una motocicleta tipus velocitat • Capacitat per al transport d' altres tipus de mercaderies. • Dimensions dins els límits de la normativa. • Longitud llança igual o superior a 1m
	D	<ul style="list-style-type: none"> • Altura caixa 1.8 m • Altura mínima de 0.5m respecte al llit • Longitud mínima remolc de 2.2 m
Moviments	R	<ul style="list-style-type: none"> • Velocitat de desplaçament 120 Km/h
Material	R	<ul style="list-style-type: none"> • Anticorrosiu • Higiènic i fàcil de netejar
	D	<ul style="list-style-type: none"> • Materials lleugers
Legalitats	R	<ul style="list-style-type: none"> • Vehicle homologat • Vehicle homologat per utilitzar-lo amb carnet B
Cost fabricació	R	<ul style="list-style-type: none"> • Cost màxim 5000€

1.3.2 Abast

Arribar a una solució construïble del remolc especificat. El projecte ha d'incloure els plànols per a la construcció de la màquina i els estudis necessaris per assegurar el correcte funcionament.

2. REMOLC I CATEGORIES

L'Institut d'Estudis Catalans es refereix a remolc com a: "*Vehicle enganxat a un automòbil i remolcat per aquest*".

Una versió més desenvolupada de la definició de remolc és: "*vehicle relativament senzill de càrrega no motoritzat, el qual la seva finalitat és el transport de mercaderies que per diversos motius no es pot o no es vol transportar en el vehicle principal o tractor.*"

Un remolc consta com a mínim de xassís, superfície de càrrega i en funció del seu pes i dimensions, de frens propis. Dins el gran ventall de remolcs que existeixen en el mercat, segons el Reglament General de vehicles podem classificar-los en:

Remolc d'acoblament o complet: remolc previst de dos eixos o més sobre els quals un d'ells com a mínim direccionarà el remolc. El seu acoblament mòbil permet el desplaçament vertical relatiu al remolc per tal de no transmetre part de la càrrega al vehicle tractor.



Figura 1. Remolc complet.

Remolc d'eix central: remolc previst d'un acoblament fix per tal de no permetre el moviment vertical del mateix útil respecte al remolc. La característica principal d'aquests vehicles és que l'eix o eixos es troben situats al centre de gravetat del vehicle (quan la càrrega es troba distribuïda uniformement) de forma que només es transmeti una petita part de la càrrega estàtica vertical al vehicle tractor.



Figura 2. Remolc d'eix central.

Semiremolc: remolc el qual el seu acoblament també es troba fixat respecte al remolc i els eixos del qual estan situats a la part posterior del vehicle de tal manera que una part substancial de la càrrega la sostingui el propi vehicle tractor del conjunt.



Figura 3. Semiremolc

Caravana: Remolc o semiremolc concebut i condicionat per ser utilitzat com a habitatge mòbil, permetent aquest ús quan el vehicle estigui estacionat.



Figura 4. Caravana.

Remolc agrícola: Vehicle especial concebut i destinat a ser arrossegat per un tractor agrícola, motocultor, portador o màquina agrícola automotriu. Aquesta definició també inclou els semiremolcs agrícoles.



Figura 5. Remolc agrícola.

A banda d'aquesta classificació, el RGV també classifica els remolcs i semiremolcs segons els seus criteris de construcció. Aquestes categories de vehicles es defensen d'acord a la seva classificació segons les Directives 2007/46/CE, 2002/24/CE, 2003/37/CE o el Real Decret 750/2010.

Taula2. classificació per categories de remolcs

Categoria O	Remolcs concebut i fabricats per al transport de mercaderies o bé per al transport i allotjament de persones.
Categoria O₁	Vehicles de la categoria O la massa màxima dels quals és inferior o igual a 750 Kg.
Categoria O₂	Vehicles de la categoria O la massa màxima dels quals és superior a 750 Kg i igual o menor a 3.500 Kg.
Categoria O₃	Vehicles de la categoria O la massa màxima dels quals és superior a 3.500 Kg i igual o inferior a 10.000 Kg.
Categoria O₄	Vehicles de la categoria O la massa màxima dels quals és superior a 10.000 Kg

Igual que la resta de vehicles, els remolcs i els semiremolcs han d'estar homologats i complir amb les prescripcions tècniques i administratives.

Aquest projecte es centra en els remolcs d'eix central classificats com a lleugers, és a dir, els vehicles de la categoria O, la massa màxima dels quals és inferior o igual a 750Kg.

2.1 Remolcs destinats al transport de motocicletes

En el mercat actual es troben varis tipus de remolcs, alguns més simples i/o econòmics, i d'altres més complexos amb un major cost de compra.

Així doncs, es distingeixen en dos grups: per una banda, remolcs d'estructura simple, i per l'altra, els remolcs d'estructura més complexa i/o de caixa tancada.

2.1.1 Remolc d'estructura simple

Es denomina remolc simple aquell que presenta una estructura força senzilla en comparació amb altres remolcs. Moltes vegades aquests vehicles degut al poc pes del seu conjunt incorporen només un eix i no acostumen a portar cap sistema de frenada així com tampoc és habitual veure'n amb sistema de suspensions.

Degut a la seva poca complexitat, molts models tampoc incorporen carrosseria, per tant, la càrrega que transporten queda exposada a l'aire lliure.

Dins d'aquests tipus de remolcs hi ha una gran varietat de models ja que pel fet de ser tan econòmics, el seu mercat es troba actiu.

Encara que la major part d'aquests models parteixin d' una estructura molt simple, alguns models incorporen elements força complexos.



Figura 6. Remolc d'estructura simple.

2.1.2 Remolcs d'estructura complexa

Estructuralment, aquest tipus de remolcs presenten major nombre de prestacions i qualitats.

Encara que molts dels models tenen les mateixes funcions que alguns remolcs més simples, aquests tenen l'avantatge que incorporen elements com el sistema de suspensió, sistema de frenada i una coberta que protegeix la càrrega de l'exterior.

Altres exemples d'estructures més complexes són els remolcs basculants, molt utilitzats per empreses de la construcció i/o jardineria.

En relació als vehicles de caixa tancada, aquests permeten una gran varietat de funcions amb l'avantatge que en tot moment la càrrega es troba protegida per una coberta, és a dir, no es troba en contacte directe amb l'exterior. Aquesta estructura presenta major complexitat en relació a altres models ja que el pes i l'estructura de la coberta influeixen dràsticament en el comportament i característiques del vehicle.



Figura 7. Remolc d'estructura complexa.

En l'elaboració d'aquest projecte el remolc serà de caixa tancada ja que presenta molts avantatges en relació a les necessitats esmentades en el primer apartat.

3. CONCEPTES PREVIS AL DISSENY

En aquest capítol s'explicaran alguns aspectes previs a la fase desenvolupament del remolc.

En primer lloc es parteix de la base que es vol un model de caixa tancada amb capacitat per transportar 2 motocicletes de motocròs o 1 motocicleta de velocitat.

Per altre banda, es preveu que també es transportaran altres mercaderies encara que se'n desconeixen les dimensions. Així doncs, les mesures de la caixa vindran determinades per les mesures de les motocicletes.

3.1 Dimensionament del xassís

En el cas d'aquest projecte, el xassís és un dels elements més importants a desenvolupar. Aquesta estructura és l'encarregada de suportar tots els elements del conjunt i també ha de ser capaç de suportar tant el seu propi pes com el pes de la mercaderia que volem transportar.

Aquesta mercaderia majoritàriament serà motocicletes encara que també serà habitual el transport de altre tipus de material.




Per realitzar un correcte disseny del remolc lleuger, es consideraran una sèrie d'hipòtesis que ajudaran a simplificar els càlculs.

En primer lloc, és important definir les mesures de la caixa del remolc.

Així doncs, prèviament a la fase de desenvolupament del xassís, s'estableixen les dimensions corresponents tenint en compte el volum de les mercaderies a transportar, en aquest cas motos.

A la *Taula 3*, es mostren les fitxes tècniques dels vehicles escollits com a referència.

Taula 3. Fitxes tècniques motocicletes.

Motocicleta tipus motocròs	
	<p>Datos generales</p> <p>Longitud total (mm) 2180</p> <p>Anchura total (mm) 825</p> <p>Altura total (mm) 1280</p> <p>Distancia entre ejes 1480</p> <p>Altura del asiento 965</p> <p>Distancia libre al suelo 335</p> <p>Peso 111.0</p> <p>Capacidad depósito combustible 7.5</p> <p>Tipo de combustible Sin plomo 95</p> <p>Depósito de aceite 1.0</p>
Motocicleta tipus velocitat	
	<p>Datos generales</p> <p>Longitud total (mm) 2055</p> <p>Anchura total (mm) 690</p> <p>Altura total (mm) 1150</p> <p>Distancia entre ejes 1405</p> <p>Altura del asiento 855</p> <p>Distancia libre al suelo 130</p> <p>Peso 199.0</p> <p>Capacidad depósito combustible 17.0</p> <p>Tipo de combustible Sin plomo 98</p> <p>Depósito de aceite 3.9</p>
Quad	
	<p>Datos generales</p> <p>Longitud total (mm) 1830</p> <p>Anchura total (mm) 1100</p> <p>Altura total (mm) 1150</p> <p>Distancia entre ejes 1245</p> <p>Altura del asiento 860</p> <p>Distancia libre al suelo 265</p> <p>Peso 182.0</p> <p>Capacidad depósito combustible 12.0</p>

Un cop conegudes les dimensions dels vehicles de referència, el següent pas és decidir les mides que tindrà la caixa tancada del remolc.

En el cas de la llargada de la caixa, és interessant que a la part posterior hi hagi un marge de 400-600 mm addicionals per tal de moure'ns amb facilitat per l'interior del vehicle. Aquest espai suplementari també permetrà carregar-hi més material.

L'amplada de la caixa serà aproximadament igual que l'amplada d'un cotxe utilitari per tal de garantir una bona maniobrabilitat del vehicle.

Respecte a l'altura de la caixa del remolc, en les especificacions s'indica que és desitjable una altura interior de la caixa de 1800mm. Ara bé, aquesta mesura interior no serà possible ja que l'altura del remolc seria excessiva per un disseny d'aquestes característiques. La solució proposada és un sostre abatible que permetrà augmentar l'altura del sostre un cop el vehicle es trobi estacionat. Es partirà de l'altura de les motocicletes i s'augmentarà entre 200 i 300 mm.

En resum les dimensions de la caixa seran:

Llargada	2600 mm
Amplada	1700 mm
Altura	1500 mm

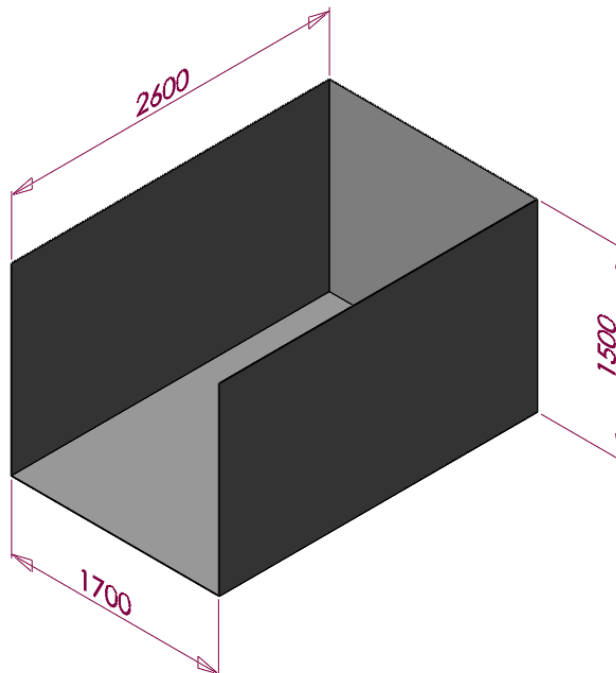


Figura 8. Croquis dimensions caixa remolc.

3.2 Sostre abatible

La solució a l'altura del remolc és un sostre abatible per tal d' ampliar l'espai de la caixa un cop es vulgui accedir a l'interior a l' hora de carregar-la. Aquest sistema és molt utilitzat com a recurs per optimitzar l'espai en autocaravanes o furgonetes.

A les *Figures 9 i 10* es mostren uns exemples de les aplicacions dels sostres abatibles.



Figura 9. Furgoneta amb sostre abatible.



Figura 10. Tapa superior remolc abatible.

Aquest tipus de sostre soluciona alhora dues especificacions com són l'altura de 1.8 m de la caixa i també ajudarà a augmentar l'espai en el cas de col·locar dos llits en el seu interior.

Hi ha varis sistemes en el mercat que fan la funció de frontissa encara que per aquest disseny s'ha decidit copiar el sistema que incorporen les furgonetes tipus "Camper".

Aquest sistema incorpora dos mecanismes per abatre el sostre i dos cilindres per facilitar-ne el moviment i així no haver de realitzar tanta força:



Figura 11. Frontissa sostre furgoneta.

En la *figura11* es mostra el mecanisme de frontissa que a part d'abatre el sostre, proporciona uns cm addicionals d'altura.

A la *figura12* es presenta la situació aproximada del cilindre sobre el vehicle.



Figura 12. Exemple sostre abatible furgoneta.

Per altra banda, igual que en la *Figura 12*, es col·locarà una tela al llarg de tot el voltant entre el sostre un cop obert i el remolc per tal que, en el cas de dormir en el seu interior, es pugui gaudir de certa intimitat i així guanyar més espai.

Aquestes idees que s'exposen en aquests apartats es mostraran de manera més detallada un cop s'implantin en el model.

Un altre dels aspectes rellevants de les especificacions del remolc és la col·locació de dos llits en el seu interior per utilitzar el remolc com a vehicle substitutiu de la caravana, explicada en el primer apartat.

3.3 Llit

La col·locació d'un llit ergonòmic, còmode i de fàcil accés serà un dels aspectes clau del disseny del remolc ja que al tractar-se de dues persones es complica la tasca de quadrar tots els elements.

En aquest cas s'ha decidit col·locar dos llits abatibles recolzats per l'estructura de la caixa i que, un cop desplegats, es trobin situats a la part superior de la mercaderia. D'aquesta manera es podrà dormir en el seu interior sense necessitat de descarregar la càrrega.



Figura 13. Exemple seqüència llit abatible.

4. PROPOSTA FINAL

Aquest apartat presenta el model desenvolupat al llarg de tot el projecte i, en conseqüència, s'exposen de manera clara i detallada tots els aspectes que engloben el conjunt del remolc. A continuació es presenta el model final desenvolupat.



Figura 14. Vista davantera model remolc final.



Figura 15. Vista posterior model remolc final.

Es tracta d'un remolc de caixa tancada format per una estructura principal que suporta la resta d'elements que constitueixen el remolc.

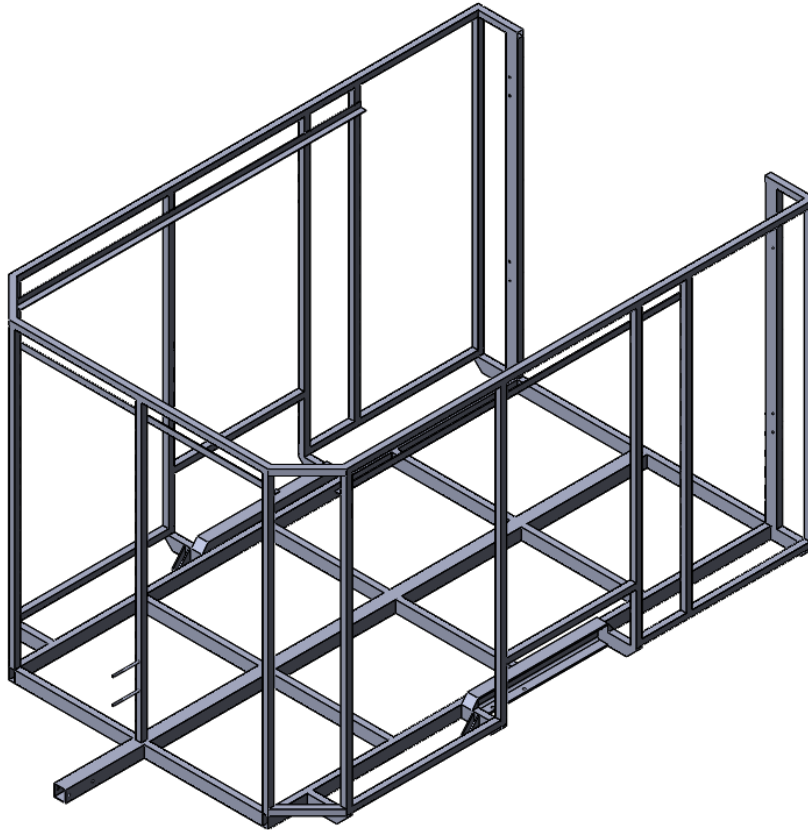


Figura 16. Estructura principal remolc.

Aquesta estructura està conformada a partir de perfils estructurals diversos d'acer S275JR. Aquest material aportarà les propietats mecàniques necessàries per tal de suportar totes les càrregues estimades.

Com que es tracta d'un material molt accessible i fàcil de conformar farà que el cost de fabricació de l'estructura es redueixi considerablement si es compara amb altres opcions contemplades.

L'acer però, és un material corrosiu i, per tant, s'haurà d'aplicar algun tractament superficial per tal que les condicions ambientals no malmetin l'estructura. En aquest cas s'ha escollit recobrir l'estructura amb pintura en pols ja que complirà la funció requerida i per altra banda econòmicament és preferible envers altres opcions.

Aquest remolc, tal com s'ha comentat anteriorment, disposa d'un mono-eix amb sistema de frenada i també sistema de suspensió. Aquests dos complements addicionals milloren considerablement les prestacions del remolc pel que fa a la seguretat del mateix.

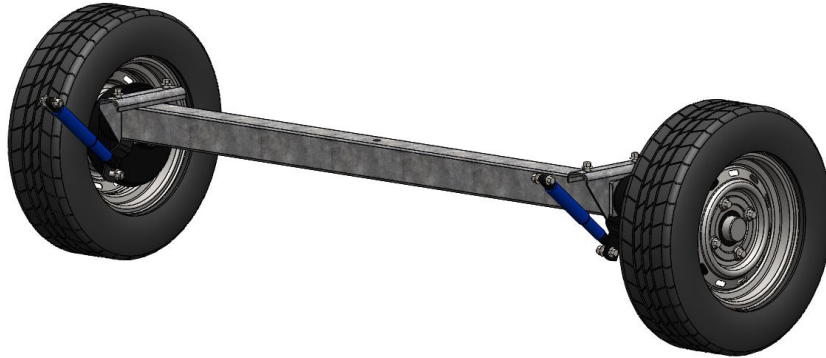


Figura 17. Conjunt sistema eix.

Amb la incorporació d'un sol eix, el que s'aconsegueix és una major maniobrabilitat en carretera però també una major facilitat de moviment un cop està desacoblat del vehicle tractor.

Amb el sistema de frens del remolc el que s'obté és una reducció considerable de la distància de frenada ja que la inèrcia provocada pel remolc no incideix sobre el vehicle tractor.

Per altra banda, el sistema de suspensió ajuda el comportament del remolc tant en carretera com per pista forestal. Aquest mecanisme garantirà una major estabilitat del remolc ja que absorbeix totes les irregularitats del terreny i alhora evita malmetre la càrrega en cas de haver-hi sotracs a la carretera.

Tots aquests elements es mostren de forma més detallada en apartats posteriors.

Després de fer referència a l'eix i als diferents sistemes que incorpora, a continuació s'exposen altres parts del remolc.

Per tal de reduir el pes total del vehicle s'ha optat per revestir la caixa tancada amb material lleuger com pot ser la fibra de vidre. Aquest material actualment és molt

utilitzat ja que les propietats que ofereix són molt bones i per altra banda la densitat és menor respecte a altres materials que ofereixen característiques similars.

A banda dels tancaments de la carrosseria de fibra de vidre, també s'han elaborat una sèrie de planxes d'alumini que protegiran l'estructura, per la part inferior, de possibles rocs despresos del terra. També actuen com a envellidors del remolc, és a dir que tenen doble funcionalitat.

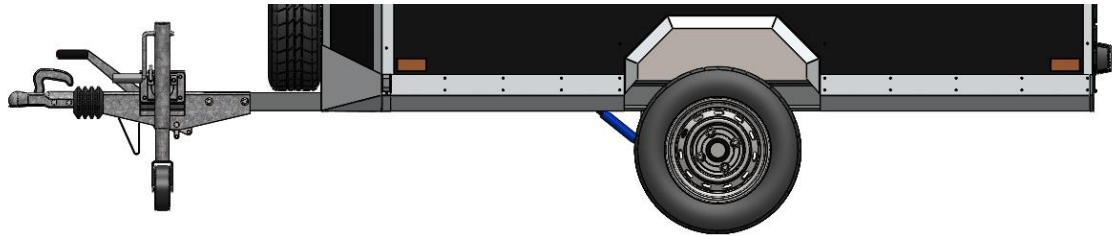


Figura 18. Vista lateral esquerra proteccions.

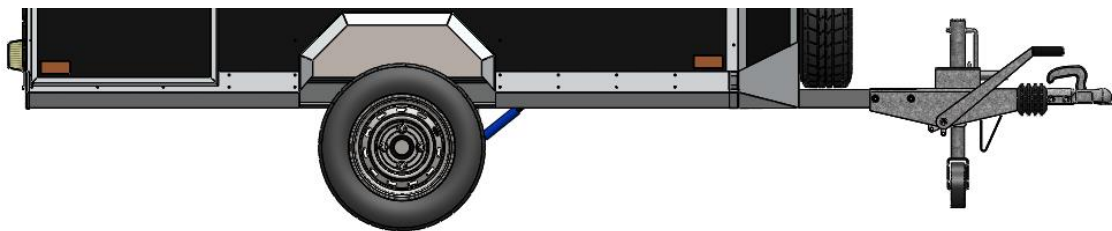


Figura 19. Vista lateral dret proteccions.

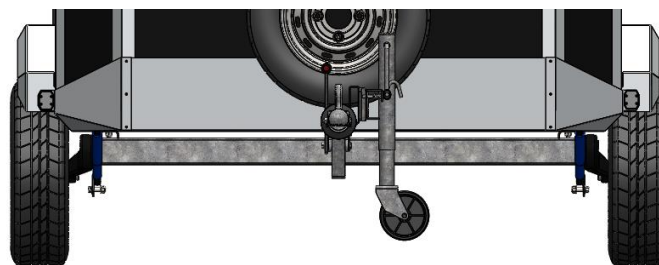


Figura 20. Vista frontal dret proteccions.

En la *Figura 20*, s'aprecien les proteccions de la part frontal del remolc. L'altura de la planxa és major en aquesta part per tal de protegir la carrosseria.

Amb l'ajuda del programari s'extreuen algunes imatges renderitzades del remolc les quals ajudaran a mostrar com serà el resultat final un cop fabricat.

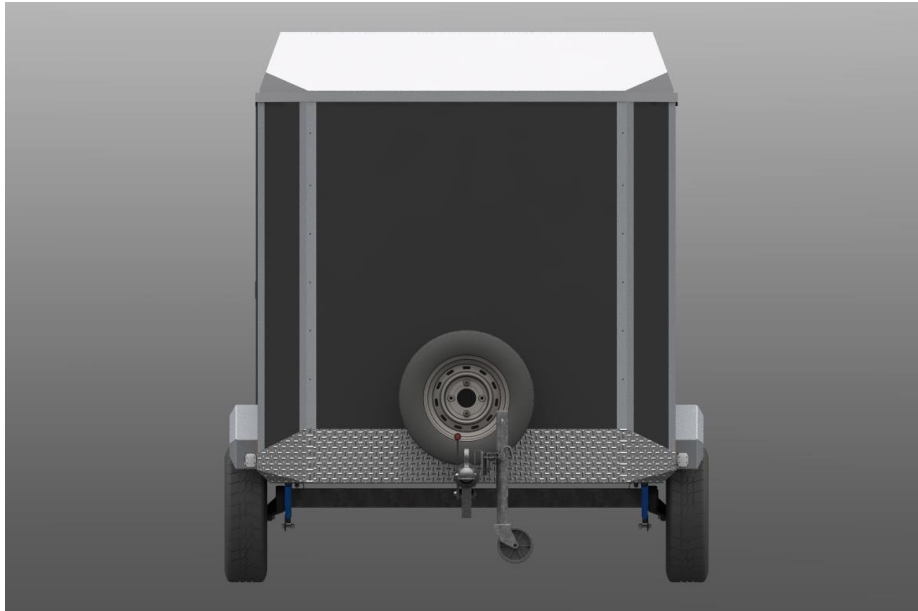


Figura 21. Renderitzat vista frontal.



Figura 22. Renderitzat vista lateral dret.



Figura 23. Renderitzat vista posterior.

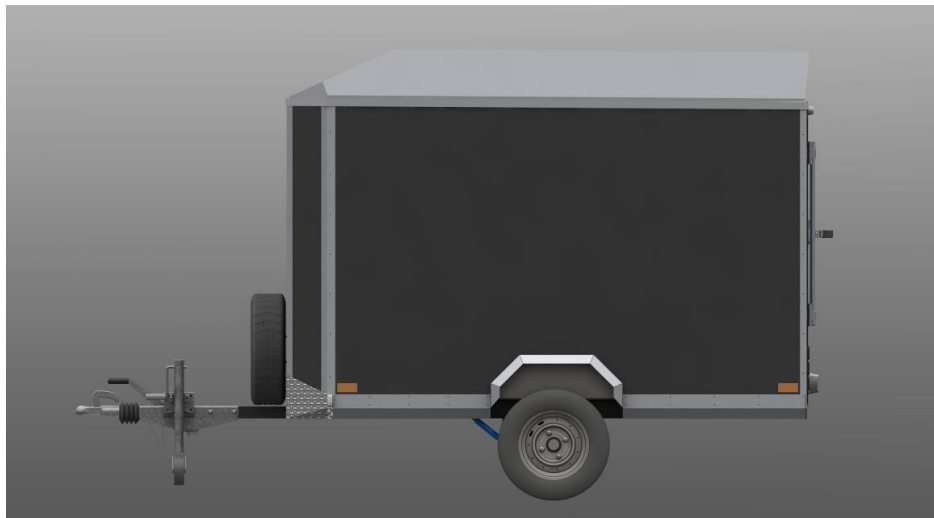


Figura 24. Renderitzat vista lateral esquerra.



Figura 25. Renderitzat vista general frontal.



Figura 26. Renderitzat vista general posterior.

Per altra banda, el remolc consta de 3 obertures en total: la primera es situa a la part posterior del remolc, la qual actua com a rampa per tal de facilitar la feina en el

moment de carregar i descarregar el vehicle; la segona és l'obertura lateral, que s'utilitzarà sobretot en el cas d'utilitzar el vehicle com a vivenda ja que ofereix aquesta possibilitat. La tercera obertura és el sostre abatible i permetrà guanyar uns centímetres addicionals d'altura.

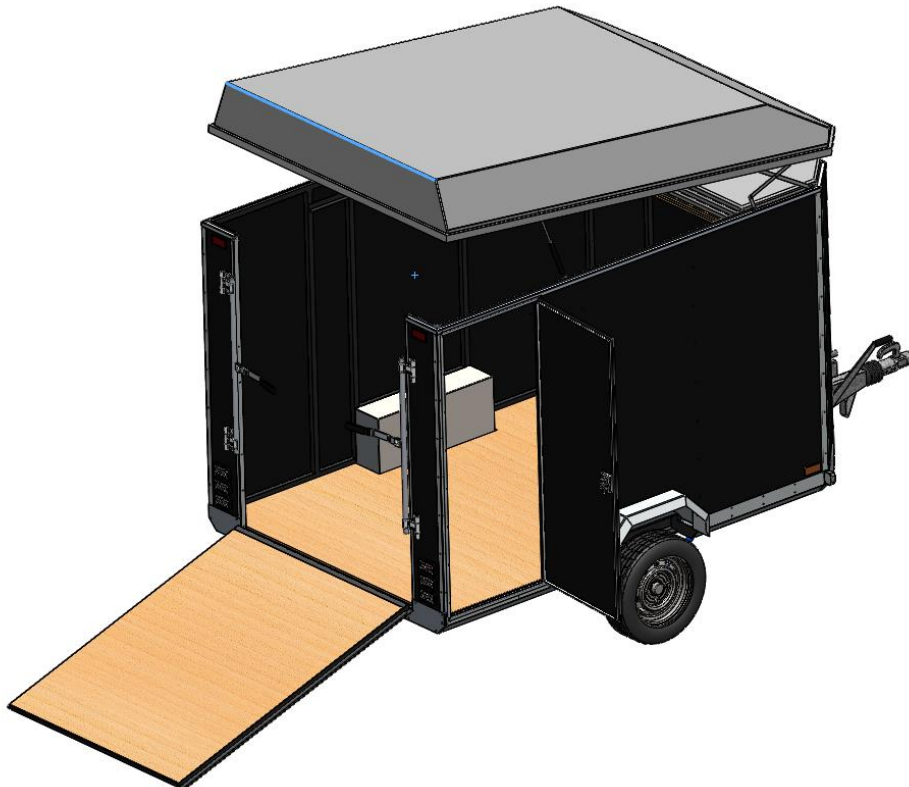


Figura 27. Obertures remolc.

En el cas del sostre del remolc també s'utilitzarà la fibra de vidre per conformar aquesta peça ja que igual que en el cas de la carrosseria es busca per sobre de tot disminuir tot el possible el pes total del remolc, és a dir la TARA.

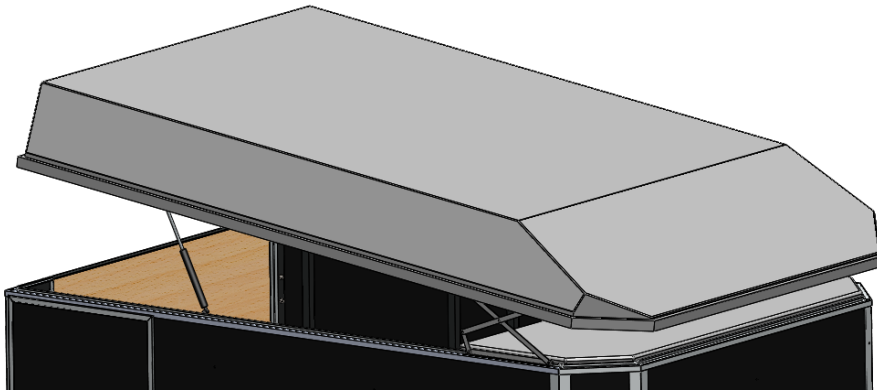


Figura 28. Obertura superior abatible.

Per abatir el sostre, s'incorpora un sistema de frontisses força complexes que proporciona un espai addicional tal i com es mostra a les següents figures:

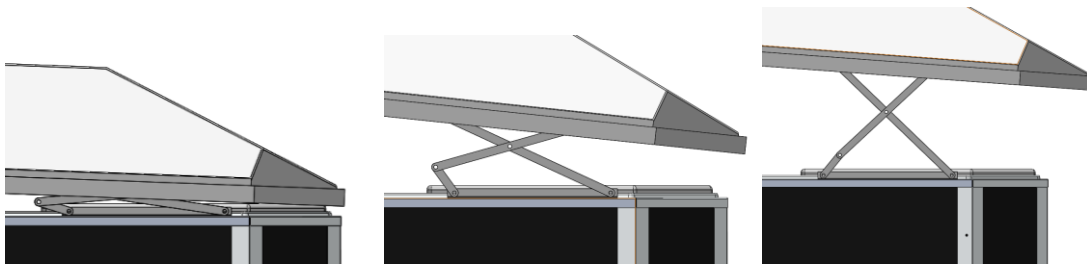


Figura 29. Seqüència moviment obertura superior.

Altre cop amb l'ajuda del programari, s'extreuen imatges renderitzades a partir del model 3D.



Figura 30. Renderitzat obertures.

A continuació es mostra la disposició del llit abatible que farà possible dormir a l'interior del remolc tal i com es comentava en les especificacions.

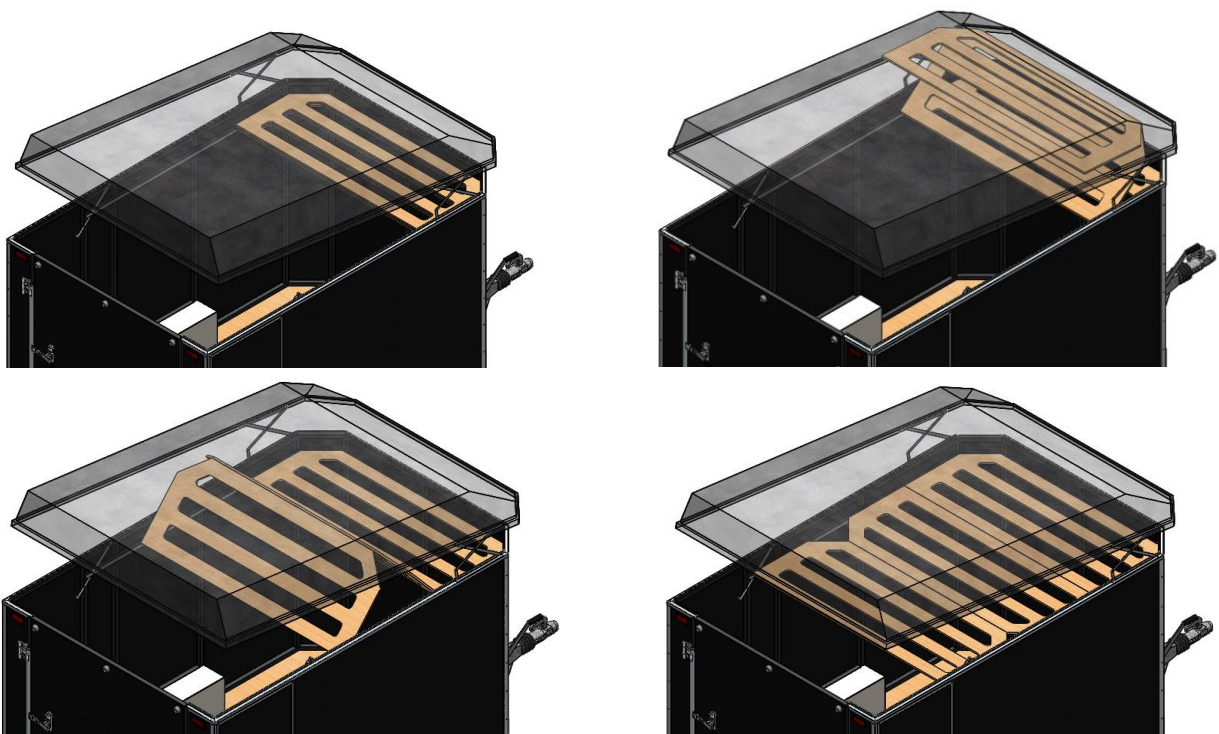


Figura 31. Seqüència moviment abatible llit interior.

El sistema abatible del llit proporciona a l'usuari la possibilitat de dormir a l'interior del vehicle i per tant farà la funció de vivenda tal i com s'especificava en la taula de requeriments inicial. L'usuari podrà extreure el llit o guardar-lo, com es mostra a la primera imatge de la *Figura 22*, en cas de no utilitzar-lo. El llit plegat i els seus matalassos ocupen molt poc espai i no generen cap problema en el moment de carregar el remolc. Un cop desplegada la superfície del llit l'usuari gaudirà d'uns 600 mm d'espai entre el propi matalàs i el sostre.



Figura 32. Renderitzat interior llit.



Figura 33. Renderitzat interior llit amb matalàs.

Els matalassos que s'utilitzaran per aquest llit han de tenir la forma adequada per encabir-se correctament a l'espai corresponent.

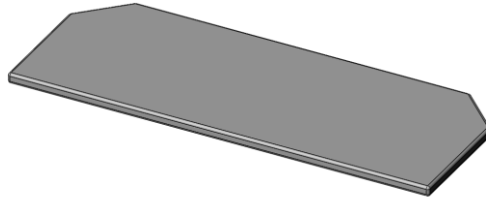


Figura 34. Matalàs.

Per no dormir a la intempèrie, el remolc disposa d'uns perfils d'alumini per acoblar-hi una lona impermeable com les de les tendes de campanya.

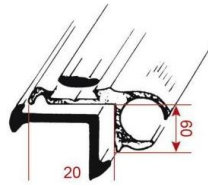


Figura 35. Perfil lona.

A la figura següent es pot apreciar com serà el remolc un cop col·locada aquesta lona impermeable.



Figura 36. Renderitzat vista davantera remolc amb lona.



Figura 37. Renderitzat vista posterior remolc amb lona.

Respecte l'interior, el terra serà de fusta de carrosser, una fusta expressament confeccionada per aquest tipus d'aplicacions. Aquesta fusta presenta unes propietats mecàniques molt bones per el tipus d'aplicació per la qual l'utilitzarem.

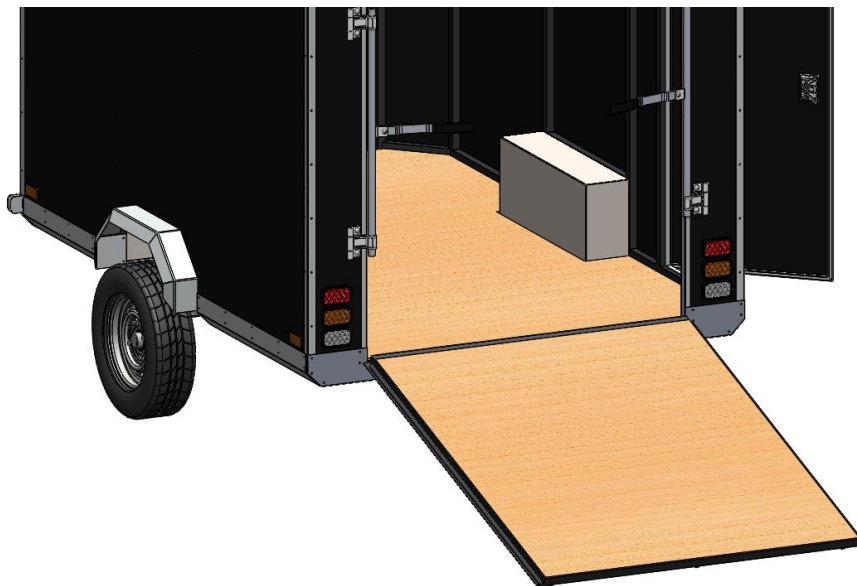


Figura 38. Obertura posterior.

El pas de la roda interior es troba protegit per unes proteccions d'acer inoxidable per tal d'actuar com a parafang i alhora aïllar aquesta cavitat.

A continuació veurem de forma detallada cadascuna de les parts que engloben el conjunt del remolc:

4.1 Xassís

En aquest capítol es mostra el disseny final del xassís del remolc que s'ha elaborat al llarg de tota la fase de desenvolupament del remolc. El disseny final d'aquesta estructura és la conseqüència de diversos dissenys previs que s'han modificat gradualment per tal de resoldre i satisfer totes les especificacions anomenades al primer capítol del projecte.

En aquest capítol s'exposaran els trets més significatius del disseny d'aquesta estructura mentre que els petits detalls es mostren de forma més visible en l'apartat 2 de plànols.

En primer lloc, tal com s'ha explicat anteriorment, l'estructura es conformarà a partir de perfils normalitzats d'acer S275JR, els quals ens proporcionen les propietats mecàniques necessàries per elaborar un disseny segur i resistent per poder circular amb una càrrega aplicada coneguda.

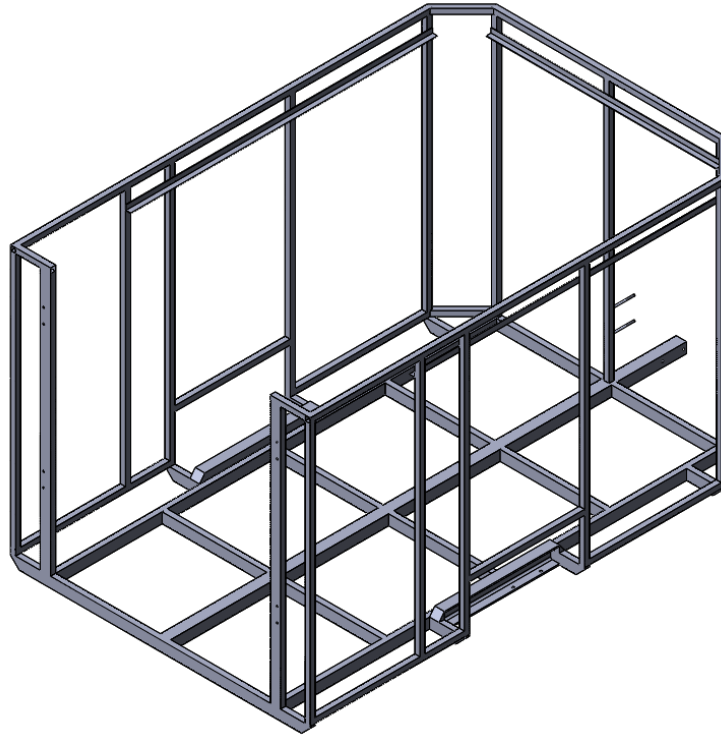


Figura 39. Estructura remolc vista posterior.

Per a la fabricació d'aquesta estructura s'utilitzen 5 tipus de perfil diferent. En primer lloc, el perfil principal i el que ens farà la funció de llançà del remolc és un perfil rectangular de 60x60x2. Per altra banda, tota l'estructura de la base està conformada a partir del perfil rectangular 60x30x2, amb el qual s'aconsegueix una bona resistència.

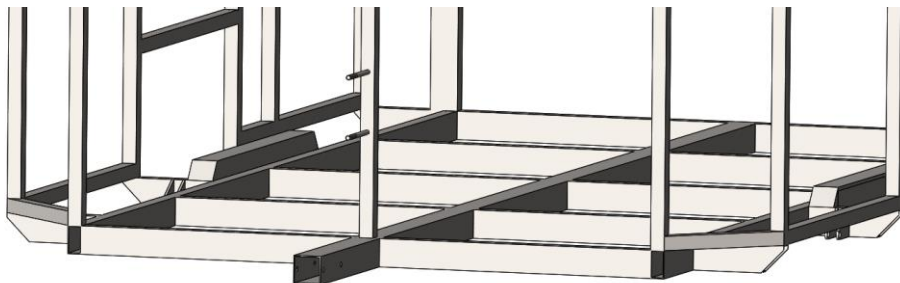


Figura 40. Base estructura remolc.

Juntament soldat a la base, 660 mm de perfil UPE garantiran una bona subjecció de l'eix a l'estructura i també proporcionarà una rigidesa addicional a la base. Aquesta zona central és molt propensa a possibles ruptures i per tant és important tenir-ho present en el disseny.

L'estructura que s'eleva per conformar la caixa del remolc és de 30x30x2, suficient per les forces que ha de suportar.

Finalment, els suports encarregats d' aguantar el llit seran perfils angulars de 30x30x3.

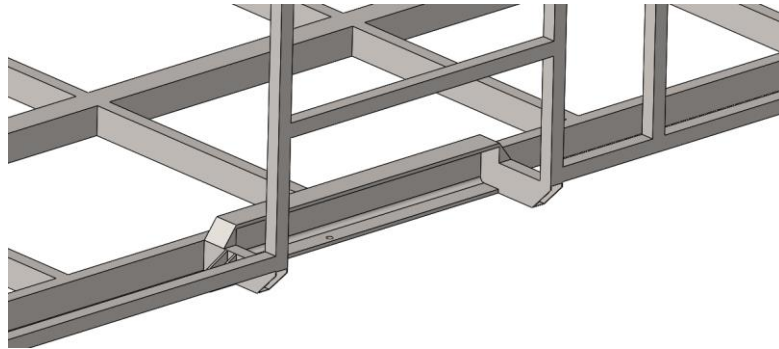


Figura 41. Perfil UPE estructura remolc.

La forma de la caixa ha estat pensada per oferir a l'usuari del remolc un espai el màxim ampli possible sense perdre altres qualitats. Una d'aquestes qualitats és la seguretat del vehicle en carretera ja que encara que la caixa ofereixi una amplada de 1600mm, les rodes del remolc sobresurten de la carrosseria uns *mm* per tal de garantir que el vehicle no bolqui en una corva brusca.

Per altra banda, la part frontal del vehicle no és totalment recta ja que en la mesura possible es buscava des d'un principi reduir les càrregues de resistència aerodinàmica del remolc. Per aquest mateix motiu s'ha intentat reduir l'altura tot el possible.

Les unions de l'estructura amb els diferents components que la subjecten es faran a partir de reblons i es faran els forats durant el muntatge in situ.

Un cop comentada la base estructural, probablement el component més important de tot el conjunt, a continuació es descriuen totes les parts que configuren el conjunt del vehicle.

4.2 Eix

Es tracta d'un dels elements del remolc amb més importància ja que és l'element encarregat de suportar la major part d'esforços de tot el vehicle.

Per tal de garantir el bon funcionament de tot el conjunt remolc, s'instal·larà un remolc previst d'un eix que incorpora una suspensió de cautxú. Aquesta serà l'encarregada d'absorbir les irregularitats del terreny i així proporcionar una bona estabilitat i comoditat al llarg dels trajectes.



Figura 42. Eix remolc.



Figura 43. Sistema incorporat suspensió eix.

L'eix escollit incorpora aquest sistema de suspensió i a més també disposa de frens del tipus tambor.

Aquest frens ajudaran a reduir tant el temps de frenada com també la distància necessària per desaccelerar el vehicle fins a velocitat 0 m/s.

Tenint en compte que la MMA és de 750 Kg, es creu necessari escollir un model d'eix superior i per tant es tria el model d'eix VGB10-M, capaç de suportar 1050Kg de càrrega.

D'aquest mateix model d'eix el fabricant ofereix varies mesures. En el cas d'aquest projecte, s'ha escollit una amplada de subjecció de 1400mm i un acoblament de roda 100x4.



Figura 44. Eix marca KNOTT

És important tenir en compte certes especificacions del fabricant a l'hora de fer el disseny del remolc en el sentit que cal conservar certes distàncies per no tenir col·lisions entre peces:

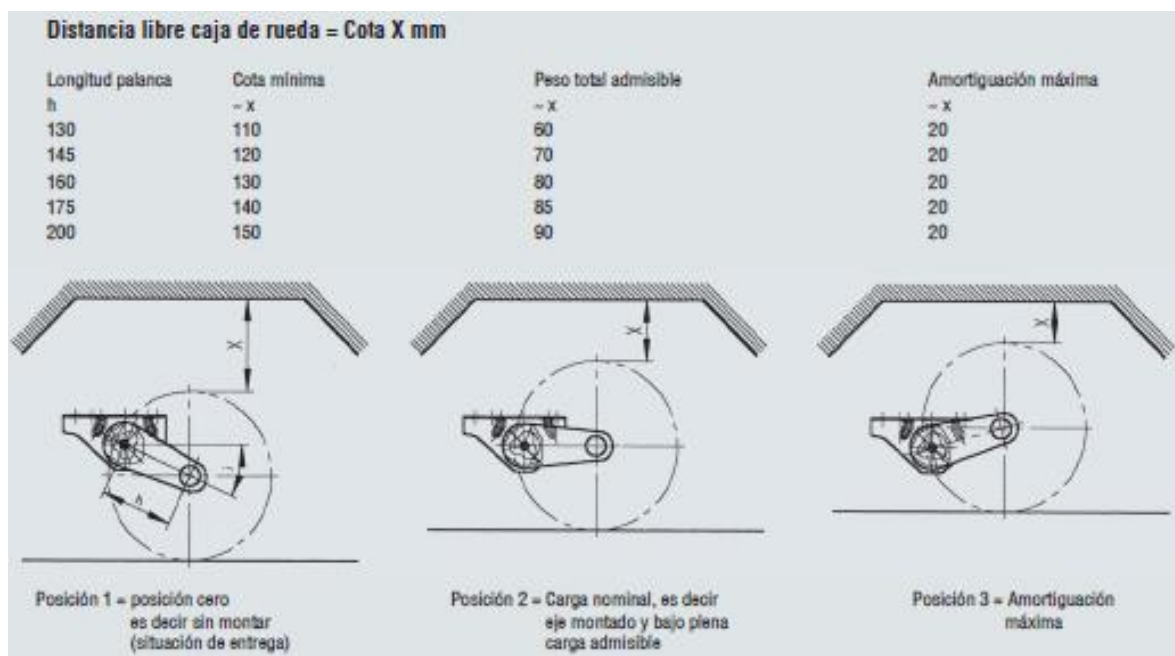


Figura 45. Distància lliure caixa roda.

4.3 Conjunt roda

El fabricant ofereix la possibilitat de comprar aquest component per parts o bé el conjunt sencer compost de la roda muntada i la llanta, en aquest cas d'acer.

Considerant les dimensions del remolc i tenint en compte el seu pes i càrrega màxima, s'instal·laran unes rodes de la marca KNOTT model 175/70R13 capaces de suportar 550 Kg 150 km/h (en aquest cas és suficient ja que cadascuna de les rodes ha de suportar la meitat de la càrrega que suporta l'eix, és a dir, $1050/2= 525$ kg).

Instal·lar neumàtics de 13" ens suposarà una millor sensació en el moment d'arrossegar el vehicle ja que es guanyarà en estabilitat a altes velocitats a diferència del que passaria amb rodes de dimensions més petites.



Figura 46. Roda marca KNOTT.

No oblidar que l'acoblament serà de 100x4.

D'aquest element se'n necessiten 3 unitats ja que una d'elles serà de recanvi en cas de punxada.

4.4 Enganxament

L'enganxament escollit pel remolc és el model KRV13-E. Aquest model s'ha escollit tenint en compte la càrrega admissible del remolc i el tipus d'acoblament respecte a l'estructura del remolc, en aquest cas un perfil quadrat de 60x60.



Figura 47. Enganxament KRV13-E.

En l'annex de descripcions tècniques es veuen de manera detallada totes les característiques d'aquest element.

4.5 Roda Jockey

Aquest element permet deixar carregat el remolc sense necessitat de mantenir-lo acoblat al vehicle tractor. Encara que no sigui un element indispensable, s'instal·la per norma general ja que ens facilita considerablement les maniobres del mateix remolc un cop està desacoblat del vehicle tractor.

S'instal·larà una roda jockey de la marca KNOTT model estàndard TK.

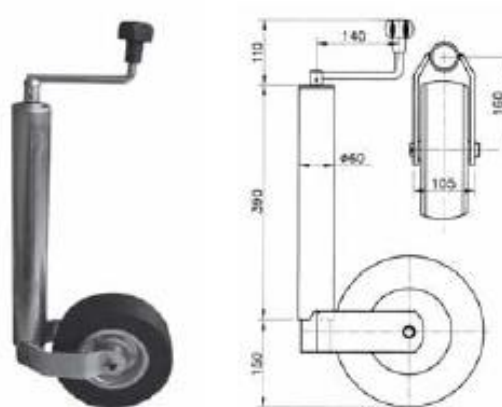


Figura 48. Roda Jockey.

És necessari instal·lar una brida per la roda de tipus Jockey.



Figura 49. Brida acoblament roda Jockey.

La brida escollida permetrà acoblar la roda jockey de diàmetre 60 mm a l'estructura del remolc.

4.6 Amortidors

Aquest element permetrà circular amb el remolc per terrenys irregulars sense que el vehicle es desestabilitzi i així evitar perdre'n el control. Tot i que el propi eix incorpora suspensió, falta un esmorteïment que reguli la velocitat de compressió i extensió. Aquest element ajudarà a contenir el balanceig constant del vehicle. Encara que alguns dels remolcs actuals del mercat no incorporen aquest element, és convenient instal·lar-lo per no malmetre la càrrega a transportar. Cal tenir en compte que també millorarà considerablement el comportament del remolc en el pas per corba i per tant la manejabilitat.



Figura 37. Amortidors marca KNOTT.

S'ha escollit el model de color vermell, és a dir el model capaç de suportar càrregues de fins a 900 Kg del fabricant KNOTT.

4.7 Instal·lació elèctrica

El sistema d'enllumenat del vehicle es compon d'un kit de la casa KNOTT que compleix amb la normativa CEE. Aquest kit conté els cables per a totes les connexions als diferents punts de llum i també consta de les entrades pertinents del vehicle tractor. L'entrada del respectiu vehicle tractor és d'un connector de 7 pols i de 12V que compleixen amb la norma DIN ISO 1185 i DIN ISO 3731. El kit es compon de dues làmpades de posició davanteres blanques, una làmpada de matrícula i dos grups de pilots on es situen les làmpades de frenada, de posició, els intermitents, la marxa enrere i també antiboira.

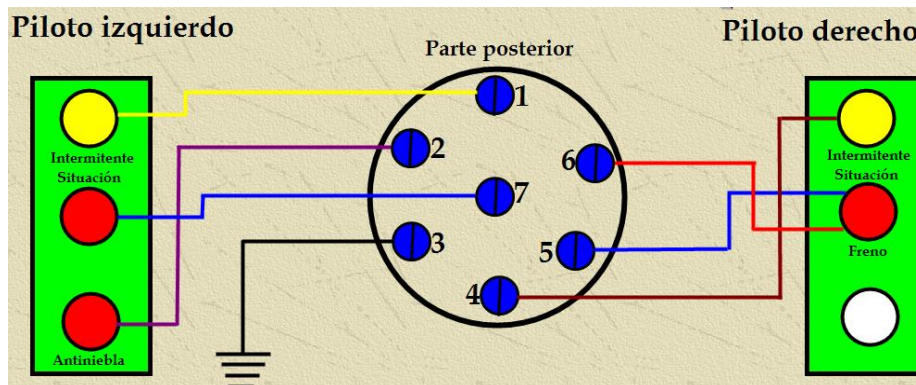


Figura 38: Esquema elèctric remolc.

4.8 Fixacions subjecció motocicletes

La subjecció de les motocicletes és un tema important a l'hora de transportar-les d'un lloc a un altre. Per aquest mateix aspecte s'ha decidit instal·lar unes fixacions a diferents posicions del remolc per tal de subjectar la mercaderia, en aquest cas motocicletes.

S'ha decidit que la posició de les fixacions per a cadascuna de les motos serà la següent:

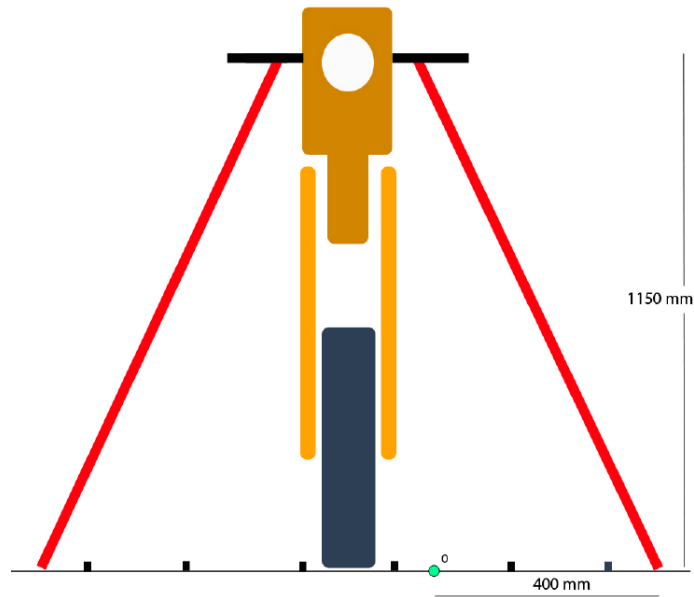


Figura 39: Posició fixacions subjecció moto vista frontal.

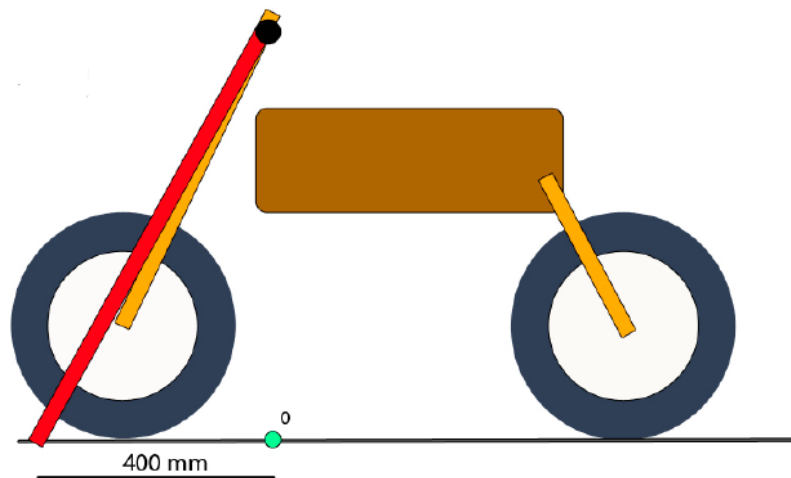


Figura 40: Posició fixacions subjecció moto vista lateral.

L'instal·lació d'aquestes fixacions es farà al muntatge in situ per tal de garantir la posició més adequada. D'aquesta manera s'assegura que la moto independentment del model que sigui, queda ven subjectada. El numero d'anclatges dependrà de la voluntat del client. En el cas de la possible fabricació en sèrie del remolc es determinarà la posició dels anclatges amb el projectista en qüestió.

Aquestes fixacions són de la marca KNOTT i seran suficients per garantir la seguretat de les mercaderies que viatgen en el remolc en qüestió.



Figura 41: Fixació suport moto.

5. RESUM DEL PRESSUPOST

El cost total de fabricació del remolc lleuger de caixa tancada multifuncional (sense tenir en compte el cost de redacció del projecte) és de *quatre mil vuit cents vuit euros amb vuitanta un cèntims (4808.81 €)*.

El cost de redacció del projecte es mostra de manera detallada al document 5 "Pressupost".

Aquest preu és aproximat i esta calculat per fabricar-ne una sola unitat.

6. CONCLUSIONS

Com a valoració general del projecte, els resultats obtinguts en els diferents estudis són positius. En qualsevol dels casos estudiats es supera el valor de seguretat mínim establert i així es considera que el disseny del remolc és correcte.

Pel que respecte els requeriments i desitjos, la gran majoria han estat complerts i per això, en un cas real el client estarà satisfet.

Per altre banda, el remolc compleixen tots els requeriments establerts pel Reglament General de Vehicles i Remolcs, per tant, en un futur es podrà fabricar i també homologar per tal de circular per la via pública.

7. RELACIÓ DE DOCUMENTS

El projecte '*Disseny i anàlisi d'un remolc de caixa tancada multifuncional*' està constituït per 5 documents:

1. Memòria i annexos
2. Plànols
3. Plec de condicions
4. Estat d'amidaments
5. Pressupost

Aquest documents són de caràcter contractual.

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

<http://www.remolquescuni.com/>

<http://www.rcortes.com/esp/index.htm>

<http://www.ingemecanica.com/>

<http://www.carroceriasvic.com/index.php?lang=ca>

Catàleg KNOTT Group, "Components for trailers".

Catàleg AL-KO "Componentes para remolques".

Catàleg Metalco Polians "Suministros para la industria y la construccion"

Apunts Carrega enginyeria mecànica UdG.

CONDESA Grupo

Reglament: "Reglamento General de Vehiculos y Remolques"

<http://www.ibericaderemolques.com/WEB/ACCESORIOS.HTML>

http://www.homologar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12

http://www.urbeni.com/caracteristica_remolques.aspx

ANNEXOS A LA MEMÒRIA

ANNEX A: DESCRIPCIONS TÈCNIQUES

En aquest annex es mostren de forma detallada les característiques de cadascun dels materials i components usats en el remolc. Aquestes dades s'extreuen directament dels catàlegs dels fabricants de les diferents peces.

A.1. MATERIAL

A.1.1 Acer 1.0044 (S275JR)

Propiedades mecánicas / Mechanical properties / Caratteristiche meccaniche

Norma Standard Norma	Calidades Grades Tipi	Limite elástico mínimo R_{eH} Minimum yield strength R_{eH} Limite elastico minimo R_{eH}						Resistencia a la tracción R_m Tensile strength R_m Resistenza alla trazione R_m			Alargamiento mínimo A Minimum elongation A Allungamento minimo A $L_0= 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$ %				Ensayo de flexión por choque Notch impact test Prova di resilienza	
		MPa						MPa			MPa				Temperatura Temperature Temperatura	Energía mín. absorbida Min. absorbed energy Energia min. assorbita
		Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)						Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)			Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)				°C	J
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	>100 ≤125	°C	J	
EN 10025-2: 2004	S235JR													+ 20	27	
	S235J0	235	225		215		195	360-510	350-500	26	25	24	22	0	27	
	S235J2*													-20	27	
	S275JR													+ 20	27	
	S275J0	275	265	255	245	235	225	410-560	400-540	23	22	21	19	0	27	
	S275J2*													-20	27	
	S355JR													+ 20	27	
	S355J0	355	345	335	325	315	295	470-630	450-600	22	21	20	18	0	27	
	S355J2													-20	27	
	S355K2													-20	40	
S450J0	450	430	410	390	380	380	550-720	530-700	17				0	27		
E295*	295	285	275	265	255	245	470-610	450-610	20	19	18	16				
E335*	335	325	315	305	295	275	570-710	550-710	16	15	14	12				
E360*	360	355	345	335	325	305	670-830	650-830	11	10	9	8				

Composició química / Chemical composition / Composizione chimica

Norma Standard Norma	Calidades Grades Tipi	Análisis de colada Ladle analysis Analisi di colata												
		C max. %			Mn max. %*	Si ²⁾ max. %*	P max. %*	S max. %*	N ²⁾ max. %*	Cu max. %*	Otros Other Altri max. %	CEV ⁴⁾ max. %		
		Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)										Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)		
		≤ 16	>16 ≤40	>40 ³⁾								≤30	>30 ≤40	>40 ≤125
EN 10025-2: 2004	S235JR	0,17	0,17	0,20	1,40	-	0,040 ⁴⁾	0,040	0,012	0,55	-	0,35	0,35	0,38
	S235J0	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,035	0,035	0,012	0,55	-	0,35	0,35	0,38
	S235J2*	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,030	0,030	-	0,55	-	0,35	0,35	0,38
	S275JR	0,21	0,21	0,22	1,50	-	0,040 ⁴⁾	0,040	0,012	0,55	-	0,40	0,40	0,42
	S275J0	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,035	0,035	0,012	0,55	-	0,40	0,40	0,42
	S275J2*	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,030	0,030	-	0,55	-	0,40	0,40	0,42
	S355JR	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,040 ⁴⁾	0,040	0,012	0,55	-	0,45	0,47	0,47
	S355J0	0,20	0,20 ³⁾	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	0,012	0,55	-	0,45	0,47	0,47
	S355J2 ²⁾	0,20	0,20 ³⁾	0,22	1,60	0,55	0,030	0,030	-	0,55	-	0,45	0,47	0,47
	S355K2 ²⁾	0,20	0,20 ³⁾	0,22	1,60	0,55	0,030	0,030	-	0,55	-	0,45	0,47	0,47
	S450J0	0,20	0,20 ³⁾	0,22	1,70	0,55	0,035	0,035	0,025	0,55	?)	0,47	0,49	0,49
	E295*						0,045	0,045	0,012					
	E335*						0,045	0,045	0,012					
	E360*						0,045	0,045	0,012					

A.1.2 Acer inoxidable AISI 304

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300 -							
		Acero al Cromo Níquel							
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)	301	302	303	304	304 L	321		
	COMPOSICIÓN QUÍMICA		C% 0,15 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 16,0015,00 Ni% 6,006,00	C% 0,15 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00	C% 0,15 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00 S% 0,15 M _{ín.}	C% 0,08 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0010,50	C% 0,030 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0012,00	C% 0,08 M _{áx.} Mn% 2,00 M _{áx.} Si% 1,00 M _{áx.} Cr% 17,0019,00 Ni% 9,0012,00 Ti%>5xC%>0,07	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9		
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000		
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO		
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500		
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C	16	16	16	16	16	16	
		a 150 C	21	21	21	21	21	21,5	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C	16,92	17,28	17,3	17,30	17,30	16,74	
		0300 C	17,10	17,82	17,8	17,80	17,80	17,10	
		0500 C	18,18	18,36	18,4	18,40	18,40	18,54	
	0700 C	18,72	18,72	18,7	18,80	18,80	19,25		
INTERVALO DE FUSIÓN (C)	13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427			
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008		
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72		
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20º	DUREZA BRINELL RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130150 180330	125145 -	130185 -		
		DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7592 2541 1/4 DURO-DURO	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm ²)	590750 8701200 1/4 DURO-DURO	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -		
	ELASTICIDAD RECOCIDO CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0.2)(N/mm ²)	215340 500900 1/4 DURO-DURO	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -		
	RECOCIDO Rp(1) (N/mm ²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245		
	ALARGAMIENTO 50mm. A(%)	6555 258 1/4 DURO-DURO	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -		
	ESTRICCIÓN RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550		
	RESILIENCIA KCVL (J/cm ²) KVL (J/cm ²)	130 140	160 180	Mín. 100 -	160 180	160 180	120 130		
	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	Rp(0.2) (N/mm ²)	a 300 C	-	-	-	125	115	150
			a 400 C	-	-	-	97	98	135
Rp(1) (N/mm ²)		a 300 C	-	-	-	93	88	120	
		a 400 C	-	-	-	147	137	186	
a 500 C	-	-	-	127	117	161			
a 500 C	-	-	-	107	108	152			
LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C	-	-	-	68	58,5	102		
	a 600 C	-	-	-	42	36	64		
	a 700 C	-	-	-	14,5	10,5	16,5		
	a 800 C	-	-	-	4,9	3,9	5,8		
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (0C) (t)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 9531120		
	TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE		
	INTERVALO DE FORJA TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925		
	TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA SERVICIO CONTINUO SERVICIO INTERMITENTE	900 810	900 810	- 815	925 840	925 840	900 810		
	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA		
OTRAS PROPIEDADES	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%	55%	45%	45%	36%		
	EMBTUCIÓN	BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA		

A.1.3 Alumini 5083

FICHA TÉCNICA											
Composición Química (pletinas, tubos,placas,barras,chapas)											
%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Ti+Zr	Otros	Al
Min.Max	0,40	0,40	0,10	0,40 1,00	4,00 4,90	0,05 0,25	0,25	0,15	0,20	0,15	Resto
Equivalencias Internacionales (pletinas, tubos,placas,barras,chapas)											
USA	ESPAÑA	FRANCIA	ALEMANIA	G.B	SUECIA	SUIZA	CANADA	ITALIA			
A.A.	U.N.E.	AFNOR	DIN(1712-1725)	B.S.	S.I.S.	VSM	ALCAN	UNI			
5083	L-3321 38.340	A-G4,5Mg	AlMg4,5Mn 3.3547	N8	4140	Peraluman 460	D 54s	7790			
Propiedades Mecánicas (pletinas, tubos,placas,barras,chapas)											
ESTADO	Carga de rotura Rm N/mm2	Límite elástico Rp 0.2 N/mm2	Alargamiento 5,65 V So	Resistencia de la Cizalladura N/mm2	Dureza						
					Brinell(HB)	Vickers					
H-III	300	140	18	180	72	76					
H-32	330	240	12	190	95	100					
H-34	375	285	9	-	110	116					
Propiedades Físicas (pletinas, tubos,placas,barras,chapas)											
Módulo elástico N/mm2	Peso especifico gms/cm3	Temperatura de fusión °C	Coficiente de dilatac. lineal (20°-100°) 10-6/°C	Conductividad térmica w/m °C	Resistencia eléctrica Micro Ohm cm.	Conduct. eléctrica % IACS	Potencial de disolución V.				
71.000	2,70	580-645	24'5	120	6'1	28'3	0'86				
Radios De Plegado (pletinas, tubos,placas,barras,chapas)											
Estado	Coef	0'4-0'8 m/m	0'8-1'6 m/m	1'6- 3'2 m/m	3'2-4'8 m/m	4'8-6 m/m	6-10 m/m	10-12 m/m			
H-III	K	0'5	1	1	1'25	1'5	2	-			
H-116	K	-	2	2'25	3	3	-	-			
-	K	-	-	-	-	-	-	-			

A.2 PERFILERIA

Propietats i característiques dels perfils estàndards utilitzats en l'estructura del remolc:

A.2.1 Perfil quadrat 60X60X2

Perfiles Huecos Cuadrados												
Perfil	Dimensiones				Términos de sección						Poso	
	a mm	e mm	r mm	u mm	A cm ²	S cm ³	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I _x cm ⁴	p kp/m	
# 40.2	40	2	5	151	2,90	2,04	6,60	3,40	1,53	11,3	2,28	P
# 40.3	40	3	8	147	4,13	2,80	9,01	4,51	1,48	15,6	3,24	P
# 40.4	40	4	10	143	5,21	3,40	10,50	5,26	1,42	18,9	4,09	P
# 45.2	45	2	5	171	3,30	2,63	9,94	4,42	1,74	16,3	2,59	C
# 45.3	45	3	8	167	4,73	3,65	13,40	5,95	1,68	22,9	3,71	C
# 45.4	45	4	10	163	6,01	4,49	15,90	7,07	1,63	28,2	4,72	C
# 50.2	50	2	5	191	3,70	3,30	13,90	5,57	1,94	22,7	2,91	P
# 50.3	50	3	8	187	5,33	4,62	19,00	7,59	1,89	32,0	4,18	P
# 50.4	50	4	10	183	5,81	5,73	22,90	9,15	1,83	39,9	5,35	P
# 55.2	55	2	5	211	4,10	4,04	18,90	6,86	2,14	30,5	3,22	C
# 55.3	55	3	8	207	5,93	5,70	25,90	9,43	2,09	43,4	4,66	C
# 55.4	55	4	10	203	7,61	7,12	31,60	11,50	2,04	54,5	5,97	C
# 60.2	60	2	5	231	4,50	4,86	24,80	8,28	2,35	39,9	3,53	P
# 60.3	60	3	8	227	6,53	6,89	34,40	11,50	2,30	57,1	5,13	P
# 60.4	60	4	10	223	8,41	8,66	42,30	14,10	2,24	72,2	6,60	P
# 60.5	60	5	13	219	10,10	10,20	48,50	16,20	2,19	85,2	7,96	C
# 70.2	70	2	5	271	5,30	6,71	40,30	11,50	2,76	64,1	4,16	P
# 70.3	70	3	8	267	7,73	9,60	56,60	16,20	2,71	92,6	6,07	P
# 70.4	70	4	10	263	10,00	12,20	70,40	20,10	2,65	118,0	7,86	P
# 70.5	70	5	13	259	12,10	14,50	82,00	23,40	2,60	141,0	9,53	P

A.2.2 Perfil quadrat 30X30X2

SOLDADOS CUADRADOS

Laminados en frío, caliente, decapados, galvanizados.

Suministro en barras a largo comercial.

Otras longitudes bajo pedido.



PESO EN KG/M PARA ESPESORES DE:

Medidas (mm)	1	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	12,5
10x10	0,32	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12x12	0,38	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14x14	0,44	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16x16	0,49	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18x18	0,54	0,80	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-
20x20	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-
22x22	0,68	1,00	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-
25x25	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-
28x28	0,87	1,29	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-
30x30	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-
32x32	1,03	1,52	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
35x35	1,10	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-
38x38	1,21	-	-	3,24	-	-	-	-	-	-	-
40x40	1,26	1,88	2,48	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-

A.2.3 Perfil rectangular 60X30X2

SOLDADOS RECTANGULARES

Laminados en frío, caliente, decapados, galvanizados.
 Suministro en barras a largo comercial.
 Otras longitudes bajo pedido.



PESO EN KG/M PARA ESPESORES DE:

Espesor (mm)	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	12	12,5
16x10	0,38	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20x10	0,46	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20x15	0,54	0,78	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x10	0,54	0,78	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x15	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x20	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x10	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x15	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x20	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x25	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x10	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x15	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x20	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x25	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x10	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x15	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x20	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x25	1,03	1,52	1,99	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-
40x27	-	-	2,80	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-
40x30	1,10	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
40x35	-	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x10	-	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x15	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x20	-	1,52	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x25	-	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
45x30	-	1,76	2,31	3,19	-	-	-	-	-	-	-	-
45x35	-	1,88	2,48	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-	-
50x10	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50x15	1,03	1,52	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50x20	-	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
50x25	-	1,76	2,31	3,19	-	-	-	-	-	-	-	-
50x30	-	1,88	2,47	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-	-
50x35	-	2,00	2,64	3,68	-	-	-	-	-	-	-	-
50x40	-	2,13	2,80	3,92	5,02	-	-	-	-	-	-	-
60x10	-	1,63	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x15	-	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x20	-	1,88	2,48	3,43	-	-	-	-	-	-	-	-
60x25	-	2,00	2,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x30	-	2,13	2,80	3,92	-	-	-	-	-	-	-	-
60x40	-	2,37	3,13	4,42	5,67	6,82	7,86	-	-	-	-	-
60x50	-	2,64	3,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A.2.4 Perfil UPE100

Perfiles U de alas paralelas
 Dimensiones: DIN 1026-2: 2002-10
 Tolerancias: EN 10279: 2000
 Estado de la superficie: conforme a EN 10163-3: 2004, clase C, subclase 1

Channels with parallel flanges
 Dimensions: DIN 1026-2: 2002-10
 Tolerances: EN 10279: 2000
 Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

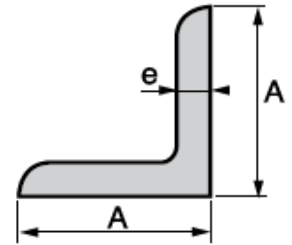
Profili U ad ali paralele
 Dimensiuni: DIN 1026-2: 2002-10
 Tolleranze: EN 10279: 2000
 Condițiuni di superficie: secondo EN 10163-3: 2004, classe C, sottoclasse 1

Denominación Designation Designazione	Dimensiones Dimensions Dimensioni						A mm ² x10 ²	Dimensiones de construcción Dimensions for detailing Dimensioni di dettaglio					Superficie Surface Superficie	
	h mm	b mm	t _w mm	t _r mm	r mm	h _v mm		d mm	Ø	e _{min} mm	e _{max} mm	A _L m ² /m	A _C m ² /t	
UPE 80*	7,90	80	50	4,0	7,0	10	10,1	66	46	-	-	-	0,343	43,45
UPE 100*	9,82	100	55	4,5	7,5	10	12,5	85	65	M12	35	36	0,402	41,00
UPE 120*	12,1	120	60	5,0	8,0	12	15,4	104	80	M 12	35	41	0,460	37,98
UPE 140*	14,5	140	65	5,0	9,0	12	18,4	122	98	M 16	35	38	0,520	35,95
UPE 160*	17,0	160	70	5,5	9,5	12	21,7	141	117	M 16	36	43	0,579	34,01
UPE 180*	19,7	180	75	5,5	10,5	12	25,1	159	135	M 16	36	48	0,639	32,40

A.2.5 Perfil angular 30X30X2


PERFIL ANGULAR

Suministrados en barras de 6 m. Otras longitudes bajo pedido.
Calidad de acero S275JR.

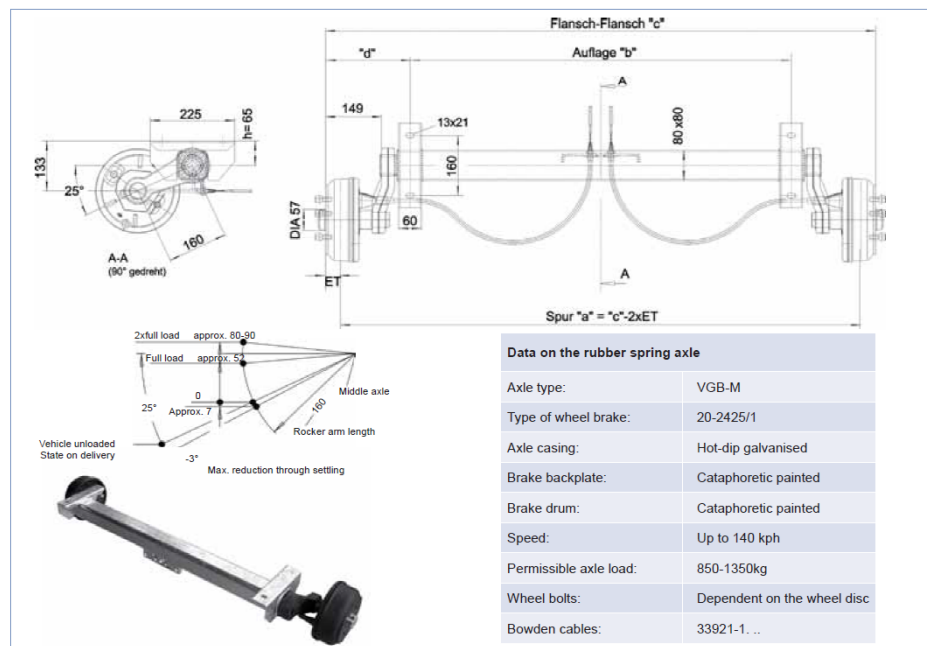


DIMENSIONES EN MM		PESO	SECCIÓN
A x A	e	kg/m	cm ²
20 x 20	3	0,92	1,13
25 x 25	3	1,16	1,43
30 x 30	3	1,62	1,74
35 x 35	4	2,17	2,27
40 x 40	4	2,52	2,78
40 x 40	6	3,66	2,35
45 x 45	5	3,52	2,67
50 x 50	5	3,92	3,28
50 x 50	7	5,36	3,08
55 x 55	6	5,23	3,79
60 x 60	6	5,64	4,48
60 x 60	8	7,37	4,30
65 x 65	7	7,21	4,80
70 x 70	7	7,68	5,69
70 x 70	9	9,69	6,56
75 x 75	8	9,31	6,91

A.3 EIX



Axles braked, 850kg



Axle type:	VGB-M
Type of wheel brake:	20-2425/1
Axle casing:	Hot-dip galvanised
Brake backplate:	Cataphoretic painted
Brake drum:	Cataphoretic painted
Speed:	Up to 140 kph
Permissible axle load:	850-1350kg
Wheel bolts:	Dependent on the wheel disc
Bowden cables:	33921-1 ...



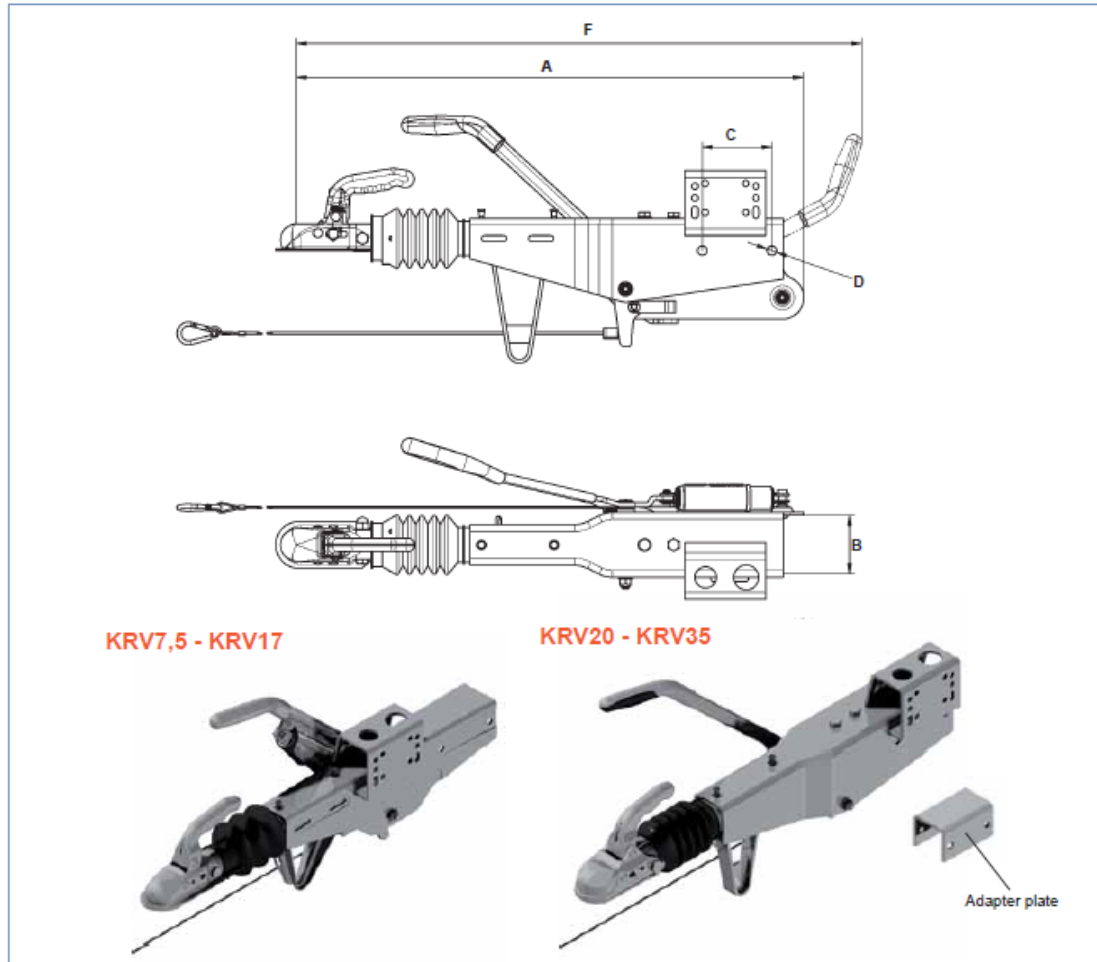
Axles braked 1050 - 1350kg

Type	Axle load kg	"b"	"c"	"d"	Part no.	Wheel connection	Weight kg	Order number
VGB10-M	1050	1000	1450	225	25 to 35	100x4	50,00	B308174864
						112x5	50,00	B308174856
VGB10-M	1050	1100	1550	225	25 to 35	100x4	51,00	B308174855
						112x5	51,00	B308174834
VGB10-M	1050	1200	1650	225	25 to 35	100x4	52,00	B308179902
						112x5	52,00	B308174853
VGB10-M	1050	1300	1750	225	25 to 35	100x4	53,00	B308174852
						112x5	53,00	B308179903
VGB10-M	1050	1400	1850	225	25 to 35	100x4	54,00	B308174871
VGB10-M	1050	1500	1950	225	25 to 35	112x5	54,00	B308174854
						100x4	55,00	B308174025
VGB10-M	1050	1600	2050	225	25 to 35	112x5	55,00	B308179938
						100x4	56,00	B308174728
VGB10-M	1050	1700	2150	225	25 to 35	112x5	56,00	B308174757
						100x4	57,00	B308174736
VGB10-M	1050	1800	2250	225	25 to 35	112x5	57,00	B308174865
						100x4	58,00	B308179908
VGB10-M	1050	1900	2350	225	25 to 35	112x5	58,00	B308174028
						100x4	59,00	B308174742
VGB10-M	1050	1900	2350	225	25 to 35	112x5	59,00	B308174867

A.4 ACOBLAMENT REMOLC



KRV, up to 3500kg



Type	Handbrake version	Permissible total weight (kg)	Static vertical load (kg)	A	B	C	D	F	Coupling	Dead weight (kg)	Order number
KRV7,5-C	GFH	375-750	75	819	60	120	13	940	KK14-B N3	17,00	205612.001
KRV7,5-C	GFH	375-750	75	819	70	120	13	940	KK14-B N3	17,20	205612.002
KRV13-E	GFH	750-1400	100	819	80	120	13	940	KK14-B N3	17,00	205613.001
KRV13-E	GFH	750-1400	100	819	70	120	13	940	KK14-B N3	17,20	205613.002
KRV17-C	GFH	1100-1700	100	819	70	120	13	940	K20-B N3	17,40	205614.001
KRV20-A1	GF	1100-2000	100	878	80	120	16,5	974	K20-B N3	20,20	204607.001
KRV20-A	GF	1100-2000	100	878	100	120	16,5	974	K20-B N3	20,80	204597.001
KRV30-B	GF	1800-3000	150	934	100	120	16,5	987	K35-A N3	22,50	203992.001
KRV35-A	GF	2700-3500	150	1010	120	105 / 105	16,5(3x)	1037	K35-C N3	26,00	203995.001

A.6 RODA JOCKEY

		Jockey wheels, Ø 60		
		Technical Data	Weight (kg)	Order number
Jockey wheel, TK60 (standard) Rim:..... Sheet steel Tyres:..... Solid rubber Wheel size:..... 225x65mm Extension range:..... 230mm Outer tube:..... Ø60x4mm Max. static load capacity:.....250kg		7,30	400264.001	
Jockey wheel, TK60 (reinforced) Rim:..... Sheet steel Tyres:..... Solid rubber Wheel size:..... 225x65mm Extension range:..... 230mm Outer tube:..... Ø60x4mm Max. static load capacity:.....300kg		8,50	408441.001	
Jockey wheel, ST/255VB (reinforced) Rim:..... Sheet steel Tyres:..... Solid rubber Wheel size:..... 255x85mm Extension range:..... 230mm Outer tube:..... Ø60x4mm Max. static load capacity:.....400kg		10,40	405656.001	

A.7 SUPORT RODA JOCKEY**Jockey wheel holders**

Designation	Ø	Dead weight (kg)	Order number
Jockey wheel holder LB35, sheet metal	35	0,5	400302.001
Jockey wheel holder LB48, sheet metal	48	0,6	400305.001
Jockey wheel holder LBG48, cast	48	0,7	4802869X
Jockey wheel holder LBG48, cast, hinged	48	0,7	403009.001
Jockey wheel holder KLE60, sheet metal	60	0,9	4802879X
Jockey wheel holder LB60T1, sheet metal	60	1,1	4802399X

A.8 AMORTIDOR



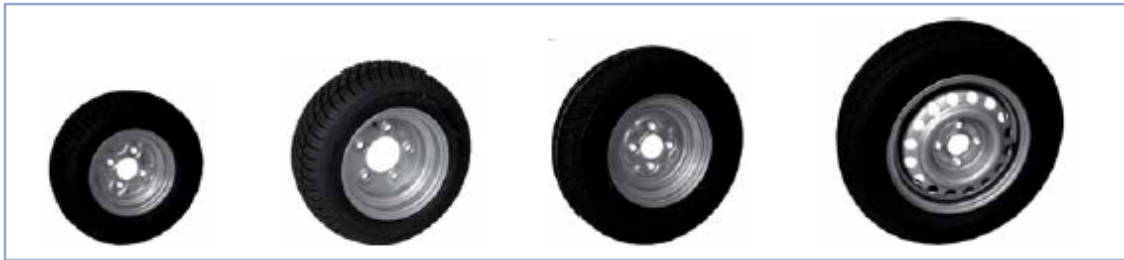
"Pneumatic" chassis damper

Assembly instructions for damper

- 1 Preparation
- 1.1 Insert a hexagon bolt in each hole in both damper bearings.
- 1.2 Screw a hexagon nut on each bolt (tightening torque 80-80Nm).
- 2 Fix the chassis damper on the axle or longitudinal beam.
- 2.1 Insert a hexagonal bolt through the hole in the axle or longitudinal beam.
- 2.2 Screw on a self-locking hexagonal nut - hold the head of the hexagon bolt to do this (tightening torque 80-85Nm).
- 3 Fix the damper to the chassis damper holder (on the rocker arm).
- 3.1 Insert the hexagonal nut through the hole in the chassis damper holder.
- 3.2 Screw on the self-locking hexagonal nut - hold the head of the hexagon bolt to do this (tightening torque 80-85Nm).

Designation	Colour	Weight range Single-axle	Weight range Tandem axle	Weight kg	Order number
"Pneumatic" chassis damper with screw fittings	Red	900 kg	1600 kg		990070
"Pneumatic" chassis damper with screw fittings	Green	1300 kg	2500 kg		990071
"Pneumatic" chassis damper with screw fittings	Blue	1800 kg	3500 kg		990072
"Pneumatic" chassis damper with screw fittings	Black	4000 kg	7500 kg		990073

A.9 RODES



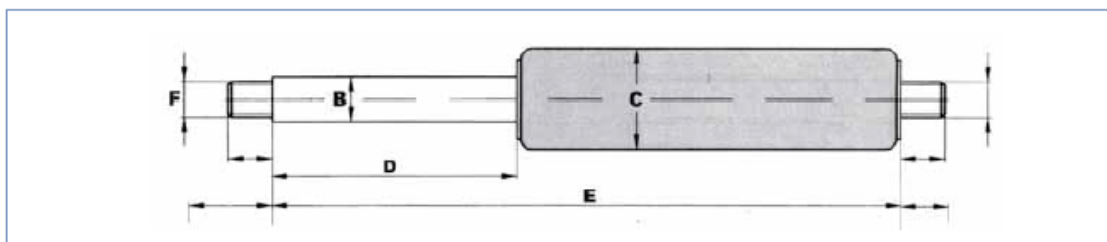
Tyre size, "13"	Load Index	Outer diameter mm	Tyre width mm	Load capacity at 120 kph kg	Wheel dimension	Connection	Centre hole in mm	Part no.	Weight kg	Order number
135/80R13	74N	529	138	375	4,00x13	100x4	57	30	10,3	408702.001
145/70R13	71S	542	150	345	4,00x13	100x4	57	30	11,2	403167.001
145/80R13	78N	572	151	425	4,00x13	100x4	57	30	11,5	403879.001
145/80R13	78N	572	151	425	4,00x13	112x5	67	30	12,3	404028.001
155R13	84N	581	157	500	4,00x13	100x4	57	30	10,8	4900129X
155R13	84N	581	157	500	4,00x13	112x5	67	30	11,0	401718.001
155R13 reinforced	91N	581	157	615	4,50x13	100x4	57	30	12,9	403029.001
155R13 reinforced	91N	581	157	615	4,50x13	112x5	67	30	12,8	403030.001
155/70R13	556	158	387	79N	4,00x13	100x4	57	30	12,8	408704.001
155/70R13	556	158	387	79N	4,00x13	112x5	57	30	12,9	405934.001
165R13	83T	596	174	475	4,50x13	100x4	57	30	14,4	400227.001
165R13	83T	596	174	475	4,50x13	112x5	67	30	15,8	400104.001
165R13 reinforced	96N/94-92R	596	167	670	5,00x13	100x4	57	30	14,9	404349.001
165R13 reinforced	96N/94-92R	596	167	670	5,00x13	112x5	67	30	15,8	404350.001
175/70R13	86N	586	177	550	4,50x13	100x4	57	30	13,3	400230.001
175/70R13	86N	586	177	550	4,50x13	112x5	67	30	13,6	400234.001
175R13 reinforced	97N	608	178	730	5,50x13	100x4	57	30	17,7	400171.001
175R13 reinforced	97N	608	178	730	5,50x13	112x5	67	30	18,0	404359.001
185/70R13	90N	600	189	530	5,00x13	100x4	57	30	15,1	400237.001
185/70R13	90N	600	189	530	5,00x13	112x5	67	30	17,4	400541.001
195/50R13	104N	525	198	675	5,50x13	100x4	57	30	17,5	401443.002
195/50R13	104N	525	198	900	6,00x13	112x5	67	30	18,0	401443.001

A.10 SUBJECCIÓ CINTES TRANSPORT



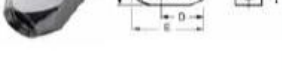
	Designation	L mm	B mm	H mm	B	A mm	Weight kg	Order number
	Shackle bracket, zinc-plated	71	20	25	20	51	0,03	409890.001
	Shackle bracket, zinc-plated	72	20	30	21	51	0,04	409891.001
	Shackle bracket, zinc-plated	71	20	38	20	51	0,05	409892.001
	Shackle bracket, zinc-plated	71	20	45	21	51	0,05	409893.001
	Shackle bracket, zinc-plated	71	20	55	21	51	0,05	409894.001
	Designation	L mm	B mm	H mm	B	A mm	Weight kg	Order number
	Shackle bracket, zinc-plated	76	15	30	28	55	0,05	409890.001
	Shackle bracket, zinc-plated	76	20	35	28	55	0,05	409891.001
	Designation	L mm	B mm	H mm	B	A mm	Weight kg	Order number
	Shackle bracket, zinc-plated	60	15	24	20	45	0,02	409895.001
	Designation	L mm	B mm	H mm	B	A mm	Weight kg	Order number
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated	72	22	25	20	51	0,04	409896.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated	72	22	37	20	51	0,05	409897.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated	72	22	45	20	51	0,05	409898.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated	72	22	55	20	51	0,06	409899.001
	Designation	L mm	B mm	H mm	B	A mm	Weight kg	Order number
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated with welded back plate	45	21	25	20	28	0,05	409906.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated with welded back plate	45	21	37	20	28	0,05	409907.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated with welded back plate	45	21	45	20	28	0,06	403213.001
	Shackle bracket, pivoting, zinc-plated with welded back plate	45	21	55	20	28	0,06	409900.001

A.11 CIINDRE SISTEMA SOSTRE ABATIBLE

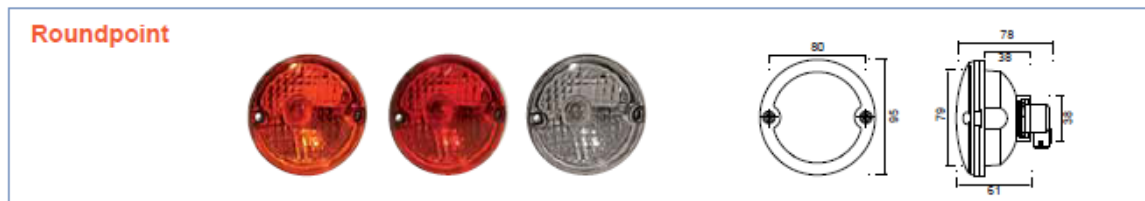












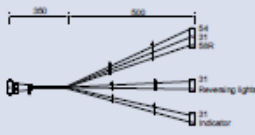
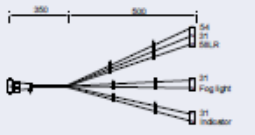
Designation	Extension force in N	Stroke D	Piston rod B	Cylinder C	Extended length E	Thread F	Extended length from middle of eye to middle of eye	Weight kg	Order number, gas pressure spring	Order number eye
Gas pressure spring	250	150	10	23	345	M8	400	0,25	402760.003	402761.001
Gas pressure spring	250	150	8	19	345	M8	400	0,20	402760.001	402761.001
Gas pressure spring	250	200	10	23	445	M8	500	0,40	402760.002	402761.001
Gas pressure spring	250	250	10	23	545	M8	600	0,45	402760.004	402761.001
Gas pressure spring	300	300	14	28	645	M10	700	0,95	402760.057	402757.001
Gas pressure spring	500	150	10	23	345	M8	400	0,35	402760.005	402761.001
Gas pressure spring	500	200	10	23	445	M8	500	0,40	402760.006	402761.001
Gas pressure spring	500	250	14	28	596	M10	650	0,90	402760.007	402757.001
Gas pressure spring	600	250	14	28	545	M10	600	0,80	402760.053	402757.001
Gas pressure spring	700	200	10	23	445	M8	500	0,40	402760.036	402761.001
Gas pressure spring	500	300	10	23	645	M8	683	0,55	402753.001	402756.001
Gas pressure spring	500	300	14	28	645	M10	700	0,95	402760.074	402757.001
Gas pressure spring	700	300	14	28	645	M10	700	0,95	402760.058	402757.001
Gas pressure spring	750	150	10	23	345	M8	400	0,35	402760.008	402761.001
Gas pressure spring	750	200	10	23	445	M8	500	0,40	402760.009	402761.001
Gas pressure spring	750	250	14	28	596	M10	650	0,90	402760.010	402757.001
Gas pressure spring	750	300	10	23	645	M8	683	0,55	402755.001	402756.001
Gas pressure spring	750	300	14	28	696	M10	750	1,00	402760.012	402757.001
Gas pressure spring	750	300	14	28	648	M10	700	0,95	402755.002	402757.001
Gas pressure spring	850	250	14	28	545	M10	600	0,85	402760.054	402757.001
Gas pressure spring	850	300	14	28	645	M10	700	0,95	402760.059	402757.001

A.12 SUPORT CIINDRE SISTEMA SOSTRE ABATIBLE

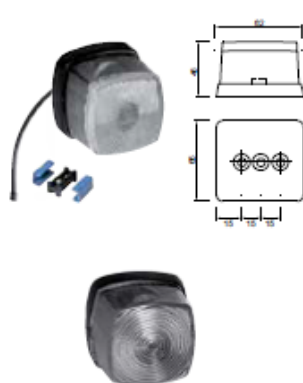
		Gas pressure springs, fittings									
		Designation	A	B	C	D	E	SW	H	Weight kg	Order number
		Screw eye with zinc-plated chamfer	M8	8,1	15	19	25	10	--	0,03	402756.001
		Screw eye with Nirosta chamfer	M8	8,1	--	19	--	--	--	0,03	409921.001
		Screw eye with zinc-plated chamfer	M8	8,1	15	27	36	10	--	0,03	402781.001
		Screw eye with Nirosta chamfer	M8	8,1	--	27	--	--	--	0,03	409922.001
		Screw eye, milled	M10	8,1	18	27,5	39	10		0,04	402757.001
		Hinge joint		M8/M10	16	13	10		30	0,05	402910.001
		Hinge joint		M8	16	13	8		30	0,05	402912.001
		Hinge joint		M10	19	16	10		35	0,10	402911.001
		Fixing plate with dowel	8							0,06	402906.001
		Fixing plate with hinge joint								0,10	402907.001
		Fixing plate with Nirosta hinge joint								0,04	402908.001
		Connecting bracket								0,07	402909.001

A.13 SISTEMA IL·LUMINACIÓ

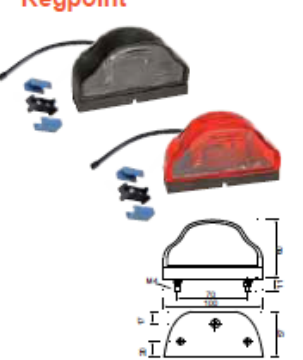



ID no.	Light	Connection	Colour	Functions	Weight kg	Order number
21-7502-007	Dual function	3-pole	Red	Rear light, brake light	0,09	406747.001
21-7500-007	Single function	2-pole	Orange	Indicator light	0,08	406745.001
21-7501-007	Single function	2-pole	Red	Brake light	0,08	409017.001
21-7505-007	Single function	2-pole	Red	Rear light	0,08	409018.001
27-7500-007	Single function	2-pole	Red	Rear fog light	0,08	406743.001
28-7500-007	Single function	2-pole	White	Reversing lights	0,08	406744.001
Spare parts and accessories:						
15-5200-007	Decorring, chrome				0,02	406742.001
15-5200-017	Decorring, red				0,02	406791.001
15-5200-027	Decorring, orange				0,02	406792.001
15-5111-207	Sealing ring, self-adhesive				0,01	409013.001
15-5111-217	Sealing ring				0,01	409014.001
16-6121-007	Bulb 21W/12V for indicator / rear fog light / reversing light				0,01	4803650X
16-6122-007	Bulb 21/5W/12V for rear light / brake light				0,01	403679X
16-6105-007	Bulb 5W/12V for rear light				0,01	4803660X
13-3081-014	2-pole connector, female, to Roundpoint incl., contacts and single-wire sealing				0,01	409015.001
13-3082-014	3-pole connector, female, to Roundpoint incl., contacts and single-wire sealing				0,01	409016.001
66-1563-007	Adapter, right, 5-pole bayonet cable to Roundpoint connection (reversing light, rear/brake light flashing light, female)				0,09	406739.001
66-1564-007	Adapter, left, 5-pole bayonet cable to Roundpoint connection (rear fog light, rear/brake light flashing light, female)				0,09	406740.001

Position lights

Squarepoint 	ID no.	Light	Connection	Weight kg	Order number
	31-5209-007	White, incl. reflector	DC 0,5m cable (see Fig.)	0,02	404526.001
	21-5200-017	White, incl. reflector	Rubber entry point	0,02	401474.001
	31-5201-147	White, incl. reflector	2-pole connector, 3,0m cable	0,03	401546.001
	31-5201-077	White, incl. reflector	2-pole connector, 5,0m cable	0,03	401546.002
	21-5100-017	White, without spotlight	Rubber entry point	0,02	407487.001




Number plate light




Regpoint 	ID no.	Light	Connection	Weight kg	Order number
	36-3209-017	White	DC 0,8m cable	0,03	402523.001
	36-3209-027	White	DC 1,5m cable	0,03	406850.001
	36-3209-147	Red	DC 0,8m cable	0,03	408806.001
	26-3200-007	White	Rubber entry point	0,03	402521.001
	36-3201-007	White	0,5m 2-pole connector	0,03	402522.001
	36-3201-017	White	1,5m 2-pole connector	0,03	406352.001
	ID no.	Spare parts and accessories:		Weight kg	Order number
	16-8605-007	Soffitte 12V/5W		0,01	4803689X
	15-5976-017	DC connectors		0,01	402348.001

Regpoint LED 	ID no.	Light	Connection	Weight kg	Order number
	36-3509-007	White LED	DC 0,8m cable	0,03	406649.001
	ID no.	Spare parts and accessories:		Weight kg	Order number
	15-5976-017	DC connectors		0,01	402348.001

A.14 CATADRIÒPTICS

KNOTT TRAILERTECHNIK **Reflectors**

	Designation	Weight kg	Order number
	Triangular reflector, screwable	0,07	4803759X
	Triangular reflector, adhesive	0,07	402855.001
	Triangular reflector, screwable, 70mm with 4 exchangeable reflectors in a rubber housing	0,20	408830.001

69x31.5mm	Designation	Weight kg	Order number
	Reflector, white, 69x31.5mm, adhesive	0,02	404698.001
	Reflector, red, 69x31.5mm, adhesive	0,02	404699.001
	Reflector, yellow, 69x31.5mm, adhesive	0,02	404700.001

A.13 TERRA

Tableros contrachapados para la industria del transporte

Sus ventajas

- | **Tableros resistentes antideslizantes**
- | Una cara lisa y otra rugosa.
- | Se utilizan normalmente para suelos en la industria de carrocerios, escenarios, atillos que requieren una gran capacidad de carga, vehiculos de transporte, puentes peatonales, suelos almacenes

- y fábricas, estanterias de almacenes, cubiertas de buques, superficies de viaductos, andamios.
- | **Superficie:** Revestida con un laminado de resina fenólica (120 g/m²) y con una resistente textura antideslizante.

- | **Reverso:** Un film, fenólico de 120 g/m², liso
- | **Cantos sellados con resina acrilica**
- | El tablero base es abedul
- | **Color estándar:** marrón



Posibles aplicaciones



Suelo remolque



Piso vehiculos transporte



Gradas

Programa

Tablero de abedul para suelos - COLOR MARRON					
Referencia	Dimensiones	Nº de láminas	 x m ²	Superficie	
1 294 846	4x1250x2500	3	3,9	3.125	150
1 294 847	4x1525x2500	3	3,9	3.813	150
1 294 848	6,5x1250x2500	5	4,6	3.125	90
1 294 849	6,5x1525x2500	5	4,6	3.813	90
1 294 850	9x1250x2500	7	6,3	3.125	65
1 294 851	9x1525x2500	7	6,3	3.813	65
1 294 852	12x1250x2500	9	8,5	3.125	50
1 294 853	12x1525x2500	9	8,5	3.813	50
1 294 854	15x1250x2500	11	10,6	3.125	40
1 294 955	15x1525x2135	11	10,6	3.256	40
1 294 855	15x1525x2500	11	10,6	3.813	40
1 294 920	15x1525x3050	11	10,6	4.651	40
1 294 856	18x1250x2500	13	12,7	3.125	35
1 294 857	18x1525x2500	13	12,7	3.813	35
1 294 858	21x1250x2500	15	14,8	3.125	30
1 294 859	21x1525x2500	15	14,8	3.813	30
1 294 860	24x1250x2500	17	16,9	3.125	25
1 294 861	24x1525x2500	17	16,9	3.813	25
1 294 862	30x1250x2500	22	21,2	3.125	20
1 294 863	30x1250x3050	22	21,2	3.813	20
1 294 864	30x1525x2500	22	21,2	3.813	20
1 294 865	30x1525x3050	22	21,2	4.651	20

ANNEX B: CÀLCULS ESTRUCTURALS

B.1 INTRODUCCIÓ

En l'apartat següent es mostren els càlculs efectuats al llarg de la fase de desenvolupament del remolc. Concretament aquestes anàlisis fan referència al xassís del remolc ja que un bon disseny d'aquest element serà fonamental per garantir la seguretat de tot el vehicle.

Els càlculs que s'han realitzat sobre l'estructura són estàtics perquè es considera que el model no segueix un cicle determinat de forces i per tant, descartem l'opció de fer un càlcul dinàmic de l'estructura.

La següent figura mostra l'estructura del remolc a estudiar:

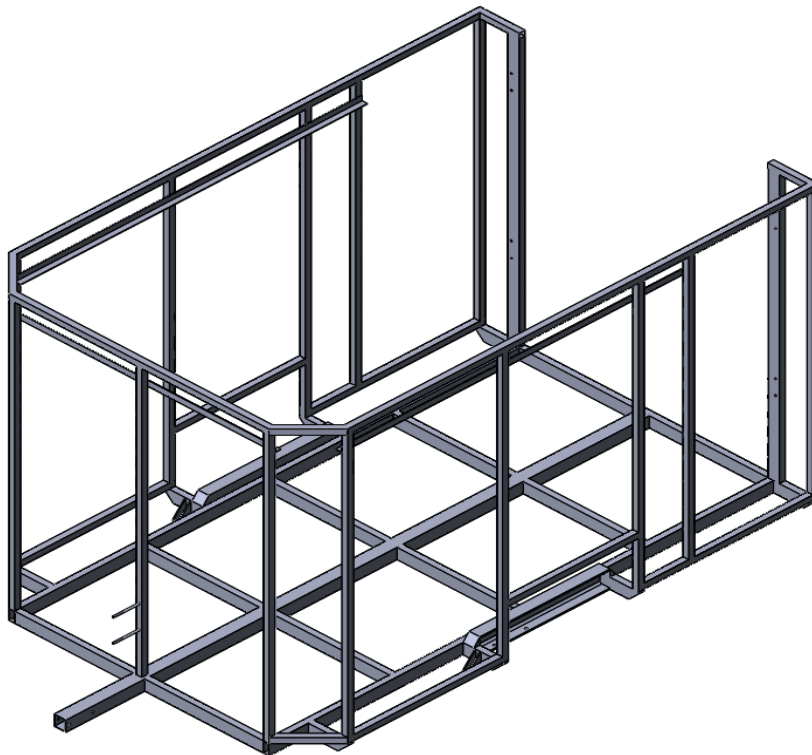


Figura 42 : Xassís remolc

La dada més significativa sobre les propietats de l'estructura és el seu pes:

$$\text{Pes estructura} = 141.21\text{Kg}$$

Amb la finalitat de realitzar un estudi complet, s'analitzarà el comportament de l'estructura en diferents situacions de càrrega extremes.

A continuació s'exposen les hipòtesis que s'han seguit per realitzar els càlculs.

B.2 PROPIETATS MATERIAL

El material escollit és el 1.0044 (S275JR) i les seves propietats mecàniques són les agrupades en la taula següent:

Taula 4: Propietats mecàniques acer 1.0044(S275JR)

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	210000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	79000	N/mm ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	410	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	275	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-005	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)
Calor específico	440	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

B.3 RECOLZAMENTS

Per garantir que el model d'assaig es comporti similar al real és important la correcta col·locació dels recolzaments de l'estructura.

Per tal d'obtenir uns resultats coherents i pròxims a la realitat és important saber simplificar i interpretar el tipus de moviments i limitacions que existeixen en el món real i, un cop definides, saber introduir-les en el model a estudiar.

A continuació es mostren els recolzaments i les fixacions aplicades al model a estudiar.

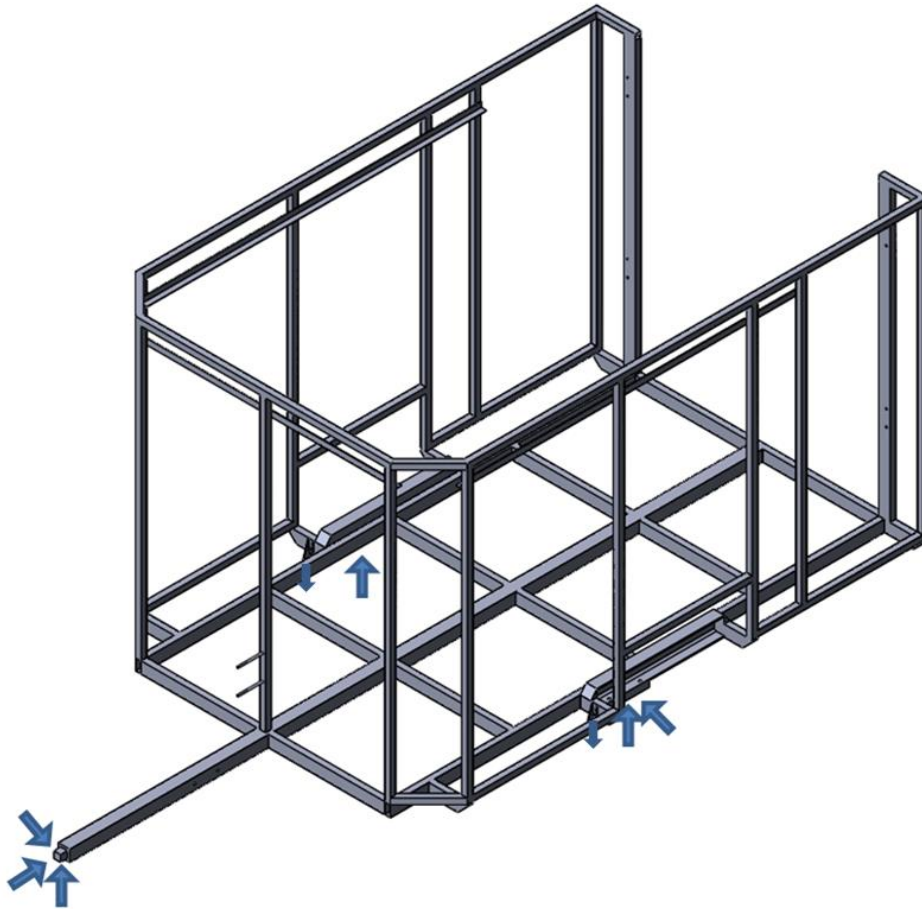


Figura 43: Recolzaments estructura

En aquesta figura s'observa que el model a estudiar per elements finits és lleugerament diferent al model final que hem presentat prèviament. Aquest fet es deu a la inexistència d'algun component de compra sobre el model. El cas més rellevant és l'allargament de la llanxa per tal de simular l'acoblament i així garantir resultats el més reals possibles.

Un dels punts més interessants a l'hora de col·locar els recolzaments és l'acoblament per bola que incorporen els remolcs.

Per tal de simular aquesta fixació, la solució proposada és limitar el desplaçament en els 3 sentits dels eixos sense oposar resistència als moments flectors.

En la següent figura es pot apreciar aquesta simplificació:

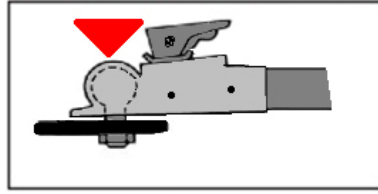


Figura 44: Acoblament remolc i vehicle tractor.

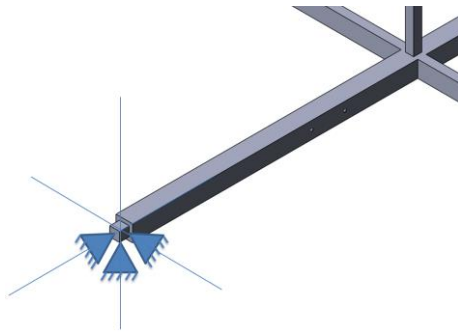


Figura 45: Simplificació articulació per ròtula.

Amb aquestes restriccions s'aconsegueix simular el que vindria a ser un acoblament per ròtula.

Un cop simplificat l'acoblament per ròtula, es procedeix a mostrar les fixacions amb l'eix.

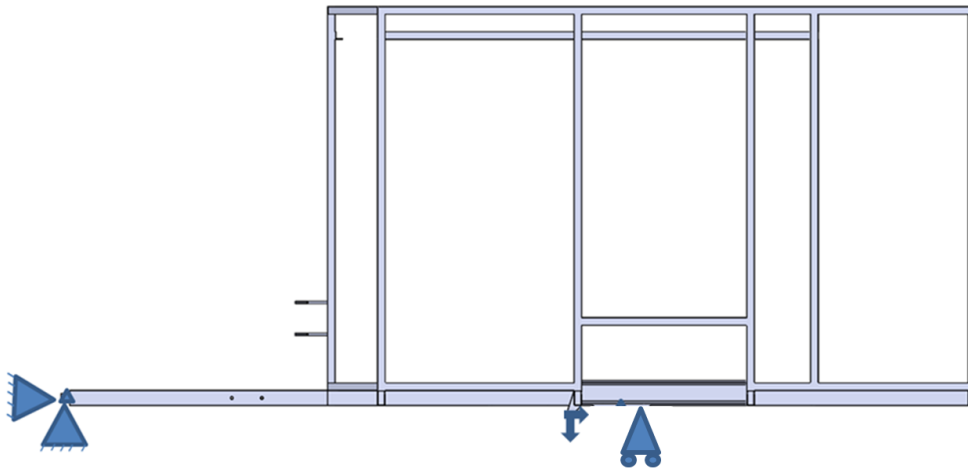


Figura 46: Vista lateral recolzaments estructural.

És important saber que el recolzament que limita el moviment vertical de l'estructura en la seva part central es troba situat just al punt de contacte de la roda amb la superfície.

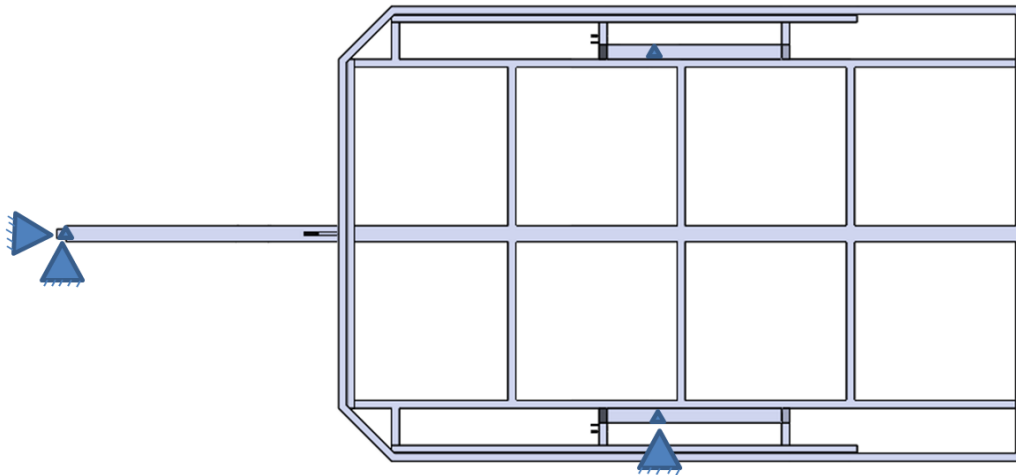


Figura 47: Vista en planta recolzaments estructural.

En aquesta figura de la planta s'aprecia el recolzament lateral de l'estructura del remolc. Aquest recolzament ens permet posicionar l'estructura limitant el moviment total d'aquesta. Aquest tipus de recolzament només es col·loca en un lateral ja que les rodes del vehicle no limiten la totalitat del moviment en aquest sentit. Amb aquest tipus de recolzaments es volen aconseguir uns resultats precisos i molt pròxims als resultats que obtindríem en un model real.

B.4 INTRODUCCIÓ ALS CÀLCULS

En primer lloc es vol fer referència a la classificació que s'ha elaborat de les càrregues en els següents apartats. Aquesta classificació engloba dos tipus de càrrega:

- **Càrrega estàtica:** En aquest cas, el valor obtingut no serà el pes que transporta el vehicle quan es troba en circulació sinó que serà una càrrega en alguna situació extrema. Aplicant aquest tipus de càrrega s'obindrà el comportament del remolc en situacions on la càrrega aplicada superarà el valor màxim de càrrega permès. Aquesta situació simula per exemple el moment de càrrega i descàrrega del vehicle.
- **Càrrega de circulació:** Aquest valor serà el pes propi de les motocicletes sense tenir en compte cap sobredimensió ni cap càrrega addicional. Per tant, serà el pes que realment hi haurà aplicat al vehicle quan aquest es trobi en circulació.

En apartats anteriors es fa referència a les especificacions que ha de tenir un remolc lleuger per tal d'estar homologat i així poder circular per la via pública. Així doncs, per tal d'assegurar que el vehicle entri a la categoria O1 (remolcs lleugers) no pot superar la Massa Màxima Autoritzada de 750 Kg. Aquest valor és important tenir-lo present tant a l'hora d'elaborar el disseny del remolc com també a l'hora de determinar la càrrega màxima permesa del vehicle.

A continuació es calcula el valor de la càrrega màxima que es podrà transportar amb el vehicle en qüestió fent referència a la normativa.

$$\text{Càrrega màx.} = \text{MMA (Remolc categoria O1)} - \text{TARA remolc}$$

$$\text{Càrrega màx.} = (750\text{Kg} - 406.66\text{Kg}) * 9.81\text{m/s}^2$$

$$\text{Càrrega màx.} = 3368.16\text{N}$$

Aquests 3335.4N de capacitat de càrrega serà suficient ja que el pes dels vehicles que es volen transportar no supera aquest valor. En el cas de transportar motocicletes tipus motocròs, es podran transportar 2 unitats, però en el cas de motos de velocitat i quads es podrà transportar únicament 1 unitat. En resum, el nombre d'unitats a transportar ve restringit pel propi pes dels vehicles. En el cas de voler transportar altres mercaderies, és important no excedir aquest valor de càrrega ja que es podria haver-hi problemes legals. Ara bé, amb la finalitat d'assegurar el correcte funcionament del remolc en la situació més extrema, s'incrementarà el valor de les càrregues com el pes dels vehicles un 50 % del valor màxim per poder garantir la seguretat de l'estructura en tot moment. Un cop augmentat aquest percentatge per seguretat, es vol simular també la possibilitat que l'usuari dels vehicles es trobi sobre la superfície del remolc en el mateix moment, Per tant, s'incrementaran 100Kg a cadascun dels vehicles dels diferents estudis. Per tal de simplificar els càlculs, el pes de les motocicletes (i el de la persona que es troba prop del vehicle) es dividirà el 50% del pes en l'eix de davant i l'altre 50% del pes en l'eix de darrere. Aquest sobredimensionament es justifica per diverses causes, per exemple: previsions de desgast i corrosió, possibles errors de desviació en les propietats previstes pels materials que utilitzem, diferències entre propietats tubulades i les obtingudes a la realitat, toleràncies de fabricació i muntatge,

toleràncies per desconcert de les sol·licitacions a les quals es sotmetrà l'element, la pròpia variació del mètode de càlcul, etc.

En l'apartat d'anàlisi del projecte es realitzaran 4 estudis diferents ja que en cadascun dels casos hi haurà un tipus de càrrega determinada.

A banda d'aquestes càrregues, que per cadascun dels estudis serà diferent, és important recalcar que en tots els estudis s'aplicarà la càrrega provinent del pes de tot el remolc:

$$TARA_{remolc} = 406.66Kg * 9.81 m/s^2 = 3989.33N$$

Es tindrà present aquest valor en el moment de realitzar els càlculs manualment ja que quan introduïm les càrregues a l'ordinador per dur a terme l'estudi d'elements finits, el programa ja tindrà en compte el pes de la pròpia estructura. És a dir, restarem el pes de l'estructura dels 3989.33N i obtindrem el pes de tots els components que conformen el propi remolc:

$$Pes_{elements_{remolc}} = 3989.33N - (141.21Kg * 9.81 m/s^2) = 2604.06N$$

Aquesta càrrega s'aplicarà al centre de gravetat del remolc, el qual es troba a una distància de 2280.82 mm de l'acoblament tal i com es mostra a la següent figura:

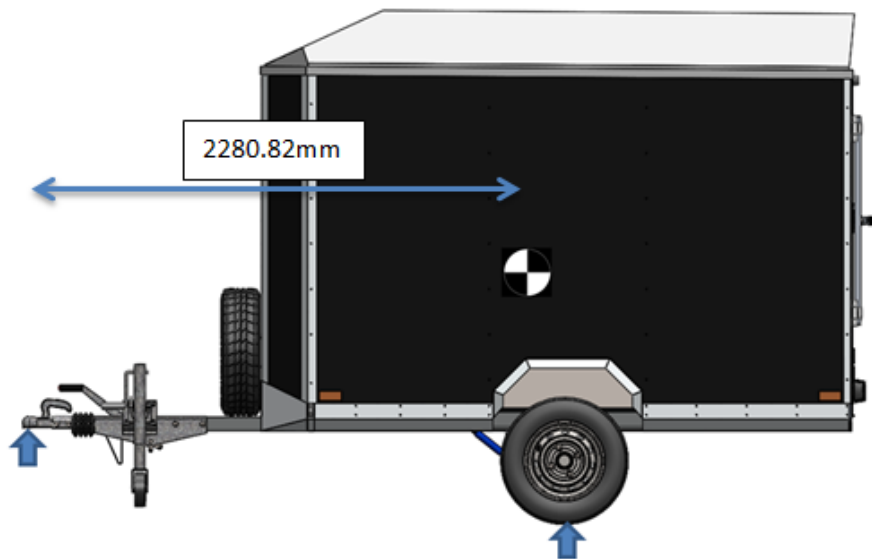


Figura 48: Posició centre de gravetat del remolc.

Per tal de simplificar els càlculs, hi ha forces que no es tindran en compte ja que en comparació a les altres forces aplicades, el valor és insignificant. Unes de les forces que no es consideraran són: les forces provocades per l'acceleració i desacceleració del vehicle, les forces degudes al vent, les forces provocades per un sotrac, etc...

En els següents subapartats s'explicarà la forma en què es repartiran les càrregues i els punts d'aplicació de les mateixes per després realitzar els estudis de les diferents situacions.

En qualsevol dels estudis a desenvolupar el factor de seguretat mínim serà d' 1.5. En el cas d'obtenir un factor de seguretat menor, es solucionarà el problema corregint possibles errors i realitzant modificacions estructurals. Aquest coeficient o factor de seguretat és un número adimensional generalment comprès entre 1 i 15 quan es calcula sota criteris estàtics. El seu valor depèn de la forma d'aplicar les càrregues, del tipus de material escollit i pot estar basat en un error per fluència o per ruptura.

Per tal de simplificar la descripció dels següents casos s'ha decidit mostrar només els passos elaborats en el cas 1. La resta dels casos es descriuran de forma més simple i es mostraran només les dades obtingudes a partir dels càlculs efectuats. D'aquesta manera es pretén agilitzar la comprensió dels resultats dels estudis i evitar alhora la repetició de les explicacions.

B.5 ESTUDI 1: Estructura carregada amb dues motocicletes tipus motocròs:

En aquest estudi s'analitzarà el comportament del remolc en el cas que es carreguin dues motocicletes tipus motocròs.

B.5.1 Valor de càrrega:

En el cas de les motocicletes tipus motocròs el seu pes aproximat és de 120 Kg. Per tal de garantir la seguretat del conjunt en els càlculs de l'estudi s'augmentarà un 50% el propi pes del vehicle:

$$\text{Carrega vehicle individual(estàtic)} = 120\text{Kg} * 1.5 * 9.81\text{m/s}^2 = 1765.8\text{N}$$

Si es parteix de la hipòtesi que en el moment de carregar i descarregar les motos els usuaris de les mateixes es trobaran sobre l'estructura del remolc, es sumarà una càrrega addicional de 100 Kg tal i com s'ha explicat a l'apartat anterior.



Figura 49: Càrrega aplicada Estudi 1

$$\text{Càrrega total(estàtic)} = 2 * 1765.8\text{N} + (100\text{Kg} * 9.81\text{m/s}^2 * 2) = 5493.6\text{N}$$

Aquest serà el valor de càrrega amb el qual s'analitzarà el comportament del remolc en aquest estudi.

És important destacar que aquest valor de càrrega estàtica no serà el pes que es transportarà amb el remolc, sinó que en circulació el remolc estarà carregat per un pes de:

$$\text{Càrrega de circulació} = 2 * 120\text{Kg} * 9.81\text{ m/s}^2 = 2354.4\text{N}$$

Aquest pes real no supera el valor de la càrrega màxima de 3368.16N, per tant, serà legal transportar dues motocicletes d'aquest tipus.

B.5.2 Distribució de la càrrega:

Tal i com s'ha calculat en el cas de carregar dues motocicletes tipus motocròs, en el remolc, el pes que s'aplicarà en el model és de:

$$\text{Càrrega total (estàtic)} = 5493.6N$$

Tenint en compte que amb aquest pes es tenen en compte dos vehicles, el pes individual serà de:

$$\text{Pes 1 moto offroad(estàtic)} = \frac{5493.6N}{2} = 2746.8 N$$

Tal i com s'ha explicat anteriorment, el pes de la motocicleta (més la persona) es repartirà 50% en cada eix, és a dir, en el punt de contacte entre la roda i el terra. Per tant s'obté:

$$\text{Càrrega punt de contacte (estàtic)} E1 = E2 = \frac{2746.8}{2} = 1373.4N$$

Amb l'ajuda de la figura es pot apreciar la manera de distribuir les forces sobre l'estructura.

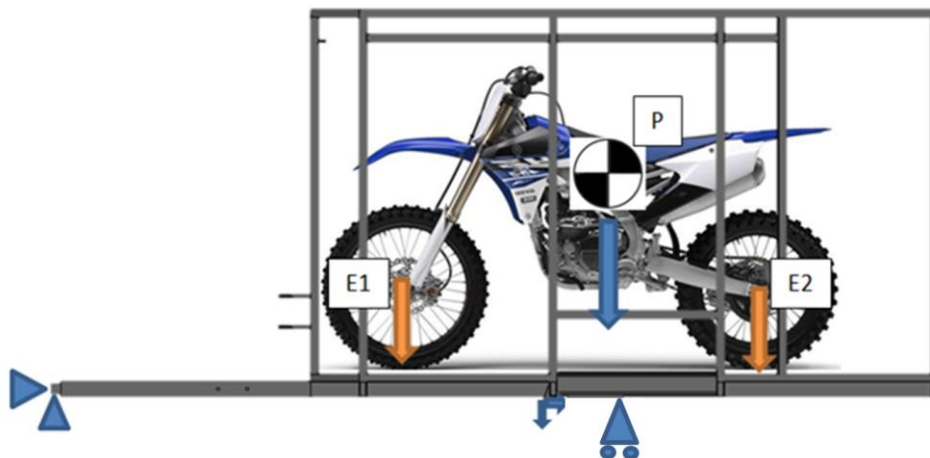


Figura 50: Vista lateral distribució càrregues Estudi 1.

En la figura s'observa com cadascuna de les càrregues E1 i E2 es multiplica per 2, perquè hi ha dues motocicletes però la de darrera queda amagada. Per acabar

d'entendre el posicionament dels dos vehicles sobre el remolc, a la figura es mostra un croquis de la planta.

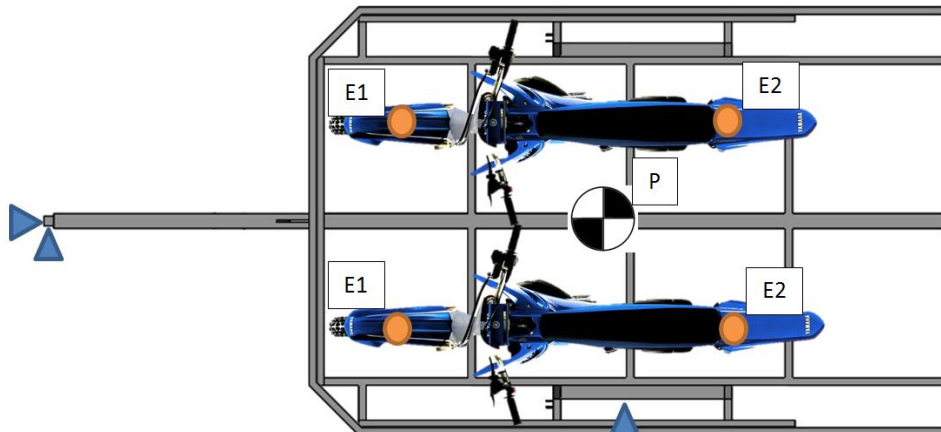


Figura 51: Vista en planta distribució càrregues Estudi 1.

De manera més simplificada i per tal de comprendre cadascuna de les posicions de les forces a tenir en compte i també els recolzaments, es mostra la figura.

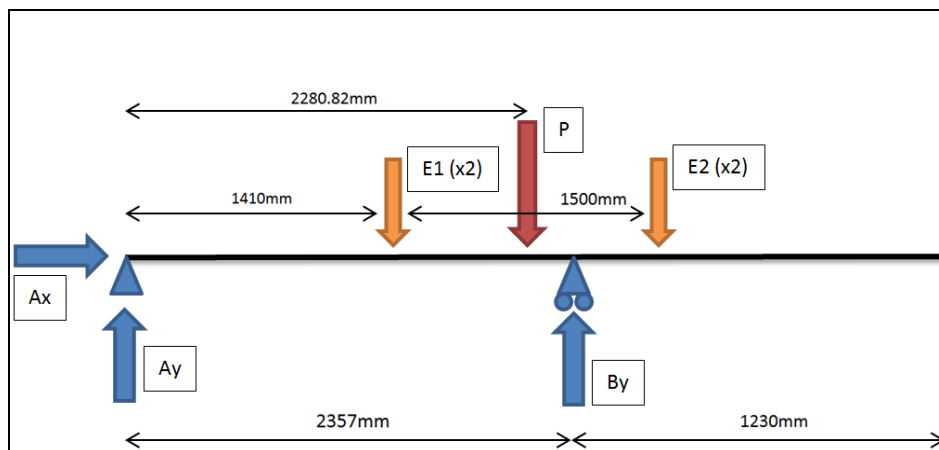


Figura 52: Esquema distribució càrregues Estudi 1.

El valor de la força P, tal com s'ha calculat en l'apartat Introducció als càlculs, fa referència a la TARA del vehicle, per tant el seu valor és el pes de tot el conjunt:

$$P = 406.66 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3989.334\text{N}$$

Es recorda que a l'hora d'introduir els valors al programari, aquest valor no serà la Tara del vehicle sinó que serà només el valor de pes dels elements que conformen el remolc. En el moment d'aplicar les forces en el model és important fer-ho amb cura per tal de garantir uns bons resultats.

B.5.3 Càlculs

El primer pas és calcular les reaccions en els recolzaments A i B.

En capítols anteriors s'ha comentat que les forces provocades pel vent, per l'acceleració i la frenada no es tenien en compte, no hi ha forces horitzontals i per tant:

$$Ax = 0\text{N}$$

Fent el sumatori de forces verticals s'obté la relació següent:

$$Ay + By = E1x2 + E2x2 + P$$

$$Ay + By = 9482.9346\text{N}$$

Si es fa el sumatori de moments es troba la reacció en el recolzament B:

$$\sum M_a = By * 2357 - 2 * (E1 * 1410 + E2 * (1410 + 1500)) - P * 2280.82 = 0$$

$$By = 8894.83\text{N}$$

Sabent la reacció vertical en B:

$$Ay = 588.10\text{N}$$

En la següent taula (*Taula 5*) es mostren de manera resumida el valor de les forces que s'aprecien en la figura:

Taula 5: Propietats mecàniques acer 1.0044(S275JR)

FORÇA	VALOR
A_x	0 N
A_y	588.10 N
B_y	8894.83 N
E1 i E2	2746.8 N
P	3989.33 N

Una de les tasques per fer més resistent l'estructura és minimitzar els punts de concentració de tensions.

Un cop conegudes les reaccions en els punts A i B, el següent pas és resoldre el sistema mecànic que presenta el conjunt de l'eix amb els seus respectius components.

Per tal de realitzar un estudi el més real possible també s'han de tenir en compte les forces on es troba subjectat l'amortidor i que afecten directament a l'estructura.

A continuació es mostra la figura del mecanisme:

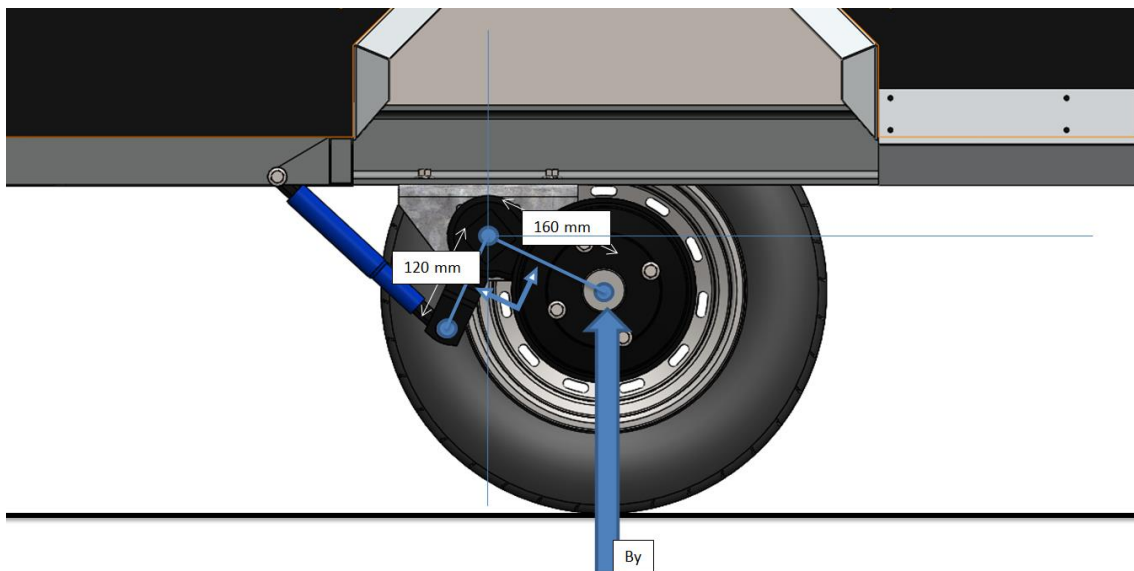


Figura 53: Mecanisme eix remolc

En primer lloc es calcula l'angle dels braços respecte a la base del remolc. Per obtenir aquestes dades es parteix de la informació proporcionada pel fabricant:

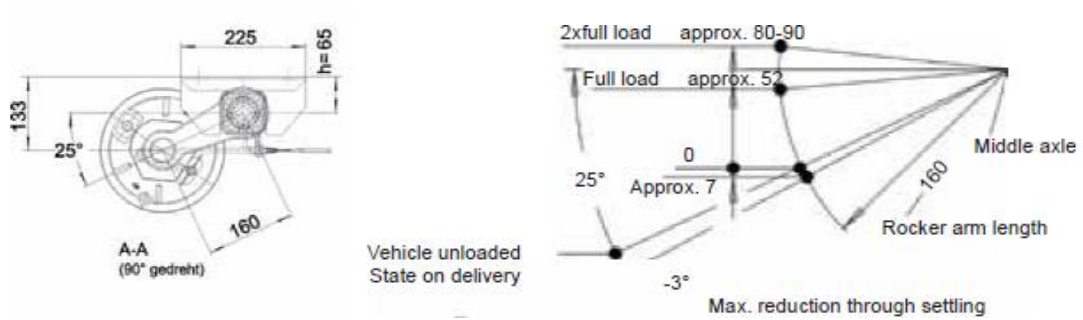


Figura 54: Dades eix

Per trigonometria s'obté que l'angle, un cop l'eix esta càrregat a la seva càrrega màxima, és de 5.6° .

Es coneix que l'angle entre el braç que fixa la roda i el braç que suporta l'amortidor és de 90° .

També es coneix el valor de B_y , per tant, a continuació es resol el sistema:

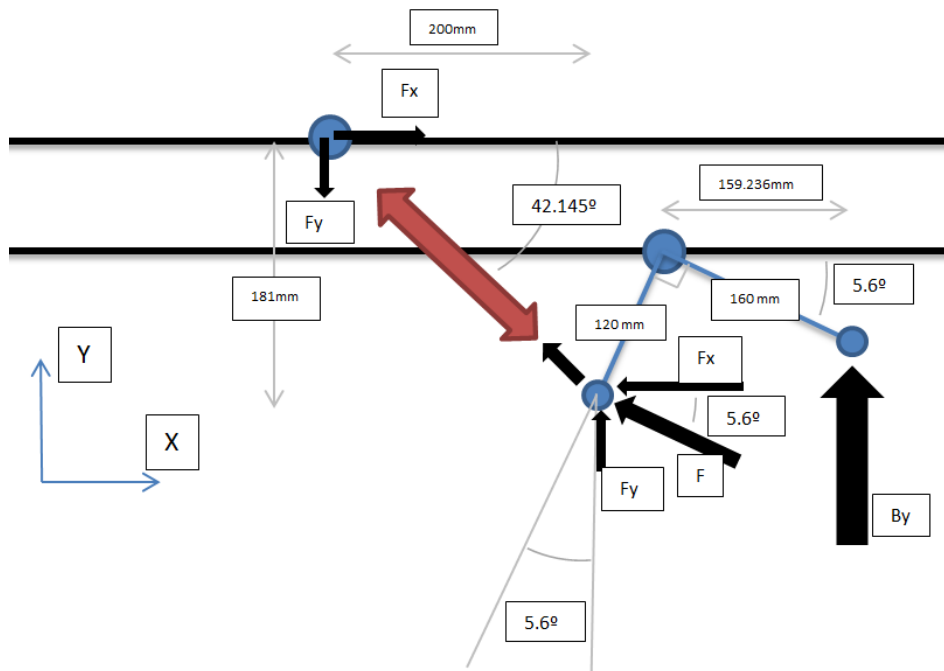


Figura 55: Esquema de forces Estudi 1.

$$\sum M_0 = By * 159.236 - F * 120 = 0$$

$$F = 11803.17N$$

Es busca F_x i F_y a partir de descomposar la força F :

$$F_y = F * \sin(5.6^\circ) = 1151.78N$$

$$F_x = F * \cos(5.6^\circ) = 11746.83N$$

Aquestes forces són les que s'apliquen en el model per realitzar-ne la simulació.

En la següent figura s'observa el punt d'aplicació d'aquestes:

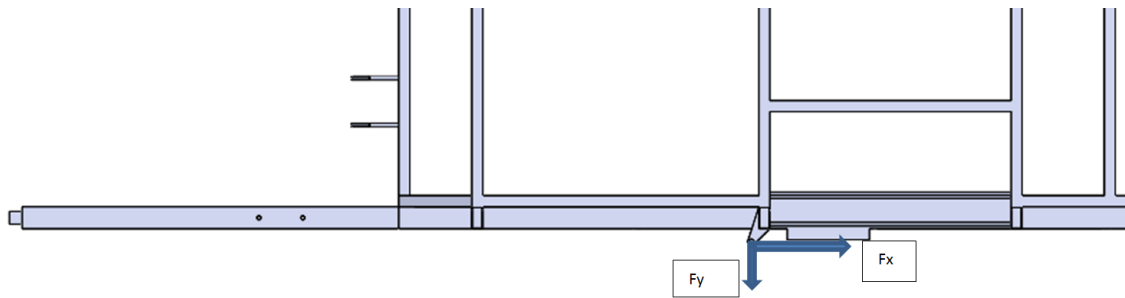


Figura 56: Posicionament forces provinents del sistema d'amortidor.

En aquets càlculs, en obtenir el valor de By , es comprova que és menor que la càrrega màxima que pot suportar l'eix:

$$By < \text{Càrrega màx. admissible eix (1050Kg)}$$

$$8894.83N < 10300.5N$$

També s'obté el pes que suporta cadascuna de les rodes:

$$\text{Càrrega roda} = \frac{8894.83N}{2} = 4447.415N$$

En Kilograms:

$$\text{Càrrega roda} = 453.35Kg$$

Les rodes escollides també seran capaces de suportar aquesta càrrega segons el fabricant.

Un cop realitzats tots els càlculs previs, a continuació es mostren els resultats obtinguts a partir d'una anàlisi per elements finits després de col·locar totes les càrregues tal i com s'han anat explicant fins ara.

B.5.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitos:

En primer lloc es mostra una figura on s'aprecien totes les càrregues aplicades i els recolzaments que s'han imposat en el model per la seva simulació.

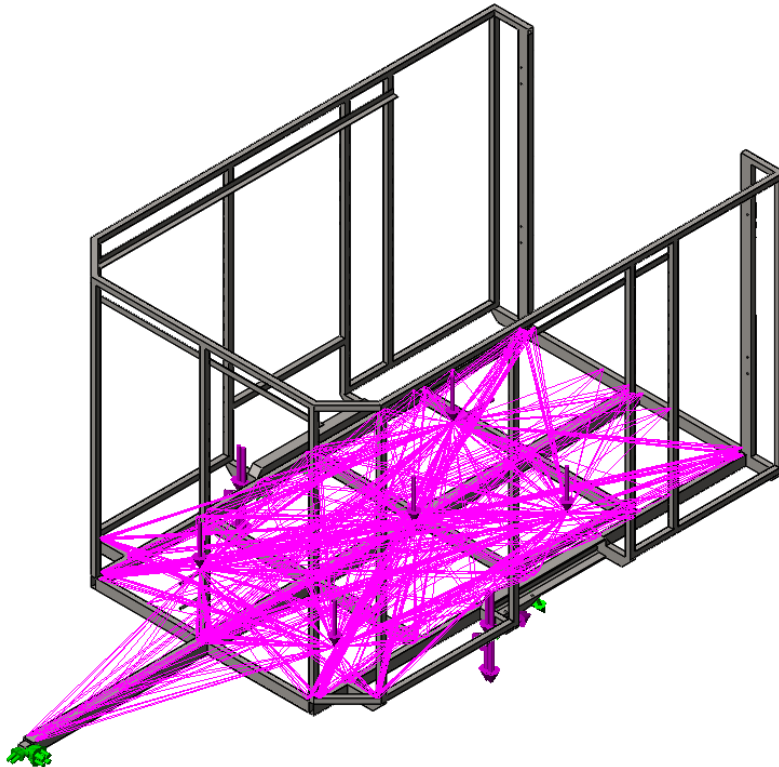


Figura 57: Model d'assaig Estudi 1

En la primera figura es mostren les tensions de Von Misses en el xassís del remolc provocades per la càrrega de dues motocicletes tipus motocròs.

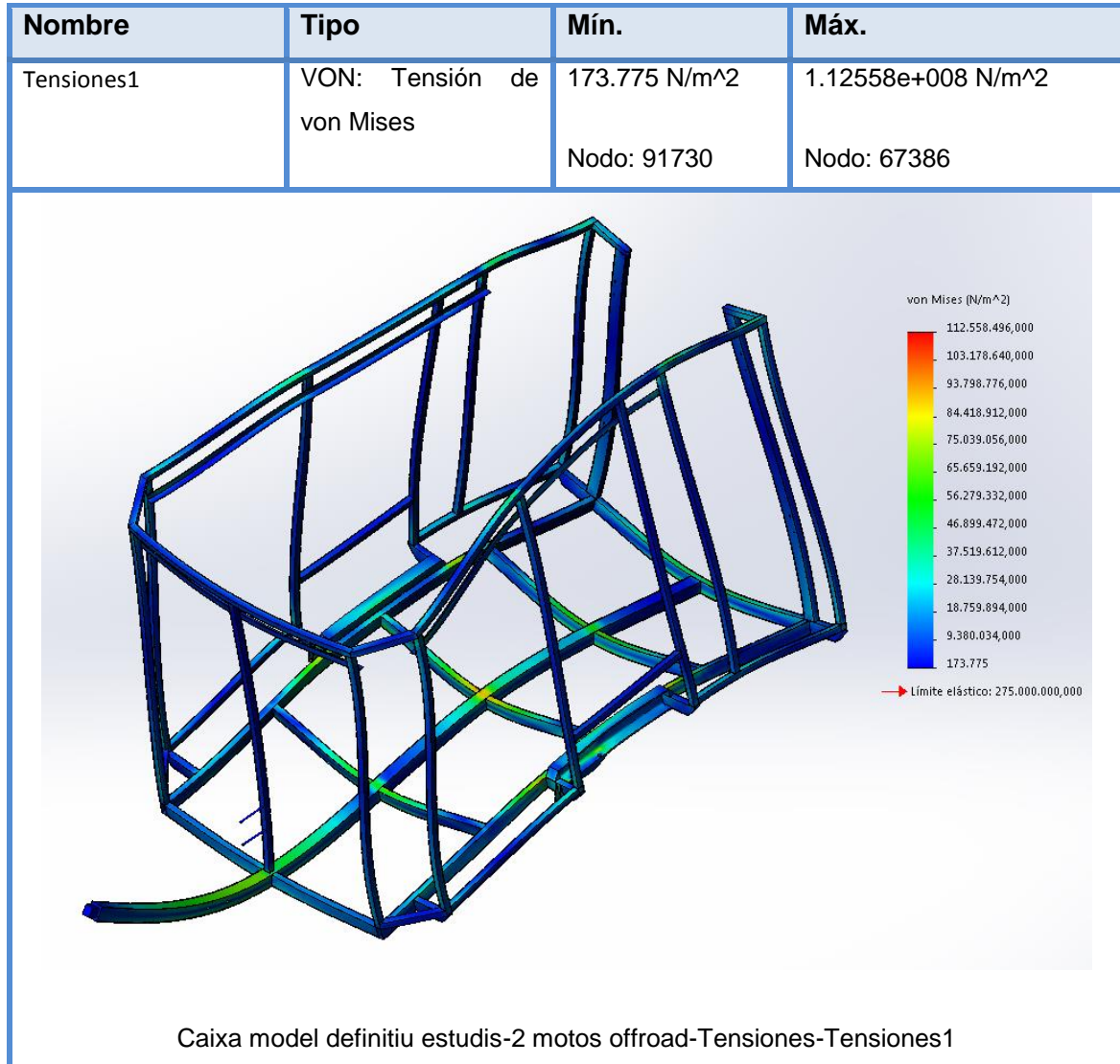


Figura 58: Tensions Von Misses Estudi 1.

La màxima tensió en l'estructura del remolc és de 112.58MPa mentre que el límit elàstic proporcionat per les característiques del material és de 275 MPa.

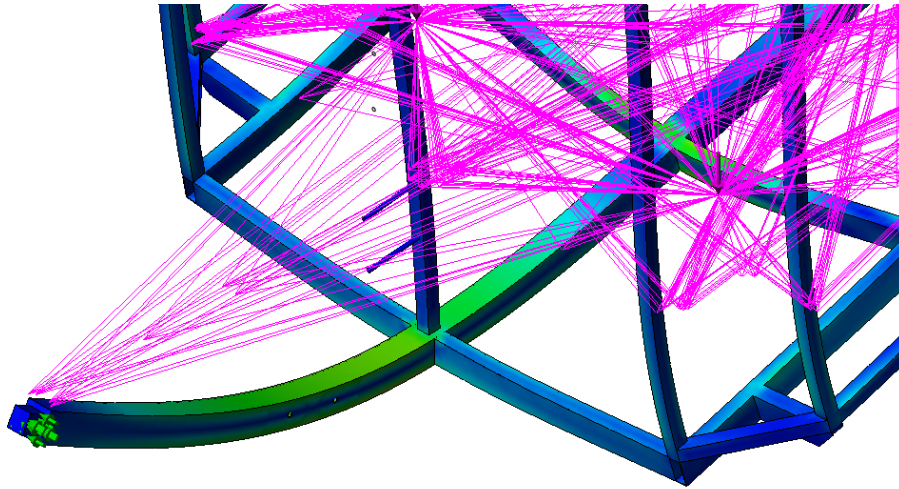


Figura 59: Tensions Von Misses llança remolc Estudi 1.

En la figura s'observen les tensions que pateix la llança quan el remolc es troba carregat. Aquestes tensions tenen un valor d' aproximadament 75-95 MPa.

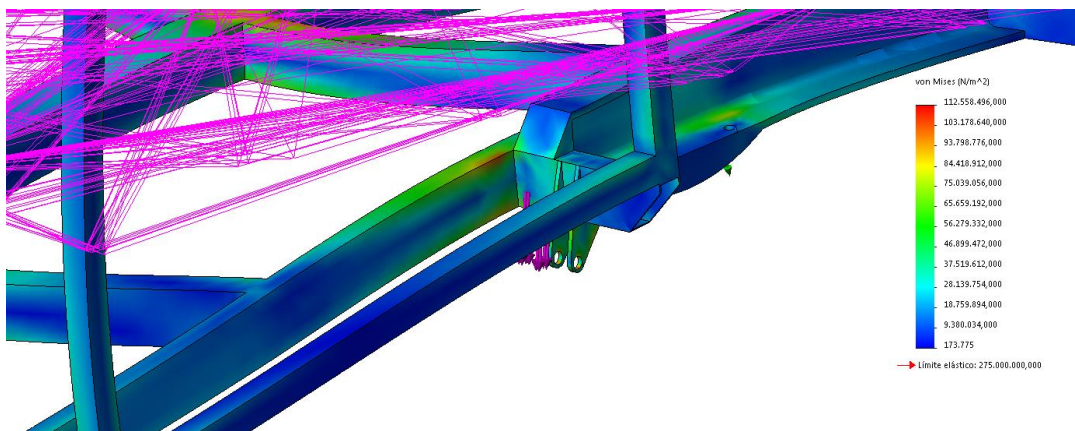


Figura 60: Zona ruptura Estudi 1.

A la Figura 60 s'observa el punt de ruptura de l'estructura.

A la següent figura es mostren els desplaçaments dels diferents punts de l'estructura en l'actual situació de càrrega:

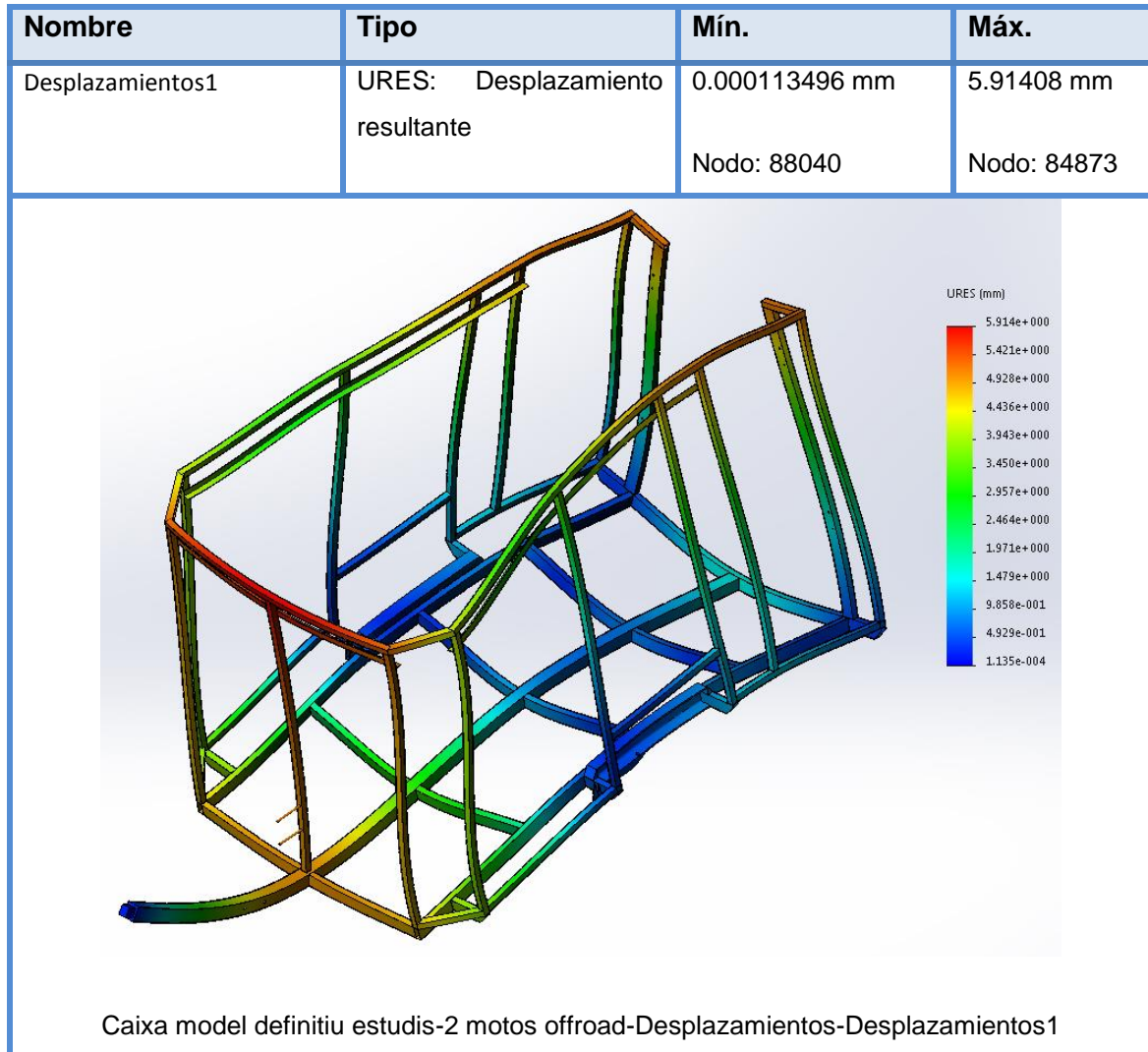


Figura 61: Desplaçaments estructura Estudi 1.

A la figura s’observa el desplaçament de cadascun dels punts de l’estructura. Aquests desplaçaments obtinguts són del tot esperats ja que, per exemple, en la part posterior del remolc, els desplaçaments són mínims perquè no hi ha càrregues aplicades. Per altra banda, al tenir aplicades les càrregues de l’eix davant de la caixa, els desplaçaments obtingut són òbviament superiors. Tenint en compte les deformacions que rep la base del remolc, els desplaçaments obtinguts en la part alta de la caixa del remolc són del tot comprensibles.

Per tal de veure amb més claredat com es comporta el model, es mostra la vista lateral de l’estructura:

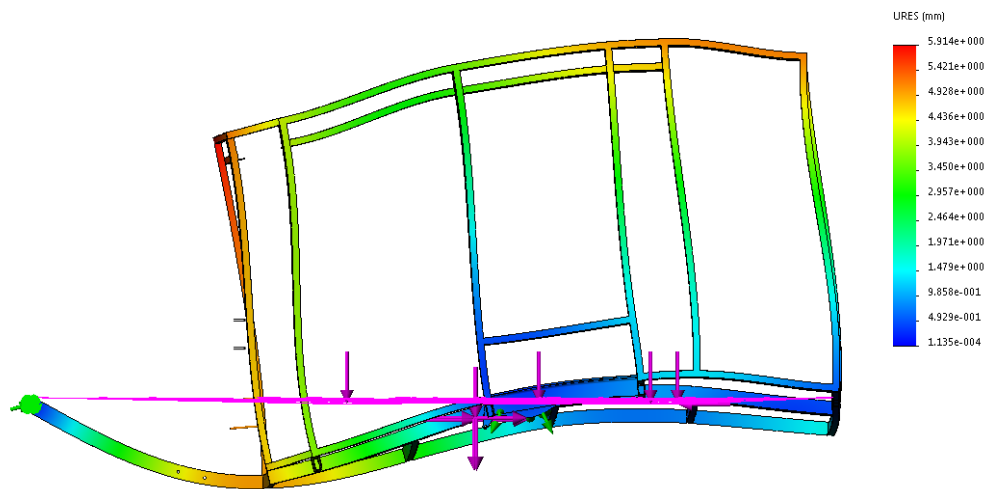


Figura 62: Vista lateral desplaçaments estructura Estudi 1.

El màxim desplaçament obtingut és de 5.91 mm.

A continuació es mostren les deformacions unitàries:

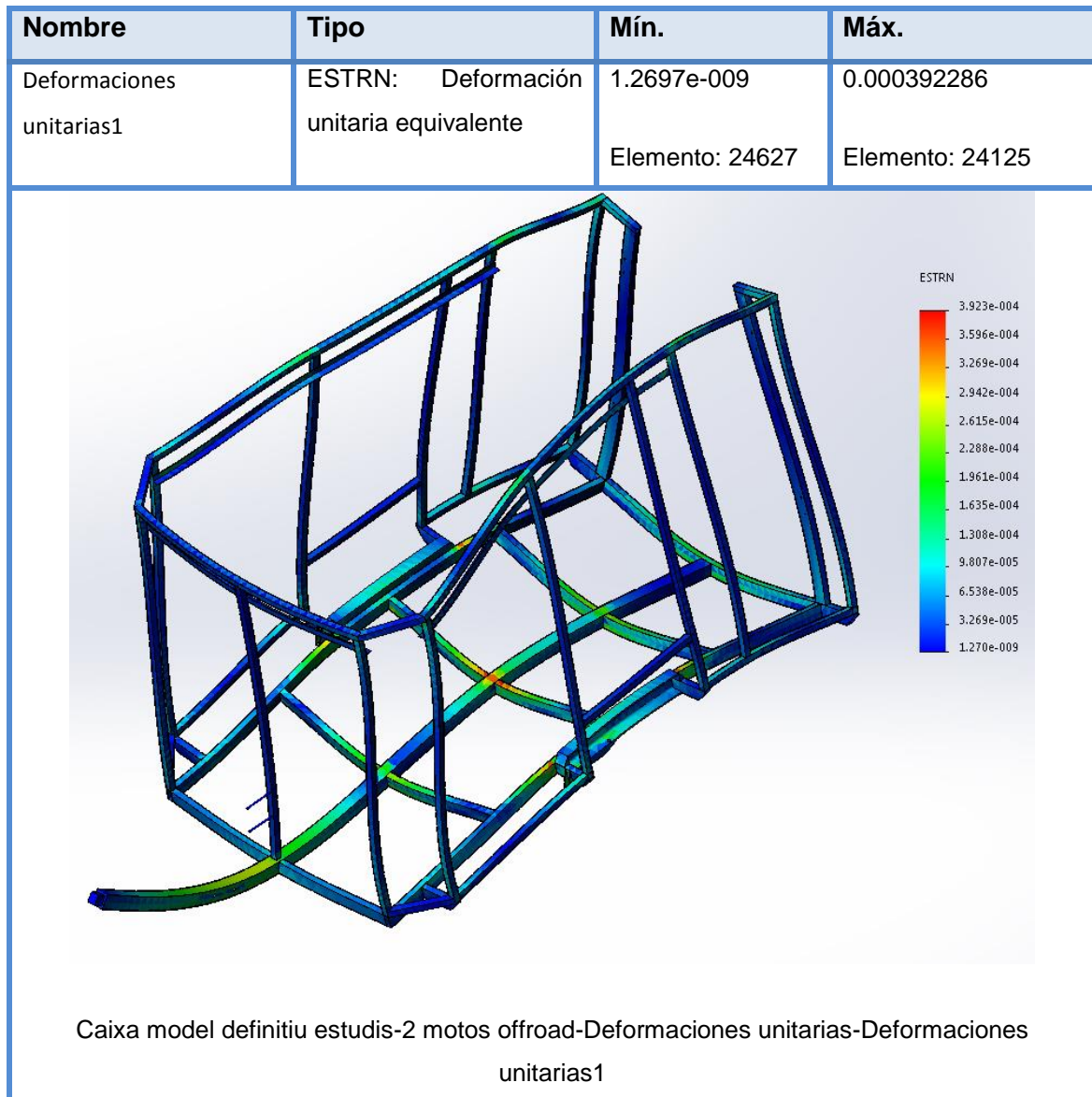


Figura 63: Deformacions unitàries Estudi 1.

En el nostre cas aquesta informació és força rellevant ja que els resultats obtinguts de les deformacions unitàries no afecten el model.

Finalment, la següent figura mostra el coeficient de seguretat obtingut de l'Estudi 1.

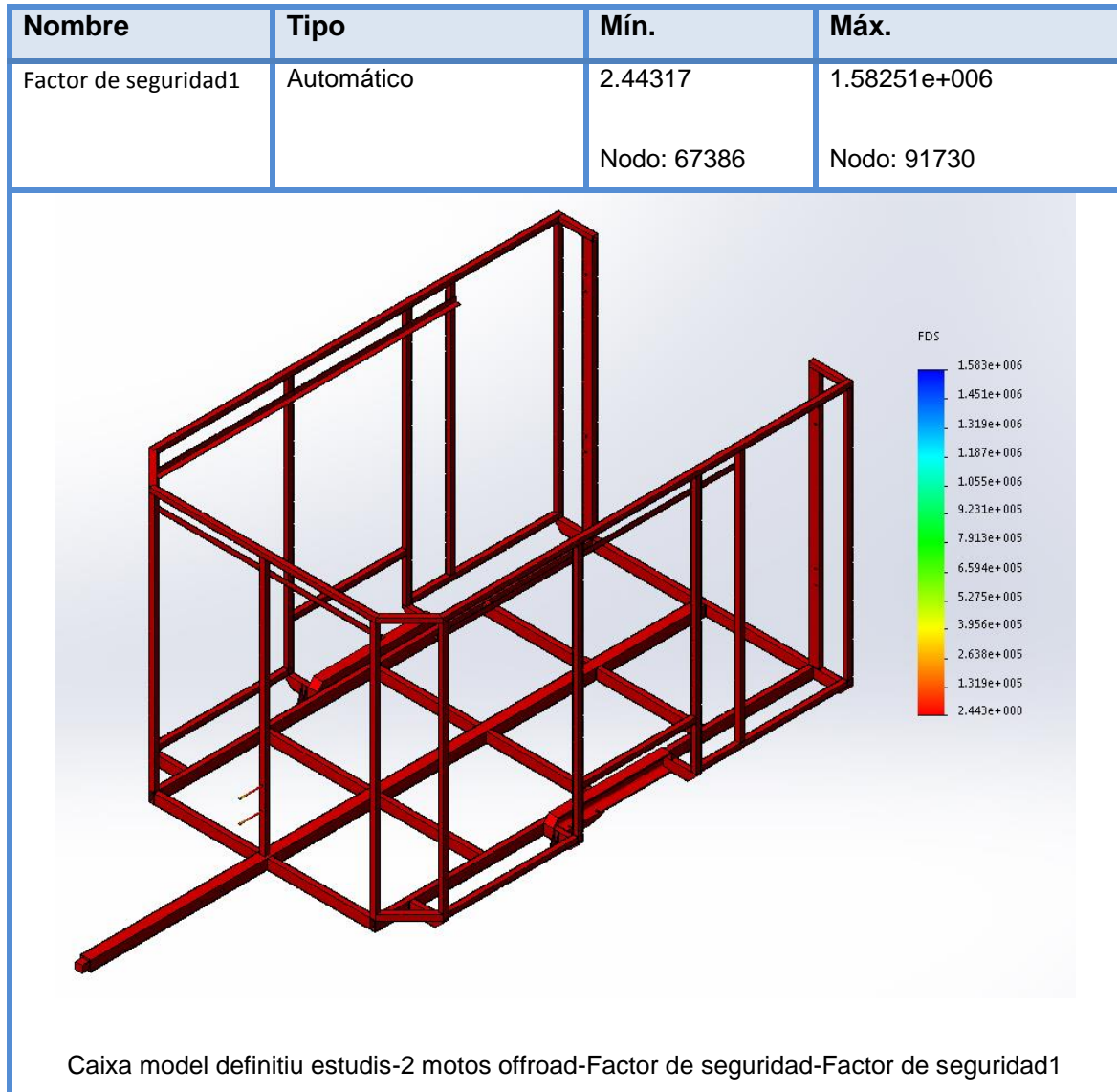


Figura 64: Coeficient de seguretat Estudi 1.

Aquest coeficient de seguretat es determina a partir d'una operació numèrica. El coeficient de seguretat és el quocient entre el límit elàstic i la màxima tensió de Von Misses del remolc:

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{màx.}}$$

El mateix programa en aquest cas ens dona aquesta dada:

$$n = 2.443$$

El factor de seguretat obtingut és superior a 1.5 i per tant es considera que el xassís és segur i en conseqüència el disseny és correcte.

A més, és important recordar que es tracta d' una situació extrema on ja s'ha tingut en compte un increment de les càrregues dels vehicles.

B.6 ESTUDI 2 Estructura carregada amb una motocicleta tipus velocitat:

En aquest segon estudi s'analitzarà el comportament de l'estructura un cop aplicades les càrregues corresponents a una motocicleta del tipus velocitat.

És molt similar al cas anterior però en comptes de dos vehicles so només n'hi ha un i es troba situat a la zona central de la caixa del remolc.

B.6.1 Valor de la càrrega

En aquest cas, la motocicleta pesa aproximadament 220 Kg. Si s'augmenta el 50% del pes del vehicle per la seguretat del disseny, el càlcul és:

$$Càrrega\ vehicle\ individual(estàtic) = 220Kg * 1.5 * 9.81m/s^2 = 3237.3N$$

També es té en compte la possibilitat que l'usuari es trobi sobre l'estructura del remolc a l'hora de subjectar la moto i, per tant, es sumaran 100 Kg a aquest valor per tal de simular el cas més desfavorable.



Figura 65: Càrrega aplicada Estudi 2

$$Càrrega\ total(estàtic) = 3237.3N + 100Kg * 9.81m/s^2 = 4218.3N$$

Aquest valor de càrrega no és el que realment es transportarà en el remolc sinó que el valor del pes real serà de:

$$Càrrega\ de\ circulació = 1177.2N$$

B.6.2 Distribució de la càrrega:

En la figura s'observa el posicionament de la moto i el punt d'aplicació de les forces conseqüents del pes del vehicle i tots els seus elements.

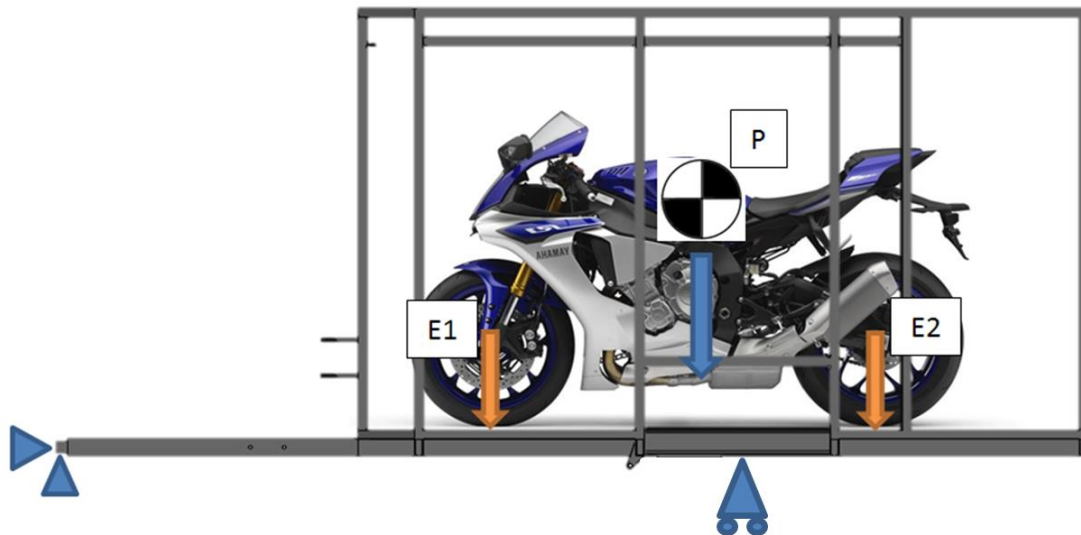


Figura 66: Vista lateral distribució càrregues Estudi 2.

La figura mostra una imatge de planta per veure que la moto es troba centrada.

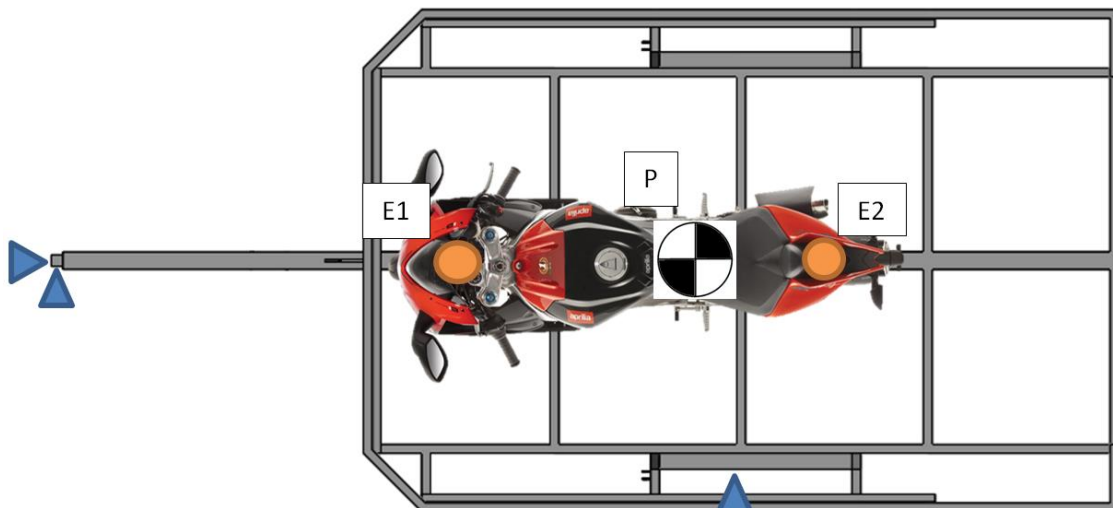


Figura 67: Vista en planta distribució càrregues Estudi 2.

En el capítol anterior s'ha calculat el valor del pes total del vehicle que és de:

$$\text{Càrrega total (estàtic)} = 4218.3N$$

Igual que en la situació de les dues motocicletes de motocròs, aquesta força es troba repartida en dos punts d'aplicació, que seran els punts de contacte de les dues rodes amb el terra.

$$\text{Càrrega punt de contacte (estàtic)} = E1 = E2 = \frac{4218.3N}{2} = 2109.15N$$

Tal i com s'ha fet en l'estudi anterior, per tal de comprendre millor la situació de les càrregues s'elabora un esquema:

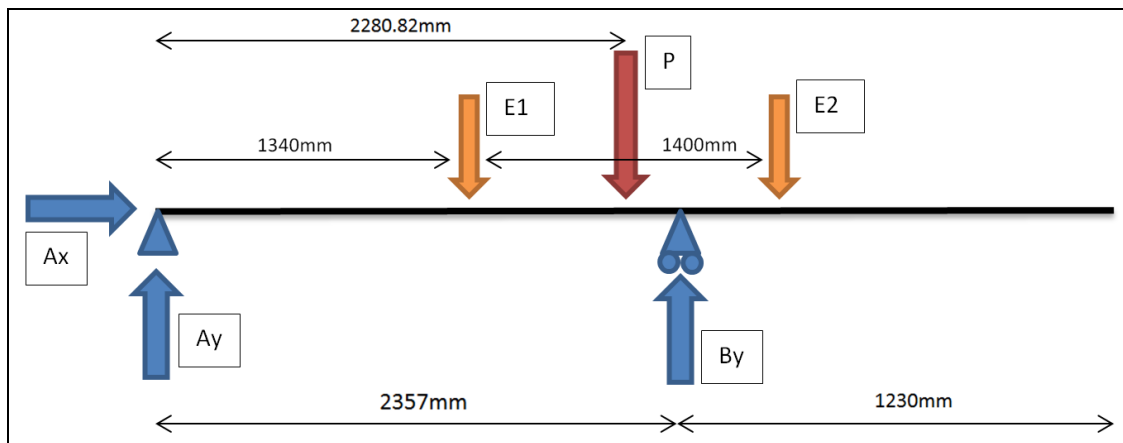


Figura 68: Esquema distribució càrregues Estudi 2.

La càrrega P representa igual que en el cas d'estudi anterior la TARA del vehicle:

$$P = 3989.334N$$

B.6.3 Càlculs

A continuació es mostren els resultats obtinguts a partir dels corresponents càlculs.

Taula 6: Resum de forces.

FORÇA	VALOR
Ax	0 N
Ay	69.26 N
By	7511.36 N
E1 i E2	2109.15 N

Resultats obtinguts a partir de la resolució del mecanisme de l'eix:

Taula 7: Valor de força F.

FORÇA	VALOR
F	9967.33N

La descomposició de F en els dos eixos:

Taula 8: Valor de força Fy i Fx.

FORÇA	VALOR
Fy	972.64N
Fx	9919.75N

B.6.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitos

A continuació es mostra el model que s'ha portat a assaig en el cas de l'Estudi 2.

En la figura apareixen també les càrregues i recolzaments que s'han aplicat al model.

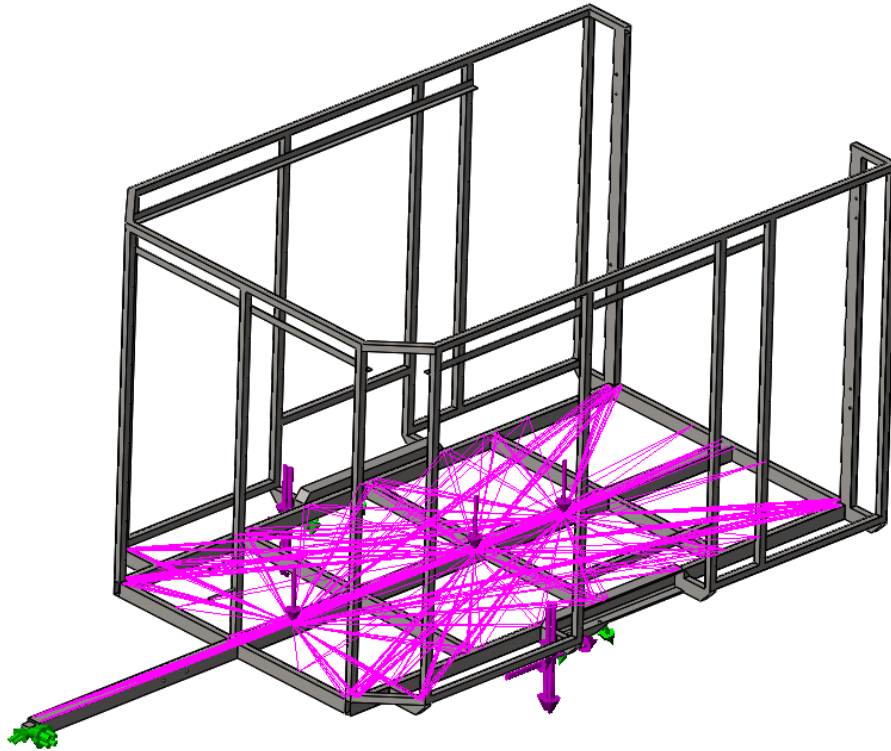


Figura 69: Model d'assaig Estudi 2.

En aquesta primera *Figura 70* s'aprecien les tensions de Von misses provocades per la càrrega d' una motocicleta tipus velocitat.

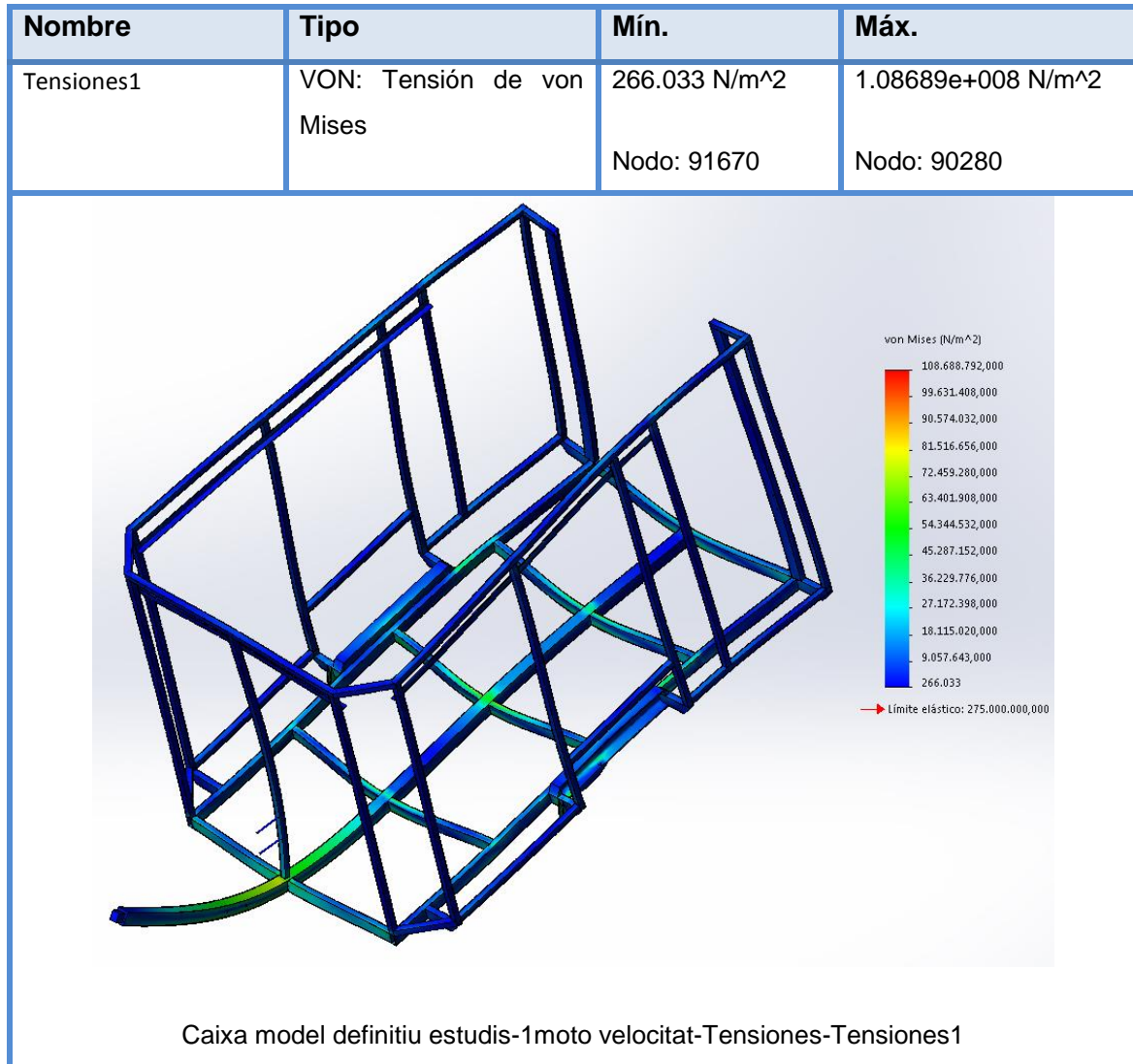


Figura 70: Tensions Von Misses Estudi 2.

El valor de la tensió màxima és de 108.68 MPa i com era d'esperar no supera les tensions màximes de l' estudi anterior. Cal destacar que el valor del límit elàstic proporcionat per les característiques del fabricant és de 275 MPa

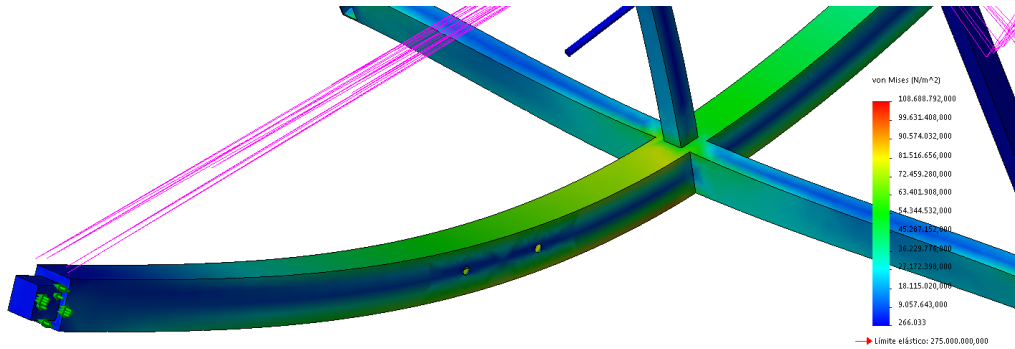


Figura 71: Tensions Von Mises llança remolc Estudi 2.

El valor obtingut de les tensions que suporta la llança del remolc en l'Estudi 2 són d'aproximadament 90 MPa, i per tant no supera la tensió màxima del material a ser deformat.

Igual que en l'estudi anterior la zona més crítica es troba situada just per davant de l'eix. Aquesta zona és la que suporta més tensions i també la més propensa a patir ruptures.

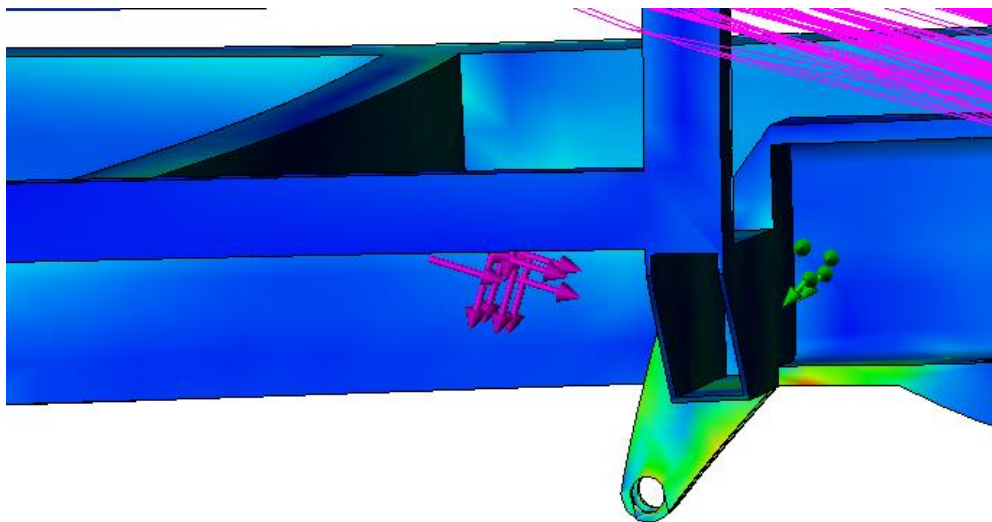


Figura 72: Zona ruptura Estudi 2.

Per altra banda, els resultats obtinguts de les deformacions de l'estructura són les que es mostren en la Figura 70.

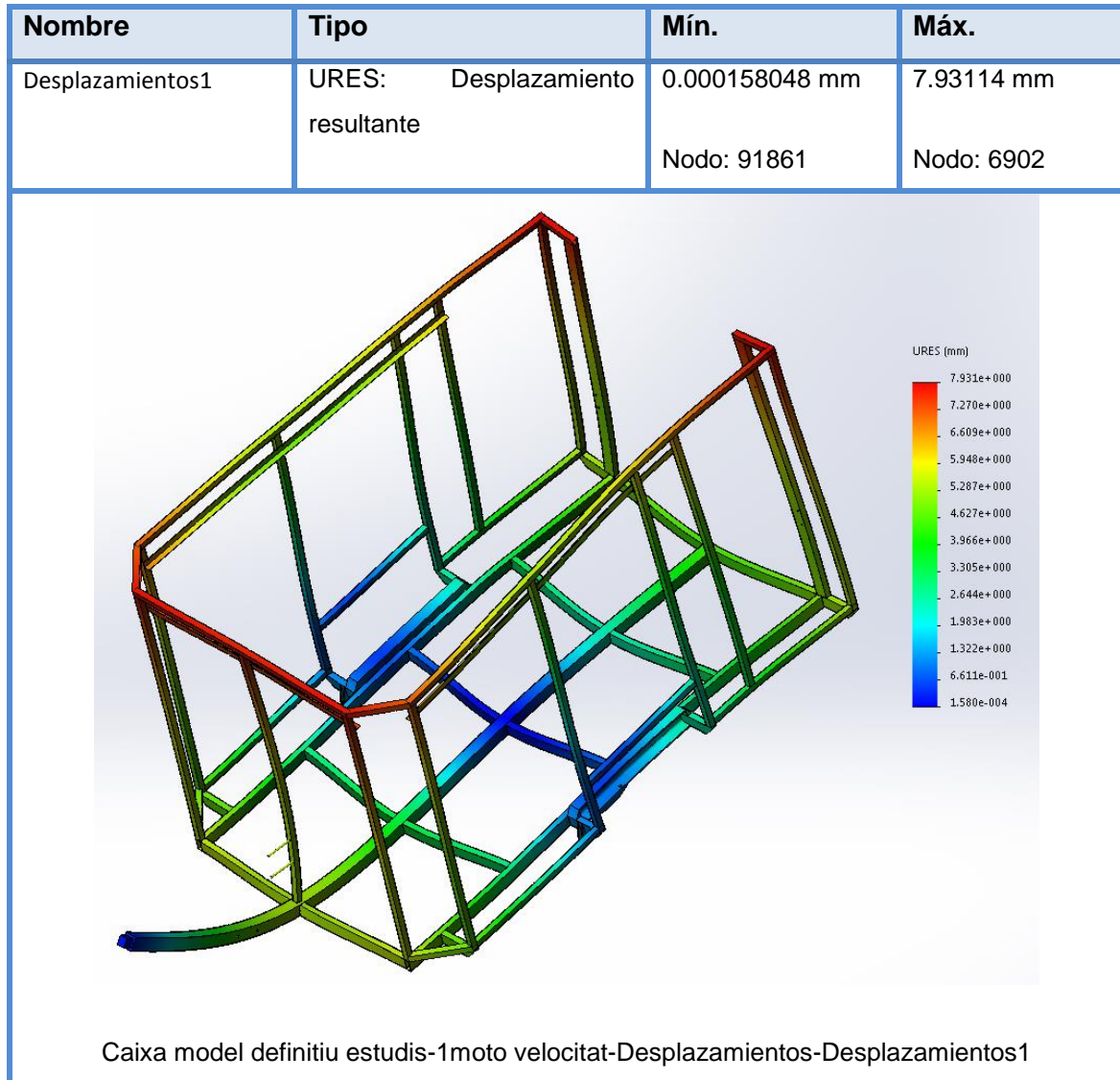


Figura 73: Desplaçaments estructura Estudi 2.

En aquest estudi les màximes deformacions que pateix l'estructura són d'aproximadament 8 mm. La zona que experimenta més deformació és la part superior de la caixa. Aquest desplaçament seria menor en el cas que la caixa sigues tancada ja que l'estructura del xassís seria més rígida.

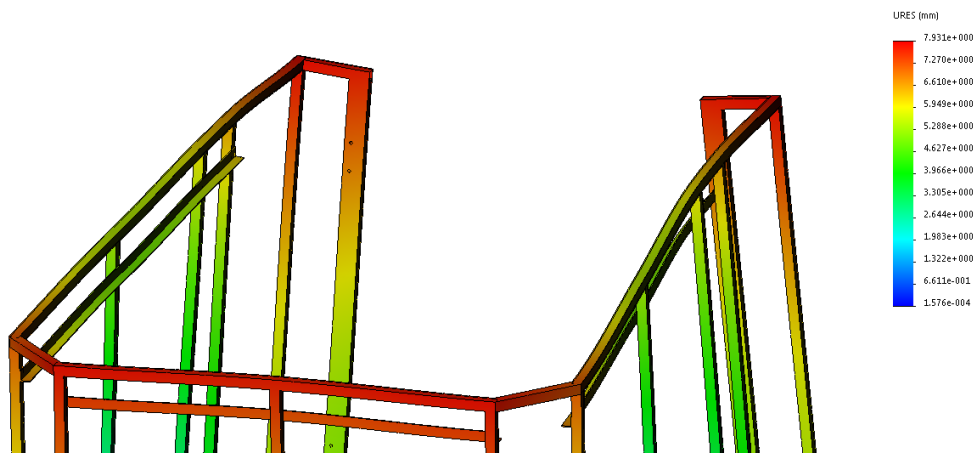


Figura 74: Desplaçaments part superior estructura Estudi 2.

Es mostra també la vista lateral de les deformacions del xassís en el cas d'estudi 2.

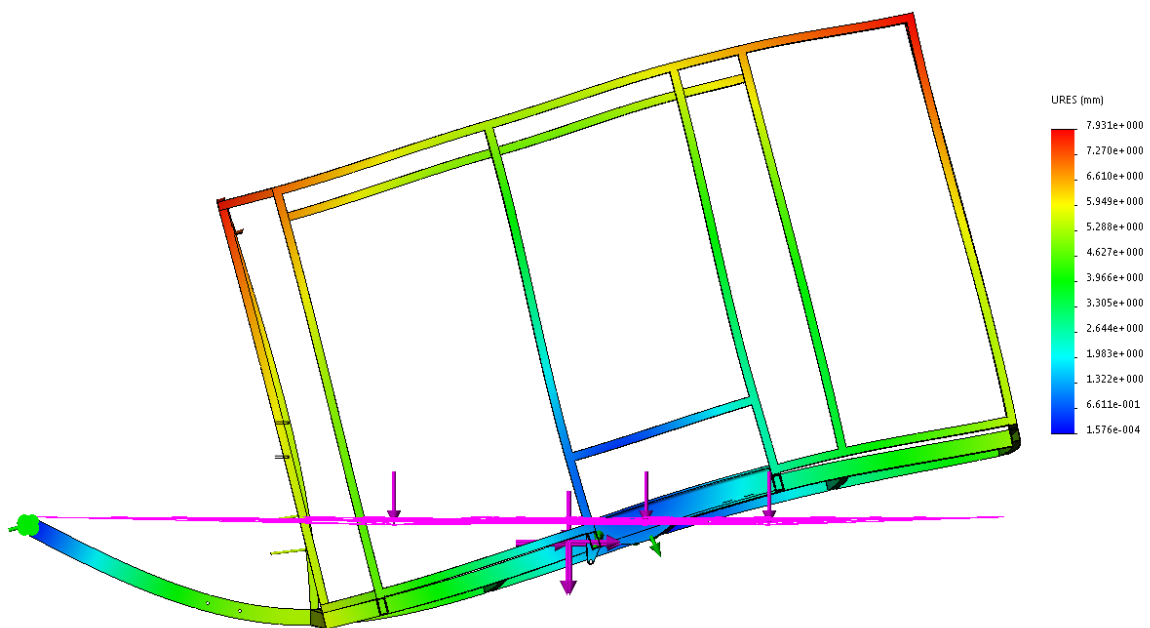


Figura 75: Vista lateral desplaçaments estructura Estudi 2.

S'observa que en tots els casos la manera de deformar l'estructura és molt similar. Aquest fet es justifica perquè la càrrega en els tres estudis es troba aplicada a la mateixa zona encara que el seu valor sigui diferent.

A continuació es mostren els resultats de les deformacions unitàries del model durant l'assaig:

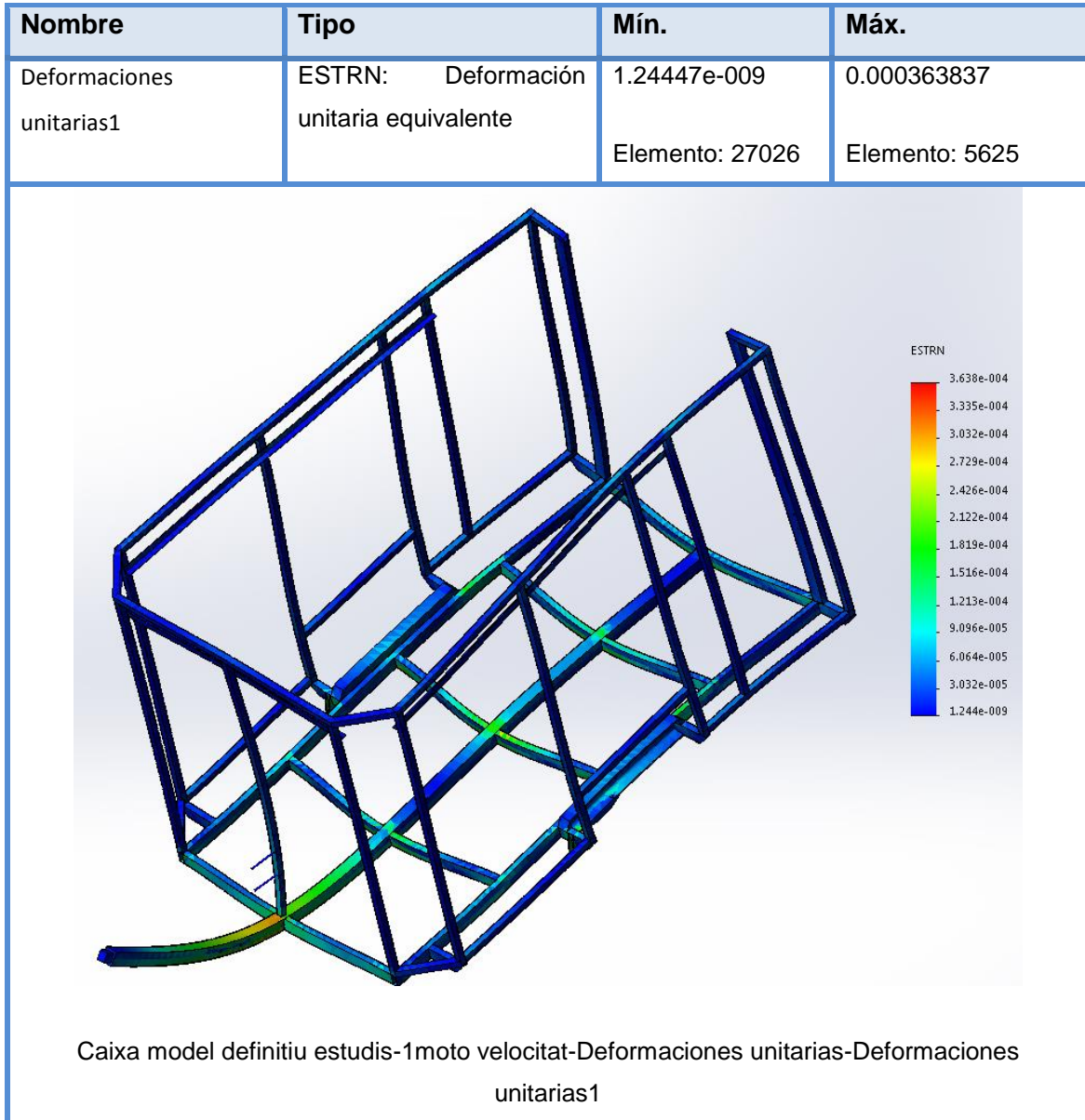


Figura 76: Deformacions unitàries Estudi 2.

En la següent figura s'observen els factors de seguretat obtinguts, els quals ens proporcionen una de les dades més significatives de l'estudi.

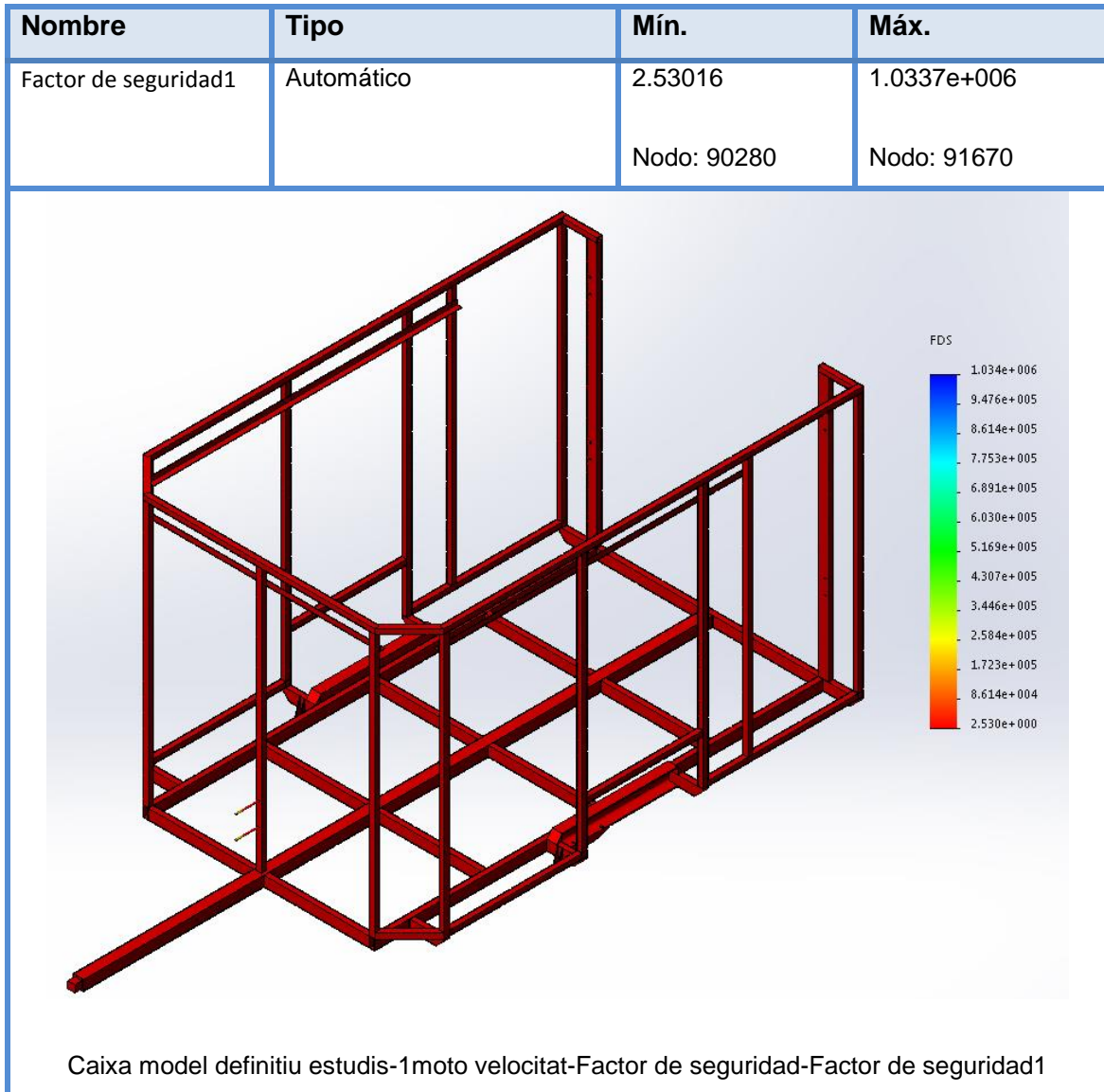


Figura 77: Coeficient de seguretat Estudi 2.

Tal i com s'ha comentat en l'estudi anterior, el factor de seguretat obtingut ha de ser superior a 1.5. En cas afirmatiu, el disseny del model serà correcte.

El coeficient de seguretat obtingut en aquest estudi és:

$$n = 2.522$$

Per tant, el model es considera segur.

B.7 ESTUDI 3: Estructura carregada amb un quad:**B.7.1 Valor de càrrega:**

En aquets estudi en comptes d'una motocicleta es contempla la possibilitat de transportar un quad. El seu pes és de 200 Kg aproximadament i també s'aplicarà un increment del 50% del seu pes per garantir la seguretat del remolc.

$$Càrrega\ vehcile\ individual\ (estàtic) = 200Kg * 1.5 * 9.81m/s^2 = 2943N$$

Igualment es té en compte la possibilitat d' haver-hi una persona dins l'estructura del remolc i per tant:



Figura 78: Càrrega aplicada Estudi 3.

$$Càrrega\ total(estàtic) = 2943N + 100Kg * 9.81m/s^2 = 3924N$$

Per altra banda, igual que en els estudis anteriors, el pes amb el que estarà carregat el vehicle quan circuli per la via serà de :

$$Càrrega\ de\ circulació = 1962N$$

B.7.2 Distribució de la càrrega

En el cas del quad, aquest estudi és molt similar al primer cas en què es carreguen dues motos al remolc i conseqüentment tenim 4 forces aplicades provinents del pes dels dos vehicles. Ara, al tractar-se de un quad, el pes d'aquest vehicle també es trobarà repartit en 4 punts d'aplicació, la qual cosa implica que el valor d'aquestes càrregues serà molt petit en relació a altres situacions.

Igualment es realitzarà l'estudi ja que en la fitxa tècnica del vehicle s'observa que la distància entre eixos i el diàmetre de la roda és menor que en el cas de les motocicletes. Aquestes petites variacions poden fer que gran part del pes del vehicle recaigui entre el recolzament de la llançà i l'eix. Per tant, poden haver-hi problemes ja que el pes a carregar no estarà tan ben repartit per la base com en altres situacions. Així doncs, calculem el valor de les 4 forces que reparteixen el pes del vehicle:

$$E1 = E2 = E3 = E4 = 100Kg * 9.81 = 981N$$

A partir de la següent fotografia s'obté una idea molt més clara de la distribució i de les forces.

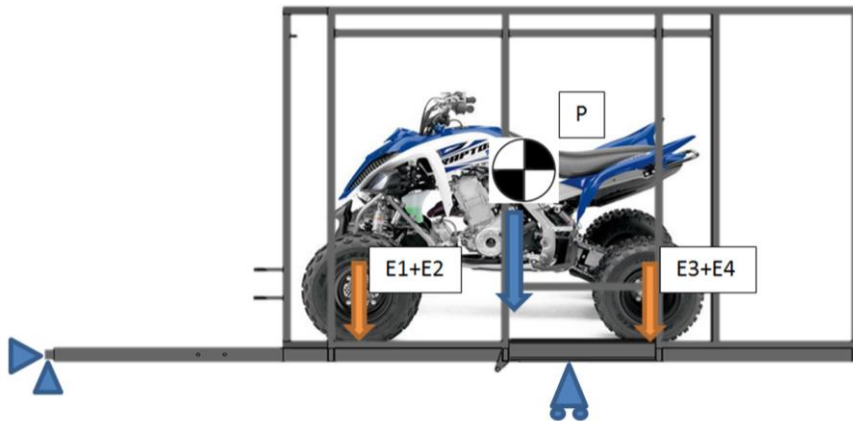


Figura 79: Vista lateral distribució càrregues Estudi 3.

Si s'elabora una esquematització d'aquest estudi s'obté:

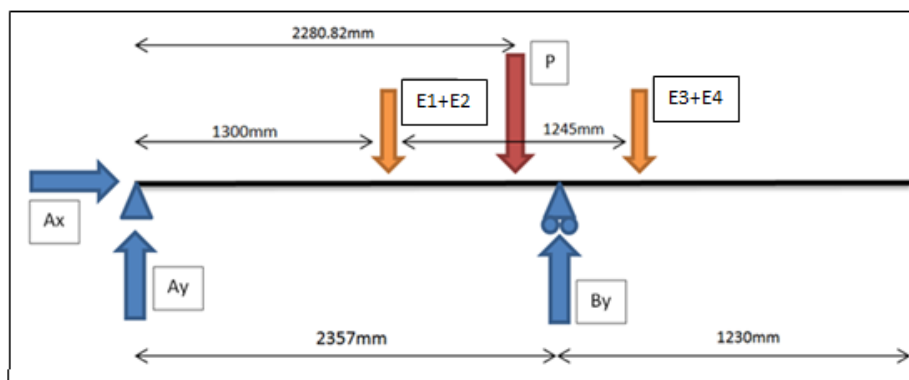


Figura 80: Esquema distribució càrregues Estudi 3.

Igual que en els altres casos es té present el pes de tot el remolc:

$$P = 3989.334N$$

B.7.3 Càlculs

Efectuant els càlculs pertinents s'arriba als resultats següents:

Taula 9: Resum de forces.

FORÇA	VALOR
Ax	0 N
Ay	852.3 N
By	7061.02 N
E1, E2, E3 i E4	981 N
P	3989.33 N

Resultats obtinguts a partir de la resolució del mecanisme de l'eix:

Taula 10: Valor de força F.

FORÇA	VALOR
F	9369.73N

La descomposició de F en els dos eixos:

Taula 11: Valor de força Fy i Fx.

FORÇA	VALOR
Fy	914.32N
Fx	9325.02N

B.7.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis

A continuació es mostra el model que s'ha portat a assaig en el cas de l'Estudi 3.

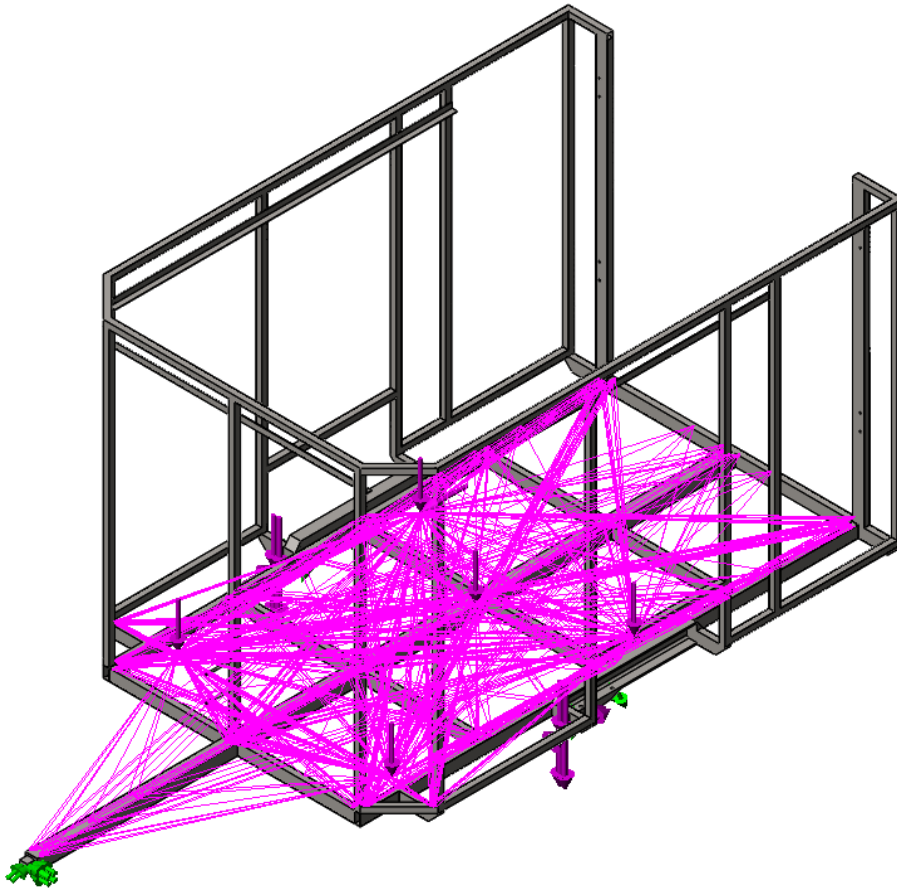


Figura 81: Model d'assaig Estudi 3.

En la següent figura (*Figura 82*) es mostren les tensions de Von Mises. Aquestes tensions són degudes al pes aplicat sobre l'estructura, en aquest cas, un quad.

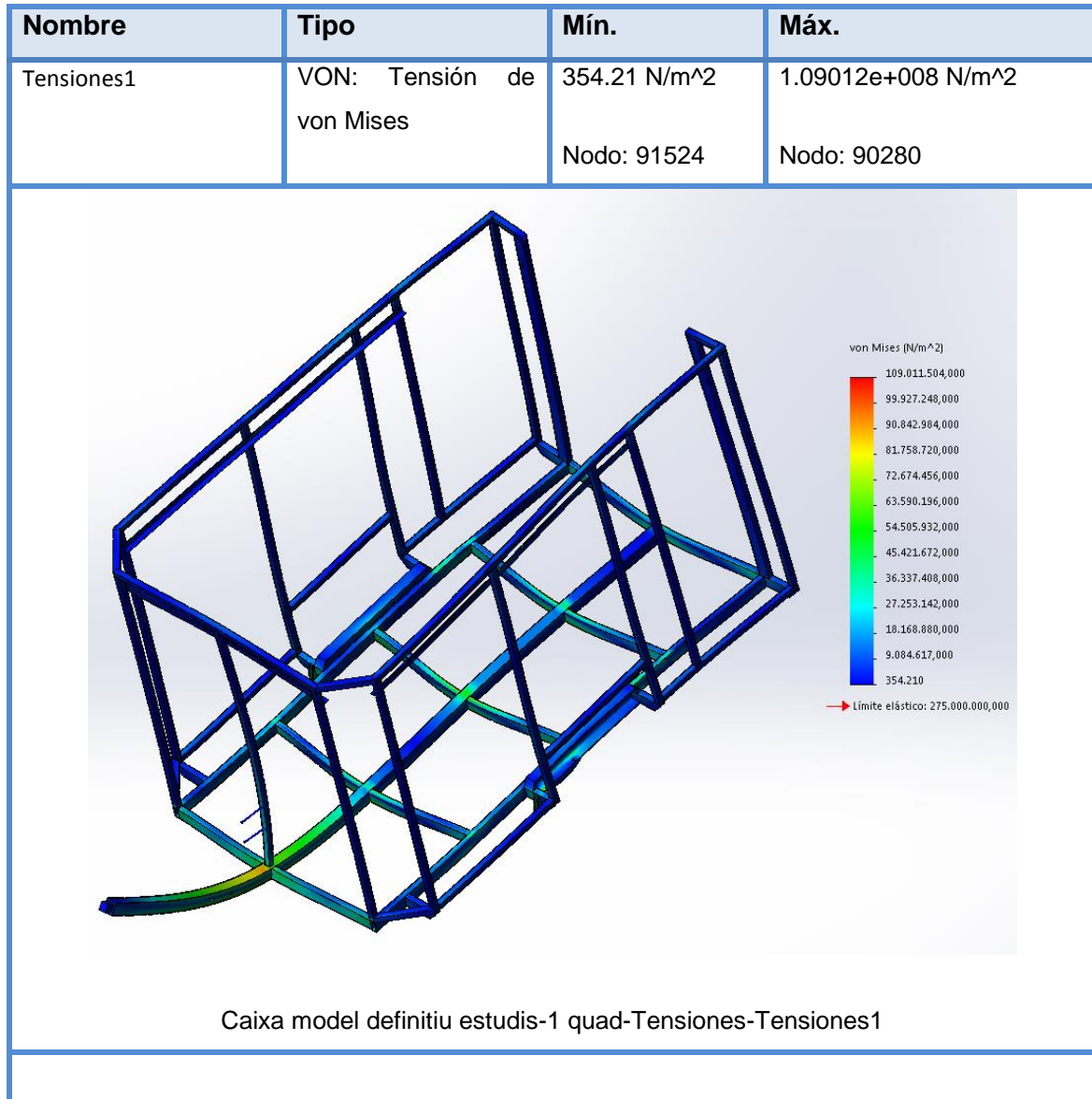


Figura 82 Tensions de Von Misses Estudi 3

En aquest cas, la tensió màxima a la que està sotmesa l'estructura és de 109.01 MPa.

En aquesta segona figura de l'estudi s'observen els resultats dels desplaçaments dels diferents punts de l'estructura.

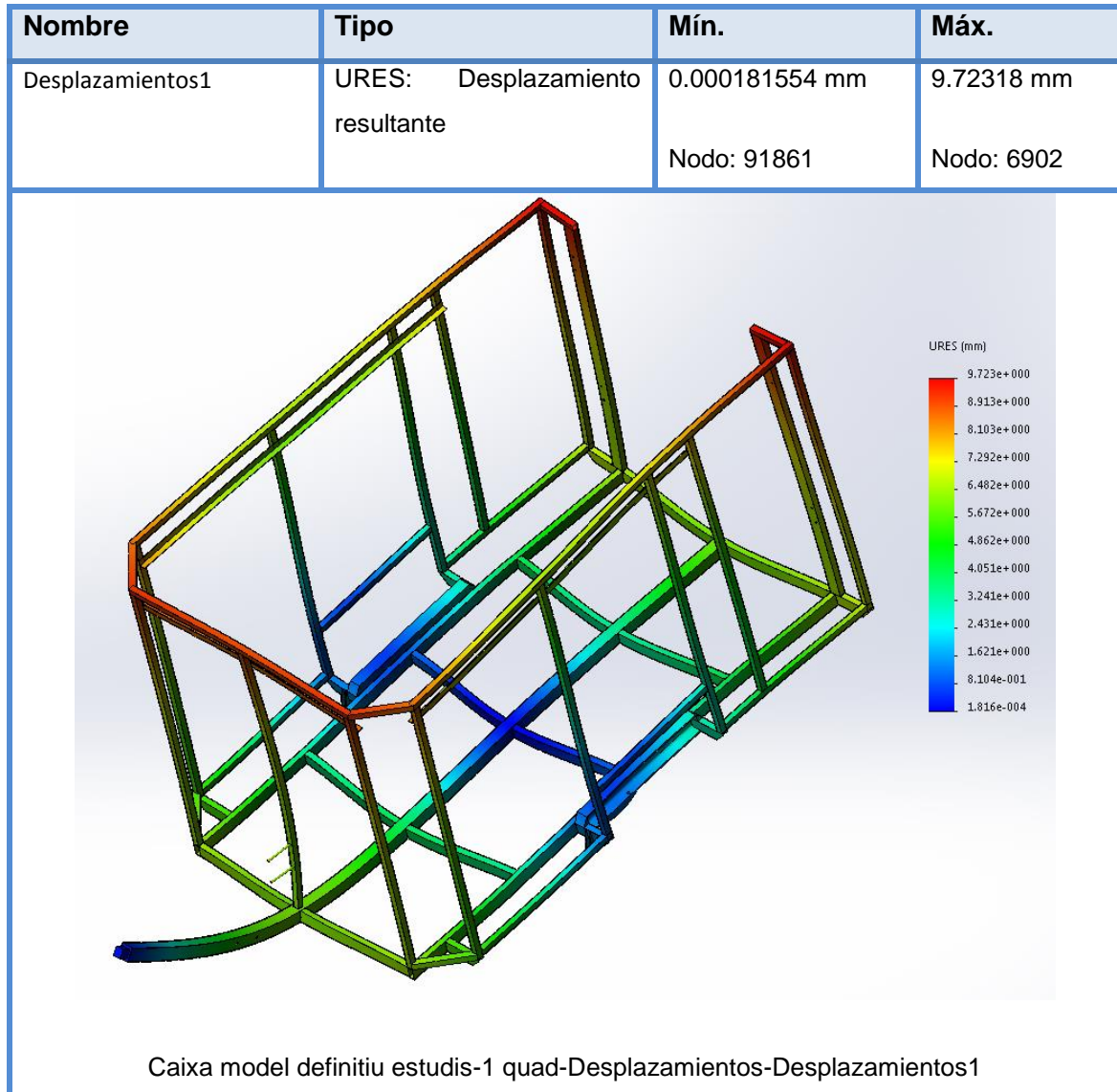


Figura 83: Desplaçaments estructura Estudi 3.

A continuació es mostren els resultats de l'estudi de deformacions de l'estructura (Figura 84).

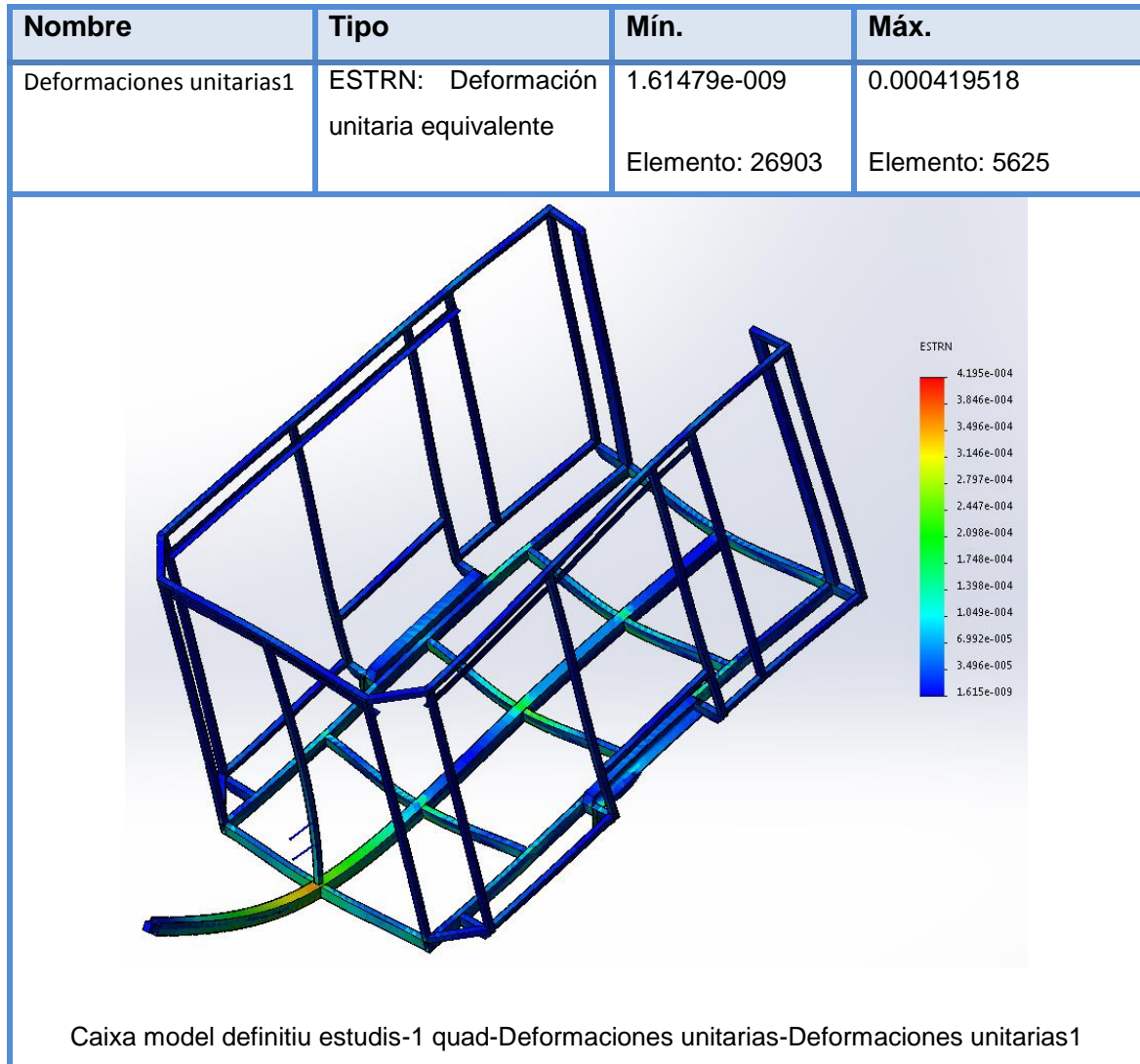


Figura 84: Deformacions unitàries Estudi 3.

Per tal de finalitzar aquest estudi i d'aquesta manera finalitzar-ne el seu anàlisi, la següent figura (Figura 85) mostra els coeficients de seguretat obtinguts a partir del programari.

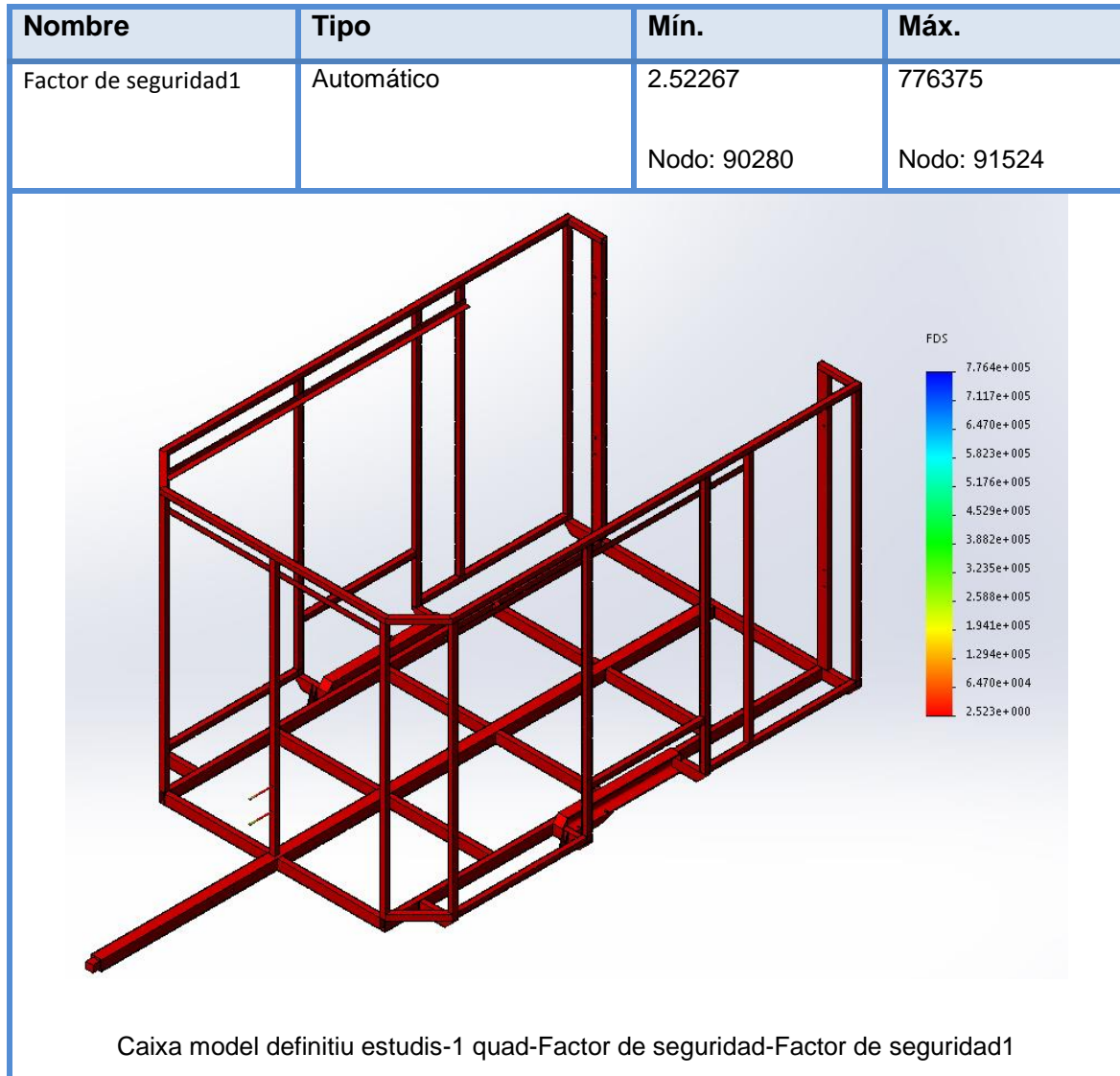


Figura 85: Coeficient de seguretat Estudi 3.

El valor del coeficient mínim de seguretat és de 2.52 i per tant, al superar l'1.5 es considera que el model és segur.

B.8 ESTUDI 4: Estructura amb càrrega màxima aplicada uniformement:

B.8.1 Valor de càrrega

En aquest estudi es contempla la possibilitat de carregar altres tipus de mercaderies com per exemple, llenya, mobles, eines, etc.. i així veure el comportament del remolc en altres situacions.

El valor de la càrrega serà el valor de càrrega màxima permesa que s'ha calculat anteriorment:

$$\text{Càrreg màxima i de circulació} = 3368.16N$$

Igual que en els casos anteriors s'augmenta un 50% del valor de la càrrega per assegurar la seguretat del conjunt. Així doncs:

$$\text{Càrrega total màxima(estàtic)} = 5052.24N$$

Aquest serà el valor de la càrrega que es distribuirà uniformement per tota la superfície de la base i permetrà estudiar el comportament de l'estructura amb altres tipus de mercaderies.

B.8.2 Distribució de la càrrega

Es simplificarà la vista per tal d'entendre millor el posicionament d'aquestes forces. Aquesta força s'aplicarà just al centre de la caixa del remolc.

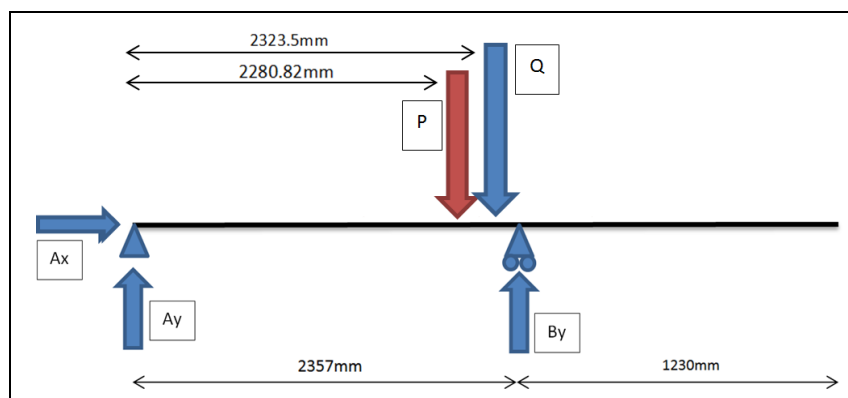


Figura 86: Esquema distribució càrregues Estudi 4.

Igual que en la resta de casos el valor de "P" serà de:

$$P = 3989.334N$$

B.8.3 Càlculs

Resum de valors de forces:

Taula 12: Resum de forces.

FORÇA	VALOR
Ax	0 N
Ay	201.10 N
By	8824.093 N
Q	5052.24 N
P	3989.33 N

Resultats obtinguts a partir de la resolució del mecanisme de l'eix:

Taula 13: Valor de força F.

FORÇA	VALOR
F	11709.27N

La descomposició de F en els dos eixos:

Taula 14: Valor de força Fy i Fx.

FORÇA	VALOR
Fy	1142.62N
Fx	11653.393N

Un cop coneguts els valors de les forces i reaccions, es mostren a continuació els resultats obtinguts a partir de l'anàlisi per elements finits:

B.8.4 Resultats Anàlisi per Elements Finitis

En aquesta primera figura es mostra l'estructura a estudiar amb les forces correctament aplicades. En aquest cas només tenim la càrrega Q de 5052.24N i la força resultat del mecanisme de suspensió del remolc.

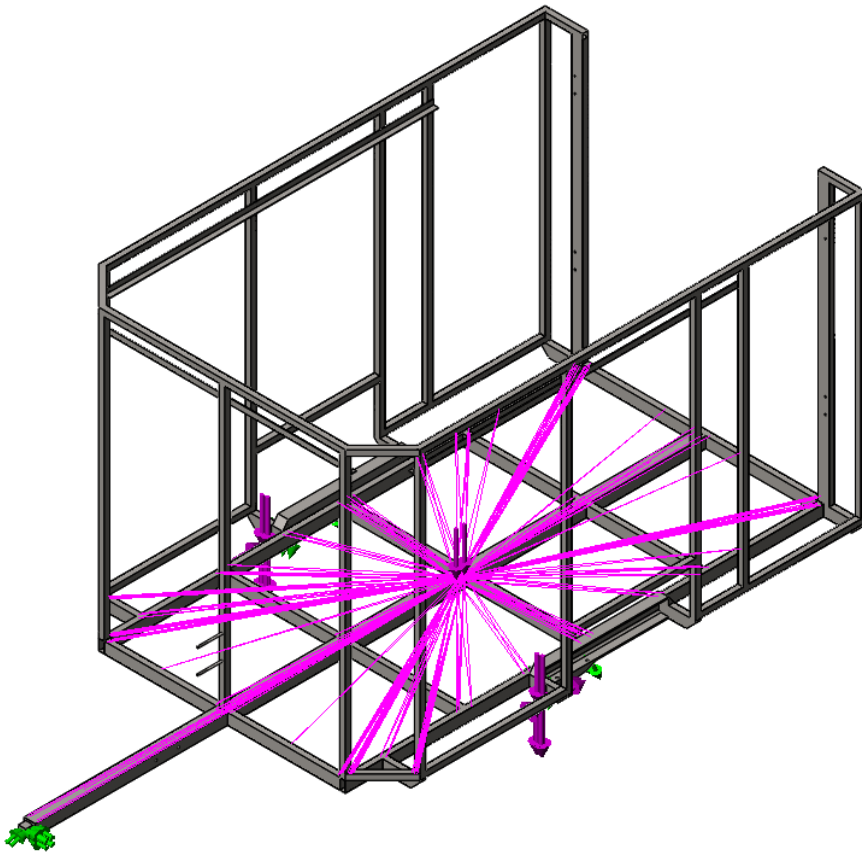


Figura 87: Model d'assaig Estudi 4.

En la imatge següent s'observen igual que en els casos anteriors els resultats obtinguts, els quals mostren el valor màxim i mínim de les tensions de Von Misses que suporta l'estructura.

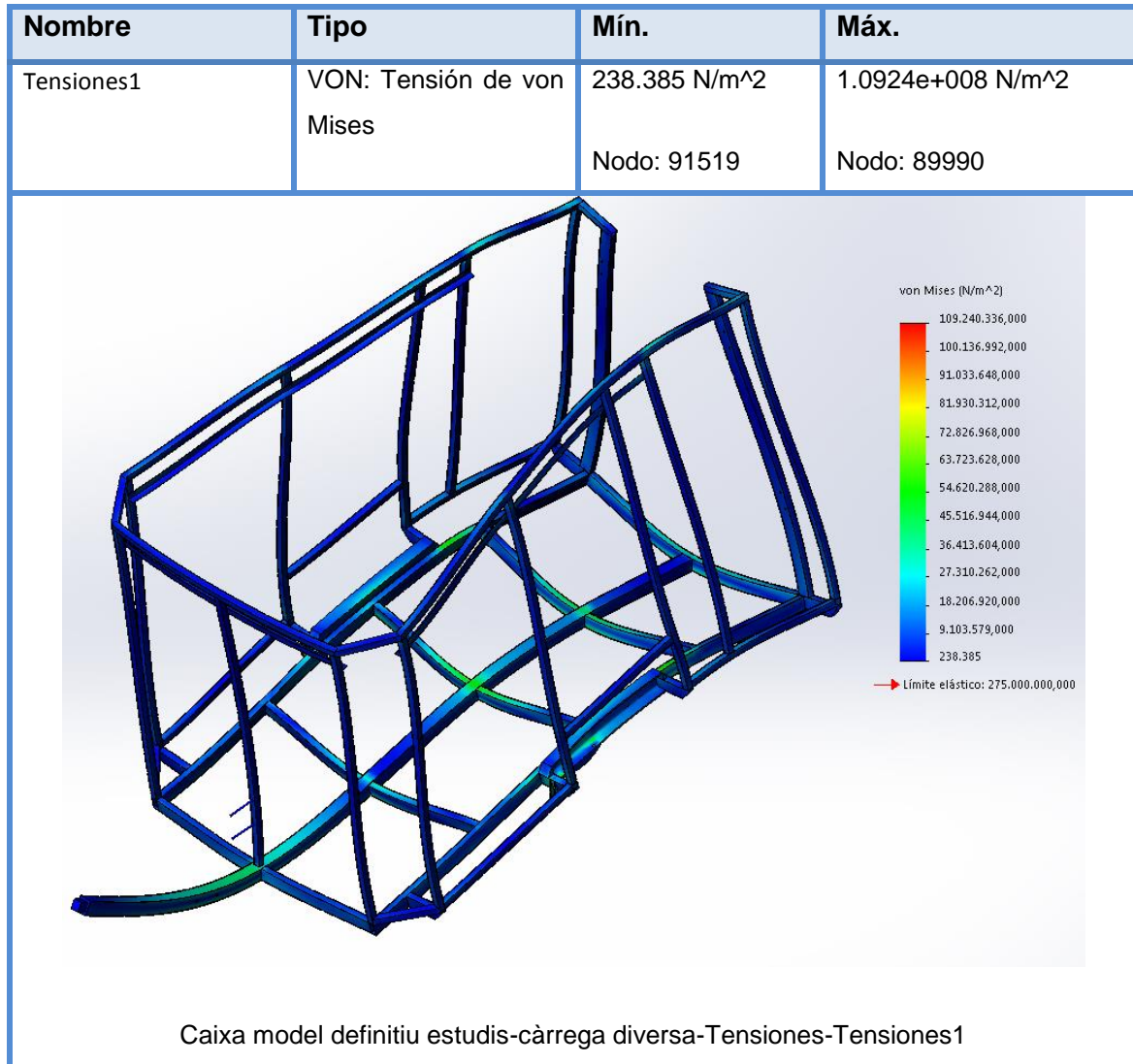


Figura 88: Tensions de Von Misses Estudi 3

S'obté que per una càrrega uniformement distribuïda les tensions màximes són de 109.24 MPa. Així doncs, els valors obtinguts són molt similars als dels casos anteriors.

Tal i com s'observa a la figura, encara que el pes també es distribueixi per la part posterior del vehicle, la zona de la llança és una de les que suporta més tensions i per tant serà més propensa a patir ruptures.

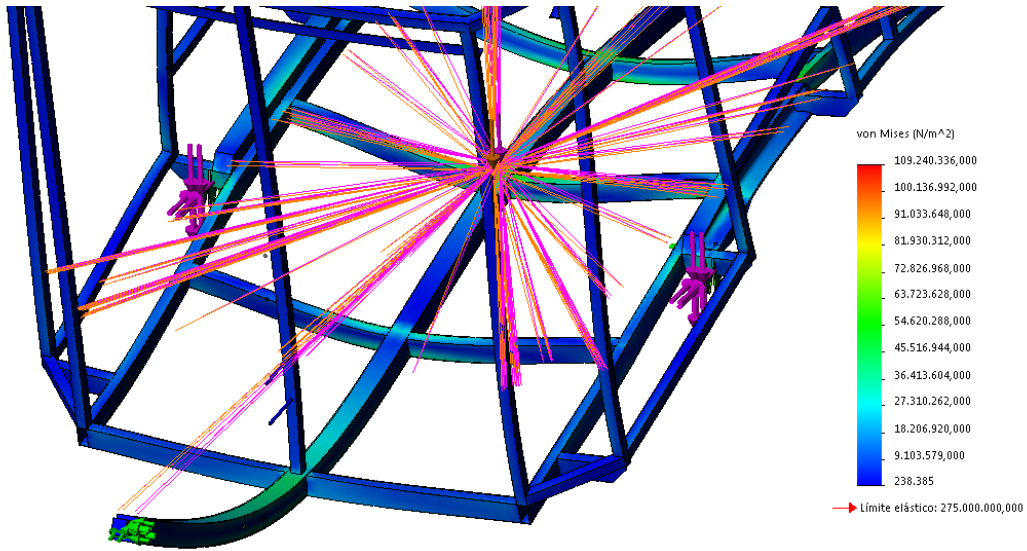


Figura 89: Tensions Von Misses base remolc Estudi 4.

Per altra banda, encara que aquesta zona de la llançà pateixi tensions importants, la ruptura serà igual que en els altres casos per la zona propera a les subjeccions de l'estructura amb l'eix.

La figura mostra aquest punt on les concentracions de tensions són majors.

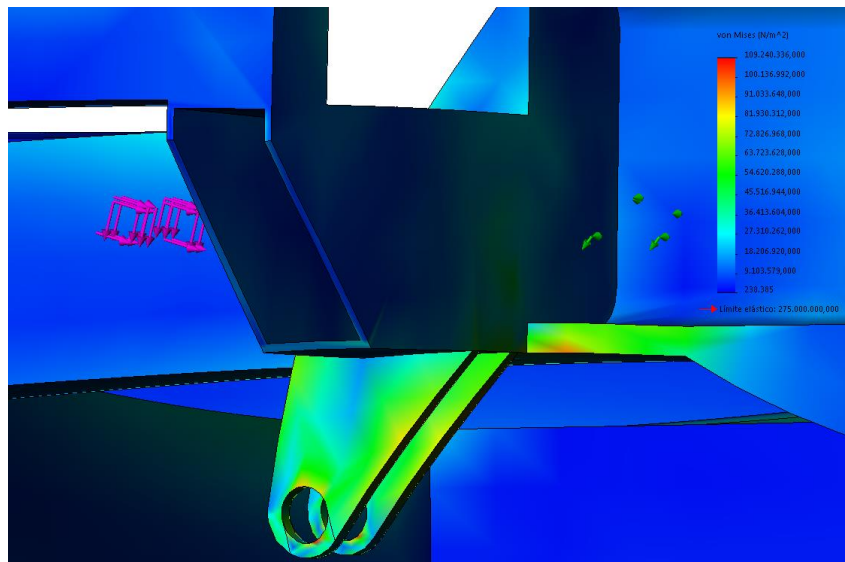


Figura 90: Zona possible ruptura Estudi 4.

Un cop coneguts es resultats de les tensions de Von Misses, a continuació es mostra el desplaçament dels diferents punts de l'estructura.

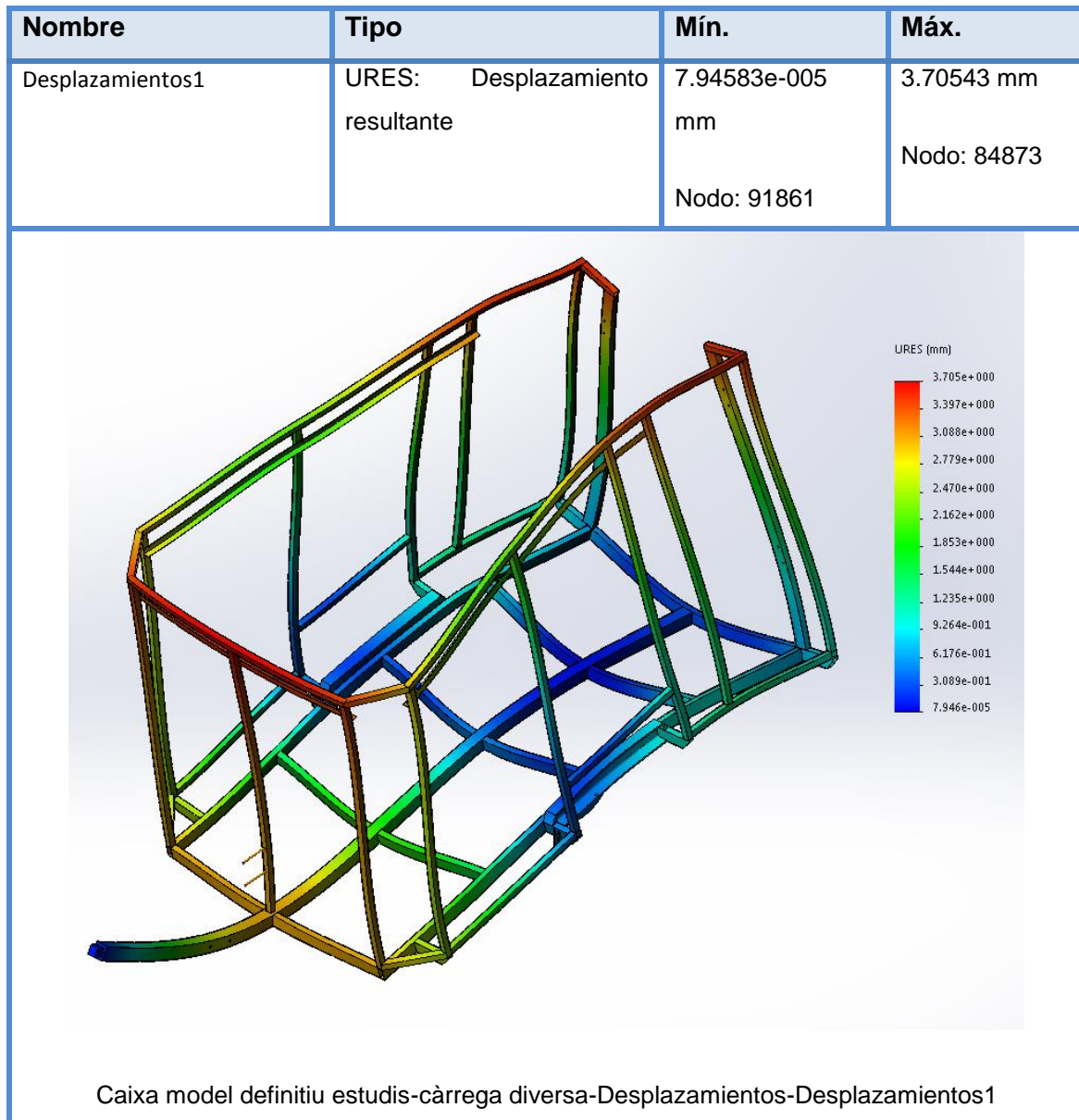


Figura 91: Desplaçaments estructura Estudi 4.

S'observa que el desplaçament màxim és de 4 mm aproximadament i serà en la part superior de la caixa de l'estructura.

Amb la següent figura (*Figura 92*) s'observa la vista lateral de l'estructura un cop col·locada la càrrega uniformement distribuïda.

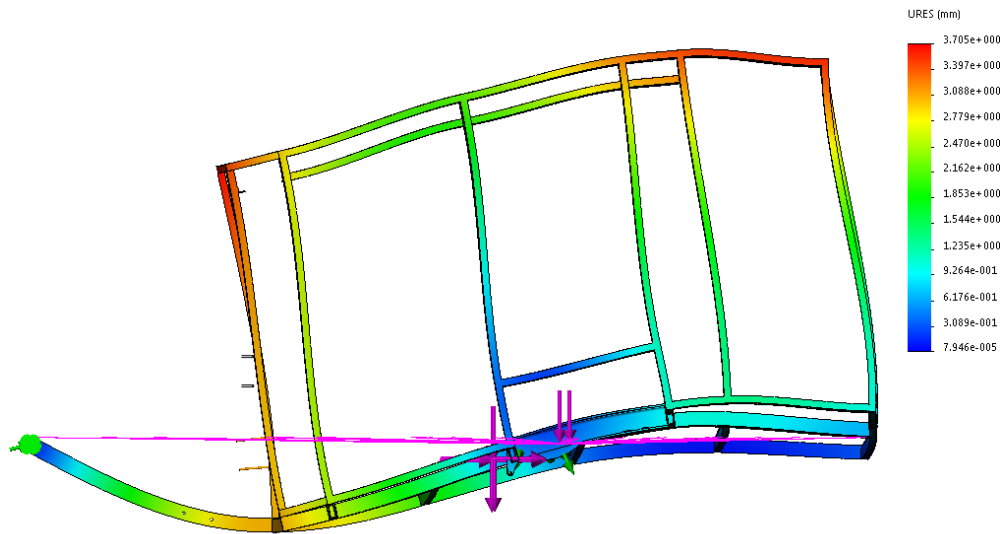


Figura 92: Vista lateral desplaçaments estructura Estudi 4.

Un cop observats els resultats dels desplaçaments de l'estructura, es mostren els resultats de les deformacions unitàries que pateix l'estructura.

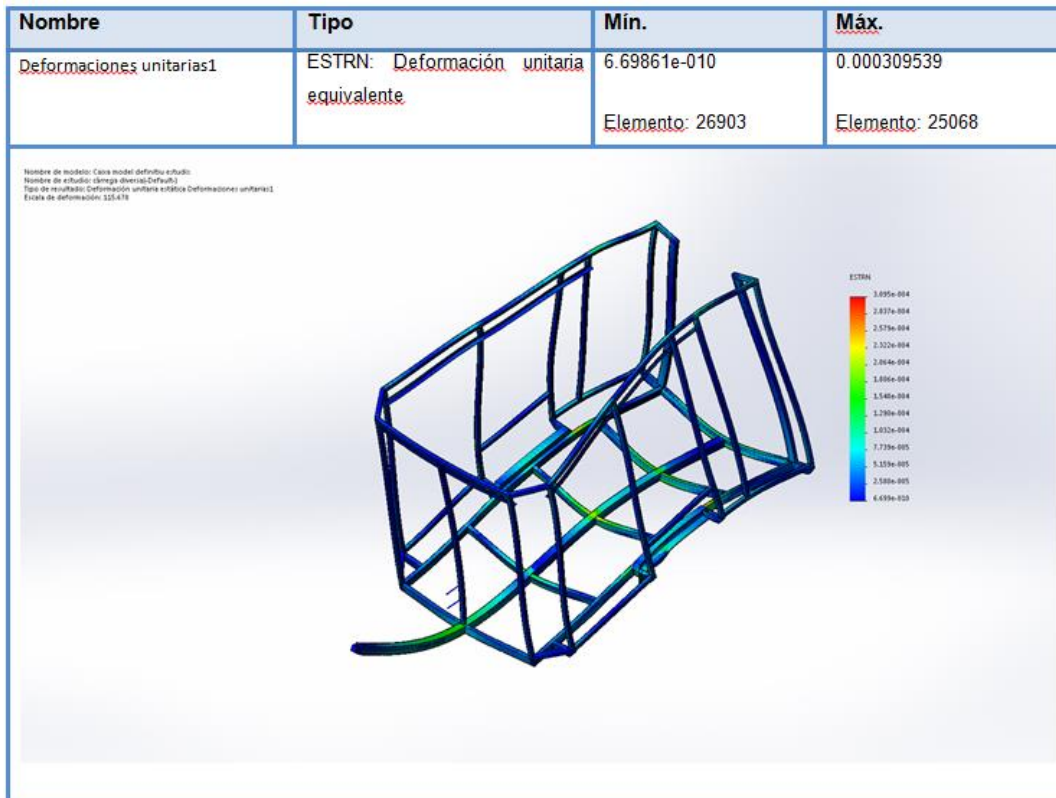


Figura 93: Deformacions unitàries Estudi 4.

Per últim, es mostren els resultats obtinguts del factor mínim de seguretat:

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.51739	1.1536e+006
		Nodo: 89990	Nodo: 91519

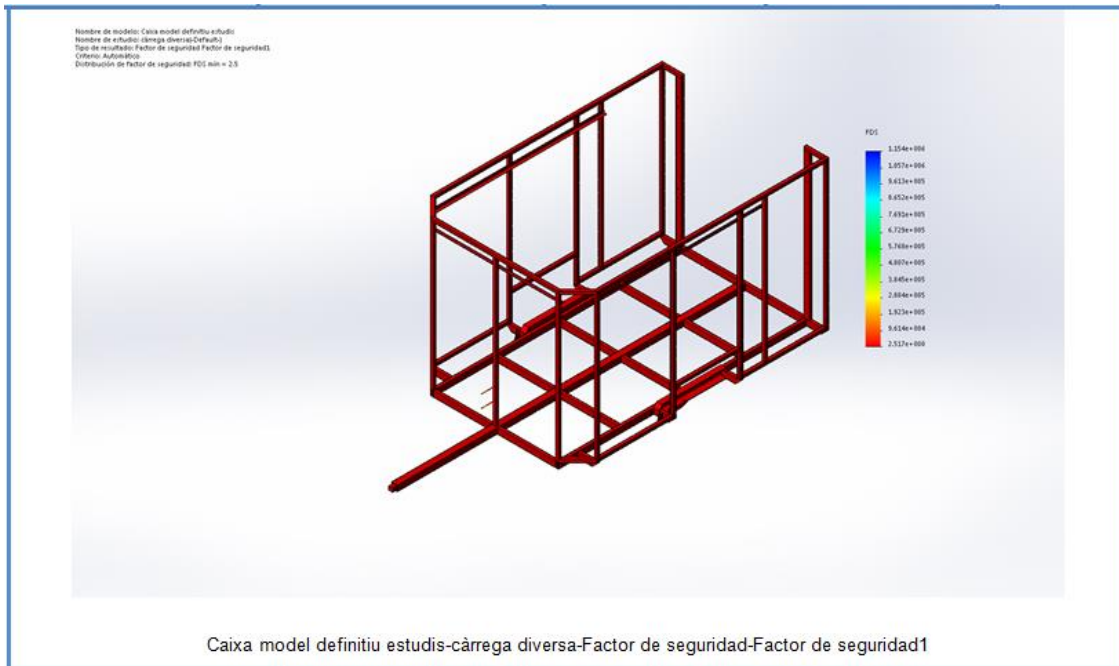


Figura 94: Coeficient de seguretat Estudi 4.

El valor obtingut de factor mínim de seguretat és de 2.51. Amb aquest valor podem considerar que l'estructura té un bon disseny i per tant aguantarà les càrregues calculades amb cert marge de seguretat.

B.9 RESUM CÀLCULS

S'elabora una taula (*Taula 15*) que permet comparar els resultats obtinguts en els diferents estudis.

En la primera columna de la taula es referencia l'estudi amb el seu respectiu nom i número. En total s'han realitzat 4 estudis amb diferents tipus de càrrega.

En la segona columna es mostra el valor de càrrega estàtica de l'estudi. Es parla de càrrega estàtica quan es fa referència al valor de càrrega imposat a l'estudi.

Per altra banda, a la tercera columna es mostra el valor de càrrega de circulació. En aquest cas és el valor de càrrega que es transportarà en realitat.

Per últim, en la quarta columna es mostra el valor mínim de coeficient de seguretat dels diferents estudis.

Taula 15:Resum resultats estudis

ESTUDI	CÀRREGA ESTÀTICA	CÀRREGA DE CIRCULACIÓ	FACTOR MÍN. DE SEGURETAT
Cas 1: Estructura carregada amb dues motocicletes tipus motocròs	5493.6N	2354.4N	2.44
Cas 2: Estructura carregada amb una moto de velocitat	4218.3N	1177.2N	2.53
Cas 3: Estructura carregada amb un quad	3924N	1962N	2.52
Cas 4: Estructura carregada amb càrrega diversa	5052.24N	3368.16N	2.51

Com era d'esperar, el coeficient de seguretat disminueix en el moment que augmenten els esforços que suporta el remolc.

És rellevant destacar que tots els coeficients mínims de seguretat en els casos més extrems són superiors a 1.5, valor límit establert per confirmar el correcte funcionament de l'estructura del remolc.

Un cop valorats els resultats obtinguts dels diferents estudis es poden extreure diverses conclusions referents al disseny de l'estructura del remolc.

En primer lloc, i la conclusió més important, és que amb la seva geometria es compleixen totes les exigències de seguretat.

En segon lloc, el remolc és capaç de suportar totes les càrregues per les qual ha estat dissenyat i a més, garantir un cert marge de seguretat.

En tercer i últim lloc, les especificacions esmentades al principi del projecte es compleixen ja que serà possible transportar dues motocicletes tipus motocròs, una motocicleta de velocitat i un quad.

Com a conclusió final, es considera viable la possibilitat de començar a fabricar el remolc ja que aquest compleix amb totes les expectatives i exigències previstes al projecte.