



**Universidad**  
Zaragoza

# ANEXO I

Proyecto Técnico Reforma buggy

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA 2025



# Proyecto Técnico

**Referencia: EC-00001**

Con objeto de tramitar la legalización de reforma del vehículo:

MARCA: <b>Polaris</b>	TIPO: <b>RZR CREW</b>
VARIANTE: <b>A1</b>	DEN.COMERCIAL: <b>RAZOR XP 4</b>
HOMOLOGACIÓN:	BASTIDOR: <b>1POLA200T3R900ACE67890</b>
MATRÍCULA: <b>5115 POL</b>	Fecha 1ªmatriculación: <b>13/04/2025</b>
CATEGORÍA: <b>T1a</b>	CLASIFICACIÓN: <b>50</b>
TIPO DE CARROCERÍA: <b>-</b>	

PETICIONARIO: <b>Santiago Baselga</b>	CIF: <b>12345678A</b>
DIRECCIÓN: <b><u>C. María de Luna, 3, 50018 Zaragoza</u></b>	

REALIZADO POR:

**Eduardo Calvo Gracia, Grad.IM - COIAR, colegiado nº:555555**



## ÍNDICE

Proyecto Técnico.....	1
Referencia: EC-00001.....	1
ÍNDICE.....	2
<b>1 Memoria.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción de la reforma.....	3
1.2 Reglamentación.....	5
1.3 Características del vehículo antes y después de la reforma.....	6
<b>2 CÁLCULOS.....</b>	<b>7</b>
2.1 Caja.....	7
2.2 Distancias.....	8
2.3 Cálculo de reparto de cargas en circulación.....	9
2.4 Cálculos Justificativos AR.....	9
2.5 Cálculo de Rigidez.....	11
2.6 Resultados.....	14
<b>3 CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>4 PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>15</b>
4.1 Principios generales de soldadura.....	15
5.2 Coeficiente de seguridad.....	17
5.3 Materiales.....	18
5.4 Montaje y mecanizado.....	18
<b>Anexo I.....</b>	<b>19</b>
Fichas técnicas.....	19

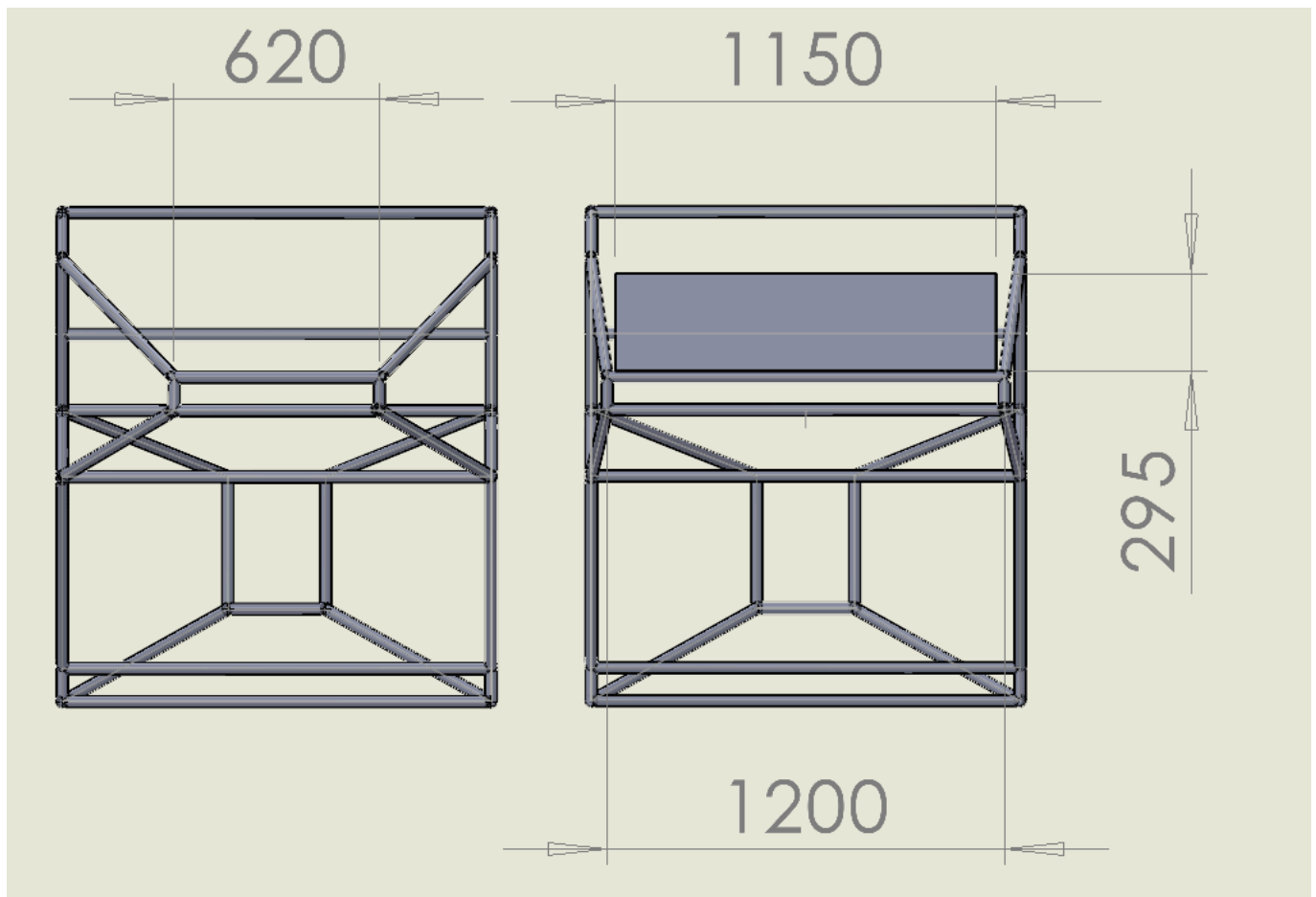
# 1 Memoria

## 1.1 Descripción de la reforma

Eduardo Calvo, Grad IM - COIAR, colegiado n°. 5554823 realiza el presente Estudio Técnico para el vehículo marca Polaris, tipo RZR CREW, denominación comercial Razor XP4, bastidor

N°**1POLA200T3R900ACE67890**, a fin de obtener los permisos necesarios para proceder a la legalización definitiva del vehículo con las reformas:

Modificación de los tubos traseros para ampliar el hueco trasero e incorporar en dicho hueco una caja de carga tipo pick up.



Tipificadas con los códigos de reformas:

- **8.50** - Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero
- **9.2** - Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características

Los Actos Reglamentarios que pueden verse afectados por la reforma de acuerdo con el Manual de Reformas de Vehículos (elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio son:

Descripción AR	AR	Crit	Fecha	Afectad o	Motivo No afec	Inf H	Otra validación
Placa de matrícula	R(UE)2015/208 Anexo XIX	2	13/04/2025	NO	No se modifica el espacio ni la ubicación del mismo para la placa de matrícula		
Mecanismo de dirección	R(UE)2015/208 Anexo V	1	30/05/2025	NO	No afecta a la dirección del vehículo		
Retrovisores	R(UE)2015/208 Anexo IX	2	13/04/2025	NO	No se modifica ninguna dimensión total del vehículo.		
Dimensiones y masa remolcable	R(UE)2015/208 Anexo XXI	1	30/05/2025	NO	Ni se añade ni modifica un remolque a este vehículo		
Masa máxima en carga	R(UE)2015/208 Anexo XXII	2	13/04/2025	NO	Dentro de límites		
Dispositivos de alumbrado y señalización luminosa y sus fuentes de luz	R(UE)2015/208 Anexo XI	2	13/04/2025	NO	No se modifica la disposición de los mismos.		
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	R(UE)2015/208 Anexo XII	2	13/04/2025	NO	No se instalan dispositivos de alumbrado ni de señalización luminosa		
Compatibilidad electromagnética	R(UE)2015/208 Anexo XV	2	13/04/2025	NO	No interfiere		

Para llevar a cabo la reforma se seguirán los siguientes pasos:

- Se instalará la caja de carga tipo pick up en la parte trasera según la disposición en planos.
- Las uniones de los componentes y la ejecución de las operaciones realizadas se llevarán a cabo siguiendo las indicaciones del pliego de condiciones siempre y cuando no contravengan las dadas por el manual de carrocería del fabricante del vehículo, en cuyo caso se ejecutarán siguiendo estas últimas.

## 1.2 Reglamentación

Para la redacción del proyecto, se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación:

- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.
- Real Decreto 2028/1986 de 6 de junio por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de piezas y partes de dichos vehículos.
- Real Decreto 2822/1998 de 23 de diciembre por el que se aprueba el reglamento general de vehículos.
- Manual de Reformas de Vehículos: Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación.
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. Sean a continuación algunas de sus disposiciones generales.



### 1.3 Características del vehículo antes y después de la reforma

	Original	Reformado		Original	Reformado
MOM[kg][kg]	925	1026	Altura total [mm]	—	—
Tara total	850	951	Anchura total [mm]	—	—
Tara 1°E [kg]	341	344	Longitud total [mm]	—	—
Tara 2°E [kg]	509	607	Voladizo ant/post [mm]	370/370	—
Tara 3°E [kg]	—	—	Vías ant/post [mm]	—	—
Tara 4°E [kg]	—	—	Distancia eje 1°/2° [mm]	2980	—
MTMA/MMA[kg]	1320	—	Distancia eje 2°/3° [mm]	—	—
MTMA/MMA 1°E[kg]	530	—	Distancia eje 3°/4° [mm]	—	—
MTMA/MMA 2°E[kg]	790	—	Distancia kp/ultE [mm]	—	—
MTMA/MMA 3°E[kg]	—	—	MTMR/MMR [kg]	1330	—
MTMA/MMA 4°E[kg]	—	—	MTMC/MMC [kg]	2650	—
MTMA (F1.5) [kg]	—	—	Clasificación	—	—
N° de plazas Total:	—	—	Tipo de carrocería:	—	—
Neumáticos:	—	—	Llantas:	—	—
<b>DISPOSITIVOS DE ACOPLAMIENTO:</b> SI <input type="checkbox"/> /NO <input type="checkbox"/> ;TIPO:Bola <input type="checkbox"/> / Gancho <input type="checkbox"/> /5r <input type="checkbox"/>			<b>Cambia F1.5:</b> SI <input type="checkbox"/> / NO <input type="checkbox"/> / NO TIENE EN TARJETA ITV <input type="checkbox"/>		

## 2 CÁLCULOS

### 2.1 Caja

La caja se hará de panel sandwich (ficha técnica adjunta en anexos) con unos perfiles en U para cubrir la parte superior, y unos perfiles en L para cubrir el borde inferior externo y reforzar la parte interna de la caja.

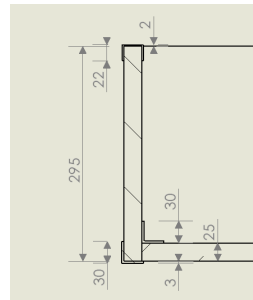
$$Y_{CDG} = \frac{2 \cdot 150.5 \cdot (P_{LS} + P_{CS}) + P_{SS} \cdot 15.5 + P_{EXT} \cdot 8.61 + P_{INT} \cdot 36.61 + P_{EE} \cdot 15.5 + P_{EI} \cdot 169 + P_{TU} \cdot 294.62}{2 \cdot (P_{LS} + P_{CS}) + P_{SS} + P_{EXT} + P_{INT} + P_{EE} + P_{EI} + P_{TU}} = 66\text{mm}$$

Medidas totales de la caja:

Longitud(L<sub>c</sub>): 905  
 Anchura(A<sub>c</sub>): 1150  
 Altura(H<sub>c</sub>): 300  
 Peso Total

Perfil L: A<sub>L</sub>=30, e<sub>L</sub>=3mm P<sub>eL</sub>= 8.16kg/m  
 Perfil U: A<sub>U</sub>=22, e<sub>U</sub>=2mm P<sub>eU</sub>=1.04Kg/m  
 Sandwich: e<sub>S</sub>=25mm P<sub>eS</sub>=7.6Kg/m<sup>2</sup>

Caja = 101 kg



#### Sandwich:

2und Largueros  
 Largo[mm] L<sub>LS</sub> = L<sub>c</sub>-2\*e<sub>L</sub>= 889  
 Ancho[mm] A<sub>LS</sub> = H<sub>c</sub>-e<sub>L</sub>-e<sub>U</sub>=295  
 Superficie[m2] = 0.2652  
 Peso[kg]/und = Sup\*P<sub>eS</sub>= 2 =P<sub>LS</sub>

#### 2und Cortos

Largo[mm] L<sub>CS</sub> = A<sub>c</sub>-2\*e<sub>L</sub>= 1144  
 Ancho[mm] A<sub>CS</sub> = H<sub>c</sub>-e<sub>L</sub>-e<sub>U</sub>=295  
 Superficie[m2] = 0.3375  
 Peso[kg]/und =Sup\*P<sub>eS</sub>=2.56=P<sub>CS</sub>

#### 1und Suelo(interior a los laterales)

Largo[mm] L<sub>SS</sub> = L<sub>LS</sub>-2\*e<sub>S</sub>= 849  
 Ancho[mm] A<sub>SS</sub> = L<sub>CS</sub>-2\*e<sub>S</sub>=1094  
 Superficie[m2] = 0.93  
 Peso[kg]/und = Sup\*P<sub>eS</sub>=7=P<sub>SS</sub>

#### Perfil L:

4u.EsquinasExt = H<sub>c</sub>-A<sub>L</sub>-A<sub>U</sub>= 248  
 4u.EsquinasInt= H<sub>c</sub>-A<sub>L</sub>-A<sub>U</sub>-e<sub>S</sub>-e<sub>L</sub>=220  
 2u.LargosExt = L<sub>c</sub> = 905  
 2u.LargosInt = L<sub>SS</sub> = 849  
 2u.CortosExt = A<sub>c</sub> = 1150  
 2u.CortosInt = A<sub>SS</sub> = 1094

#### Peso total perfiles parte baja

P<sub>Ext</sub>=P<sub>eL</sub>\*(LargosExt\*2+CortosExt\*2)= 33.5kg  
 P<sub>Int</sub>=P<sub>eL</sub>\*(LargosInt\*2+CortosInt\*2)= 31.7kg  
 Peso esquinas

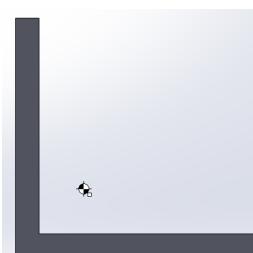
P<sub>EE</sub>=P<sub>eL</sub>\*EsquinasExt\*4 = 8.1kg  
 P<sub>EI</sub>=P<sub>eL</sub>\*EsquinasInt\*4 = 7.12kg

#### Perfil U:

2u.Largos = L<sub>LS</sub>+2\*e<sub>S</sub>=903  
 2u.Cortos = L<sub>CS</sub>+2\*e<sub>S</sub>=1148  
 P<sub>TU</sub>=P<sub>eU</sub>\*(2\*Largos+2\*Cortos)=4.26kg



Centro de masa: ( milímetros )  
 X = 0.00  
 Y = 5.38



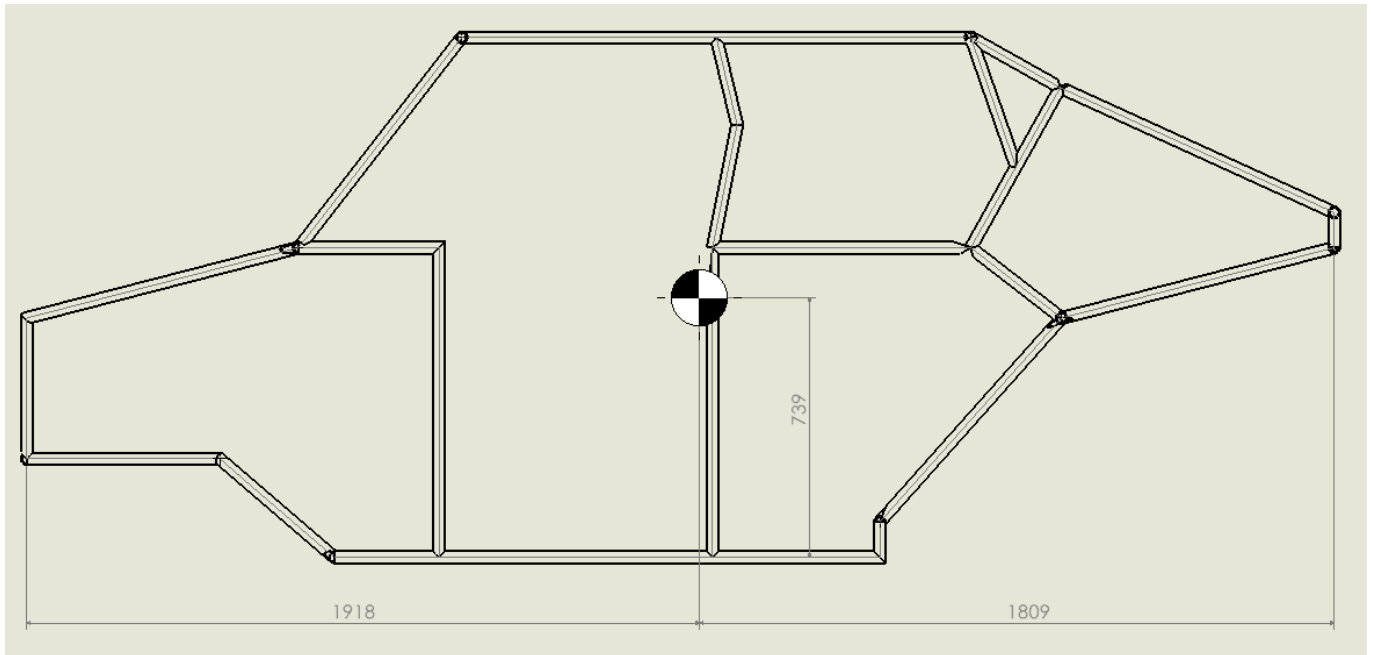
Centro de masa: ( milímetros )  
 X = 8.61  
 Y = 8.61

**2.2 Distancias**

Tomaremos en cuenta:

MOM = 925 kg → Peso buggy  $P_b = 925 - 75 = 850\text{kg}$

Centro de masa: ( milímetros )  
 $X = 1809,00$   
 $Y = 738,74$



Centro de gravedad Caja.

$$X_{\text{caja}} = 905 / 2 = 452,5$$

$$d_{1\text{caja}} = l_{\text{coche}} - V_{\text{del}} - X_{\text{caja}} = 3727 - 370 - 452,5 = 2904,5 \text{ mm}$$

### 2.3 Cálculo de reparto de cargas en circulación

El proceso a seguir es el siguiente.

A partir de las taras del chasis-cabina se incorporan los diferentes equipamientos con su carga correspondiente. Se suman las acciones de cada una de las cargas por separado para determinar el reparto de cargas sobre cada uno de los ejes.

Para calcular la distancia entre ejes técnica ( $d_{et}$ ) se sigue el siguiente procedimiento:

Debido a cada carga ( $Q$ ), aplicando condiciones de equilibrio de fuerzas y de momentos se obtienen las reacciones en el conjunto de ejes delantero ( $R'_{dQ}$ ) y trasero ( $R'_{tQ}$ ). Si ( $Q$ ) es el módulo de la carga resultante que se encuentra aplicada a una distancia ( $d_Q$ ) del centro técnico del conjunto de ejes delantero, las condiciones de equilibrio dicen que:

$$R_{dQ} + R_{tQ} = Q \rightarrow R_{tQ} = Q \cdot \frac{d_Q}{d_{et}}$$

$$R_{tQ} + d_{et} = Q \cdot d_Q \rightarrow R_{dQ} = Q - R_{tQ}$$

Cargas [kg]	$d_Q$ [mm]	Eje Delantero	Eje Trasero	Total
Tara	1918-370 = 1548	341	509	850
Conductor y Copiloto	1575-370= 1205	89	61	150
Pasajeros	2190-370= 1820	58	92	150
Caja	2904.5	3	98	101
MMTA/MMA	1548	530	790	1320

Para tomar la medida de la parte delantera y posterior al eje de la rueda:

$$(L_{Total} - D_{ejes}) / 2 = (3727 - 2980) / 2 = 373.5 \text{ se redondea a } 370 \text{ mm.}$$

## 2.4 Cálculos Justificativos AR

Comprobación para el punto 2.2 del Anexo XXII Requisitos relativos a la masa máxima en carga del AR R(UE)2015/208:

Con las taras del vehículo ya modificado comprobamos que el eje delantero tendrá más del 20% de la masa en vacío del vehículo.

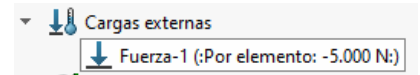
$$\frac{Tara_1}{Tara_{TOTAL}} = \frac{344 \text{ kg}}{951 \text{ kg}} = 0.36 = 36\% \text{ de carga al eje delantero} > 20\%.$$

### 2.5 Cálculo de Rigidez

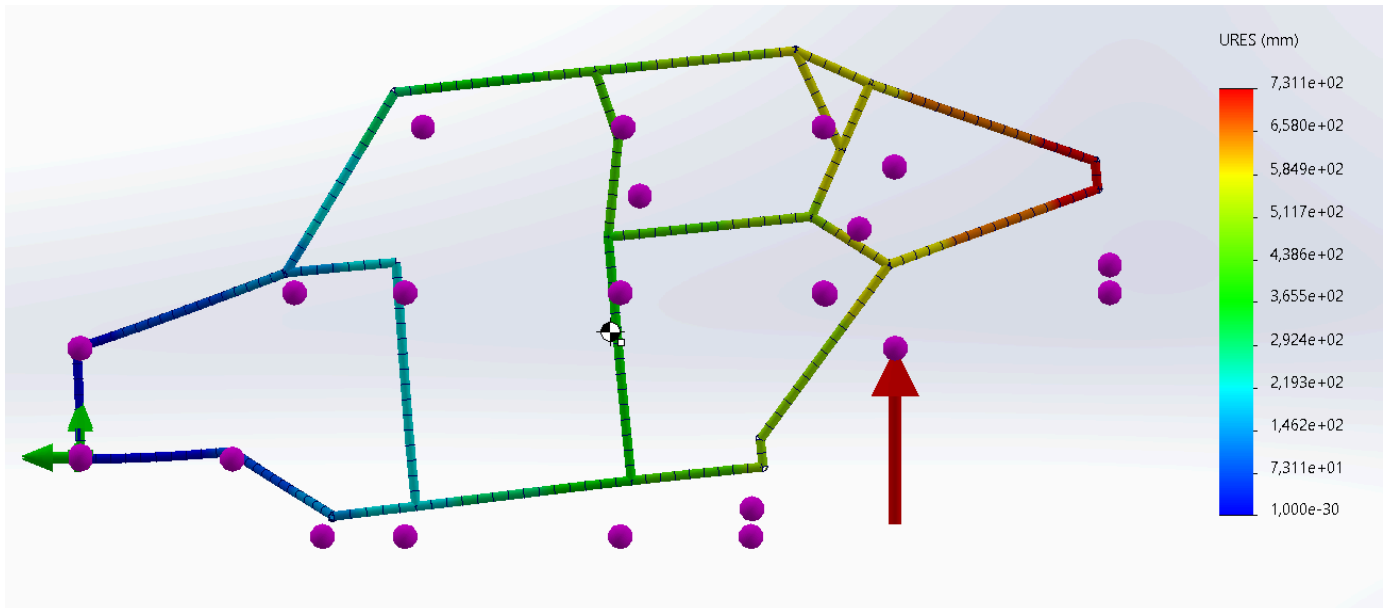
Se selecciona el acero de construcción S355JR por sus buenas propiedades mecánicas y facilidad de trabajar y unir.

Re = 355 MPa

Rm = 470 MPa

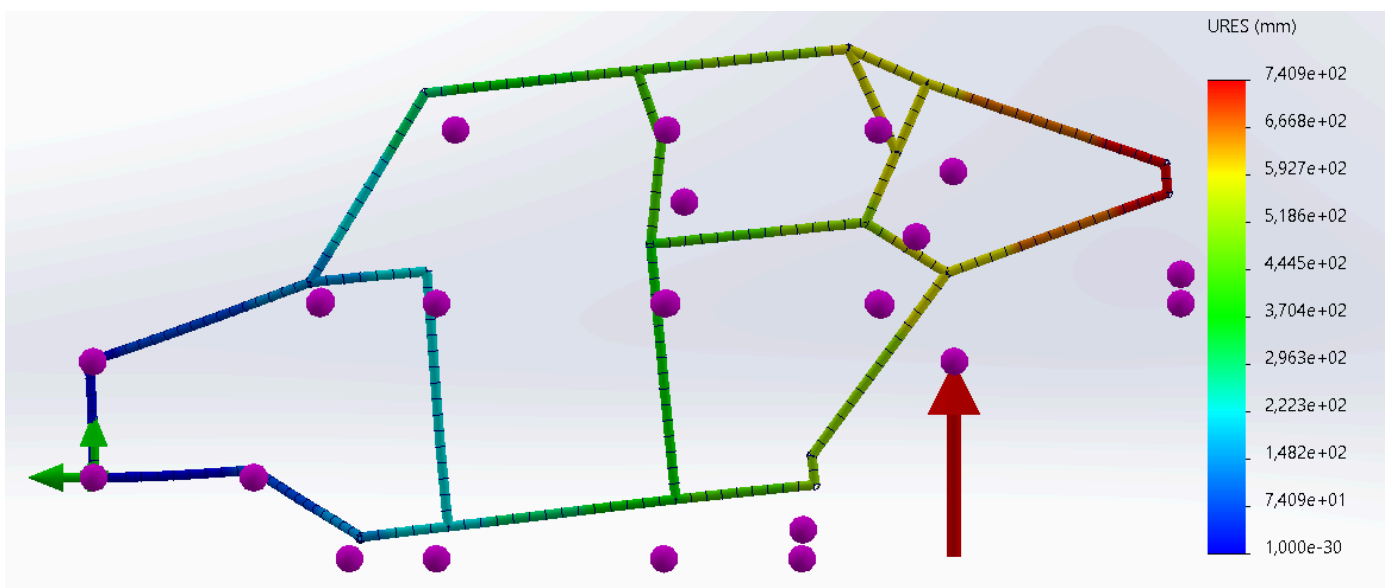


#### Estudio estático a flexión sin modificación de tubos traseros



Con una carga de 5000 N, y un desplazamiento  $\delta_o=585\text{mm}$  la rigidez inicial  $k_{oFlexion} = F/\delta = 8547 \text{ N/m}$

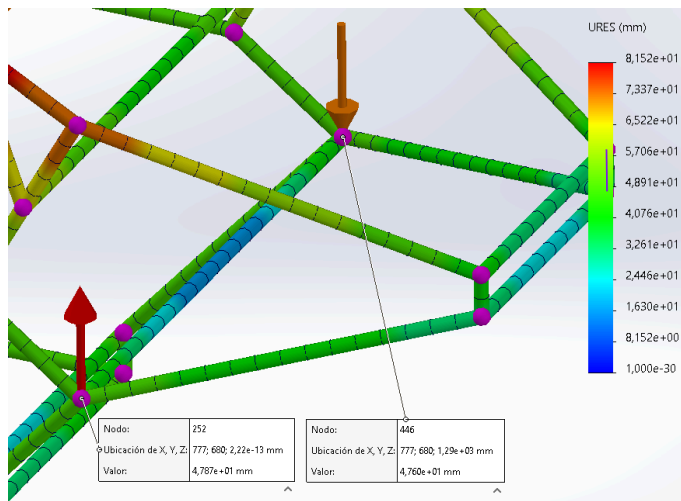
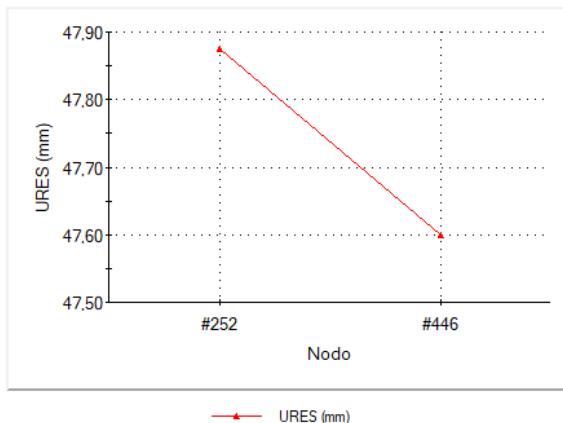
#### Estudio estático a flexión con modificación de tubos traseros



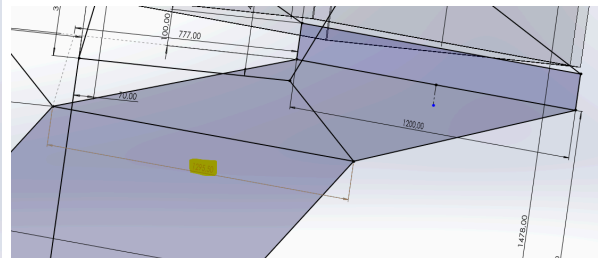
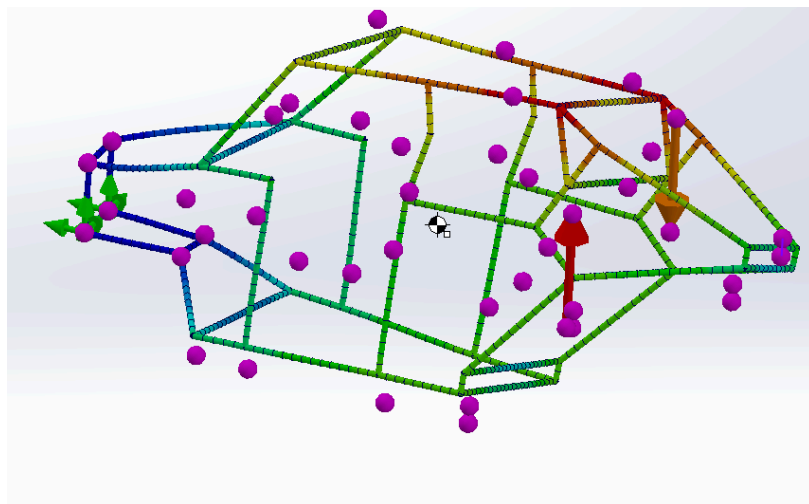
Bajo la misma carga se desplaza  $\delta_f=592.7\text{mm}$  la rigidez final  $k_{fFlexion}=8436 \text{ N/m}$ .

## Estudio estático a torsión sin modificación de tubos traseros

Nombre de estudio: Torsion0(-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1



Con una Fuerza de 2500N en cada dirección y nodo, se desplazan 47.7mm verticalmente cada nodo.  
 Desplazamiento en  $Y_{total} = 47.7 * 2 = 95.4 \text{ mm}$ .



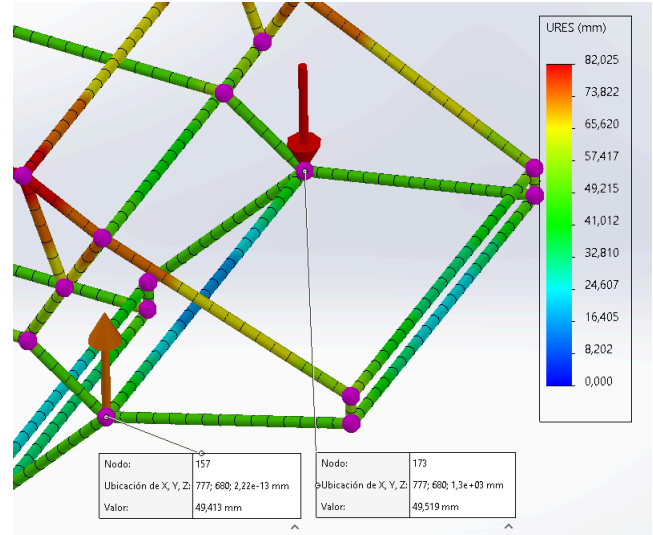
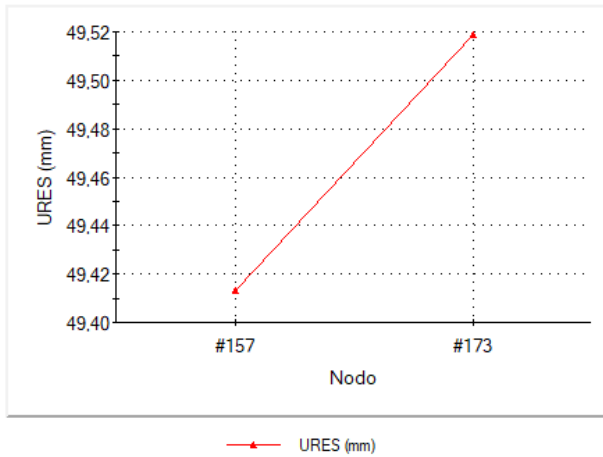
La barra mide  $L = 1295.5 \text{ mm}$ .

Tendremos un ángulo girado de:  $\arctan(Y_{total}/L) = 8.75^\circ = 0.1527 \text{ rad}$

Por tanto la rigidez a torsión  $K_{oTorsion} = T/\theta = \frac{2500 * 1.2955}{0.1527} = 21210 \text{ Nm/rad}$

## Estudio estático a torsión con modificación de tubos traseros

Nombre de estudio: Torsion1(-Predeterminado<Como mecanizada>)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1



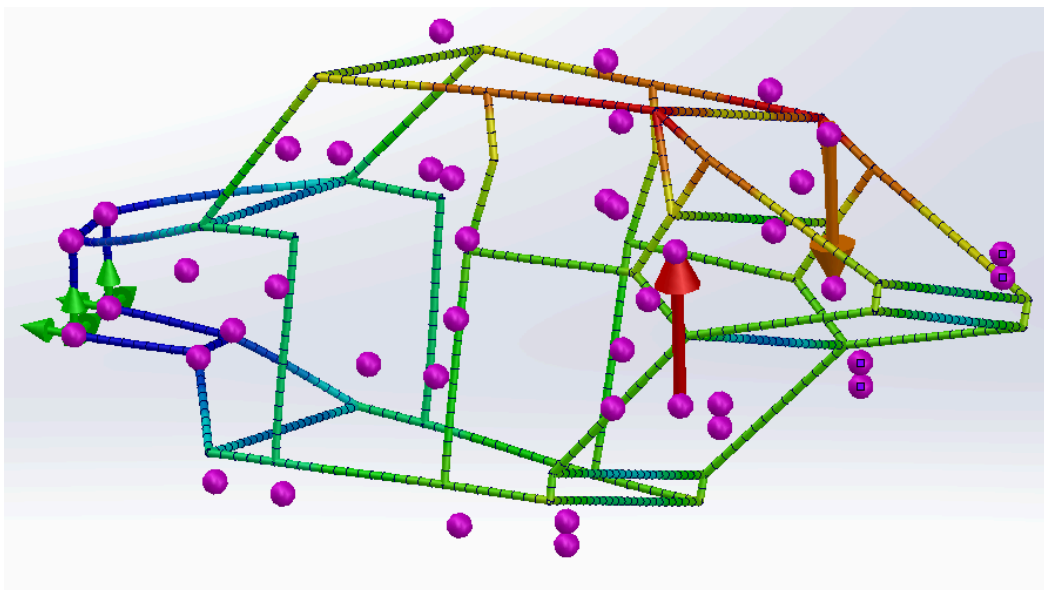
Con una Fuerza de 2500N en cada dirección y nodo, se desplazan 49.5mm verticalmente cada nodo.

Desplazamiento en  $Y_{total} = 49.5 * 2 = 99$  mm.

La barra mide  $L = 1295.5$  mm.

$$\arctan(Y_{total}/L) = 9.1^\circ = 0.1588 \text{ rad}$$

$$\text{Por tanto la rigidez a torsión } K_{fTorsion} = T/\theta = \frac{2500 * 1.2955}{0.1588} = 20395 \text{ Nm/rad}$$



## 2.6 Resultados

Tabla de Decremento de Rigidez por la modificación de los tubos.

Rigidez	Sin modificación de tubos <sub>o</sub>	Con modificación de tubos <sub>f</sub>	$\Delta$ Rigidez (%)
Flexión	8547	8436	1.3%
Torsión	21209	20395	3.84%

Esta variación de la rigidez facilitará el uso en malos terrenos con menores pérdidas de contacto de los neumáticos con el terreno.

### 3 CONCLUSIONES

A la vista de todo lo anterior, se estima que puede realizarse la reforma citada, de acuerdo con el presente Estudio Técnico, ya que si dicha modificación se lleva a cabo correctamente y teniendo en cuenta todo lo anteriormente indicado, las condiciones de seguridad del vehículo y de protección del medio ambiente no disminuyen.

En \_\_\_\_\_ a, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

### 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Se expondrán en este apartado una serie de condiciones y consideraciones a tener en cuenta en la modificación del vehículo.

En el proceso de fabricación e instalación de estos componentes se recurrirá a elementos comerciales en todos los casos que sean posibles con el fin de reducir costes e inversión en maquinaria de taller.

Esto es explicado con mayor profundidad en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

El cumplimiento de estas condiciones garantizará la fiabilidad y el correcto funcionamiento del vehículo, en el caso de no seguir estas indicaciones el autor del proyecto se exime de toda responsabilidad ante cualquier incidencia.

#### 4.1 Principios generales de soldadura.

La soldadura se realizará por arco con electrodos o con cable fusible bajo gas protector (procedimiento MAG utilizado para soldar aceros).

Preparación de las piezas a soldar.

Limpiar las piezas, en particular en el lugar de la soldadura y de conexión del cable de tierra, con lo cual:

- Se obtiene una circulación libre y regular de la corriente eléctrica (regularidad del cordón de soldadura).
- Se evita la entrada de cuerpos extraños en el metal en fusión (calidad de la soldadura).
- Se evitan las salpicaduras y el humo (seguridad para el operario).

Preparación de los bordes específicos en el marco del chasis.

Para preparar correctamente las piezas a unir se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- Preparación de los bordes a 45°.
- Punteo.
- Colocación de los empalmes.
- Soldadura de un solo lado.

-Soldadura del segundo lado.

-Esmerilado de ambos lados.

Precauciones importantes.

El vehículo está provisto de numerosos circuitos electrónicos: alternador, regulador, central de intermitentes, limitador de velocidad, ABS, etc.

Antes de efectuar cualquier soldadura eléctrica, cabe efectuar una conexión equipotencial desconectando los dos cables (-) y (+) de la batería de acumuladores y conectándolos a tierra. El interruptor general queda enganchado (circuito cerrado). Coloque la pinza de tierra lo más cerca posible del punto de soldadura, pero nunca en un conjunto giratorio (transmisión, cubo, ventilador, etc.) ni en un subconjunto que tenga piezas en movimiento (compresor de aire, turbocompresor, etc.).

Deben protegerse o desmontarse las tuberías de material plástico y los cables eléctricos, ballestas de suspensión y almohadillas de suspensión de las cercanías.

Al volver a conectar la batería, respete las polaridades, comenzando siempre por el borne (+). Si se invierten las polaridades, se corre el riesgo de destruir los componentes electrónicos.

Puesto de soldadura por arco estático o rotativo.

Cuadro de los alambres de soldar:

Diámetros de los electrodos (en mm)	2.5	3.15	4	5
Intensidad media (en amperios)	80	110	160	200

Electrodos recomendados: norma AFNOR A 81-309 (Diciembre de 1975).

-E 435/4 B 26 BH para aceros tipo C-D-E

-E 515/5 B 26 BH para aceros tipo F

Los aceros C-D y E son de resistencia 450, 500 y 540 N/mm<sup>2</sup> respectivamente. El acero tipo F es aquel de resistencia 610 N/mm<sup>2</sup>.



Normas correspondientes:

AFNOR A 81.309 (12.1975)	ISO 2560	ASME (SFA 5.1) AWS (AS.1.69)	DIN 1913	BS 639
E 435/4 B 26 BH	E 435 B 26 (H)	E 7016	E 453/4 B 10	E 453/4 B 26 (H)
E 515/5 B 26 BH	E 515 B 26 (H)	E 7018	E 515/5 B 10	E 515/6 B 26 (H)

Denominaciones comerciales:

MARCAS	E 435/4 B 26 BH	E 515/5 B 26 BH
Commercy Sarrazin Saf Esab Oerlikon Doga	Marine 45 MF 48 OK 4800 Spécial UTP 613 KBS	Cymeta 17 NF 56 OK 5500 Extra UTP 62

Puesto semiautomático MIG o MAG.

-MIG: Metal inerte-gas (para soldadura con un gas inerte, argón, por ejemplo).

-MAG: Metal activo-gas (para soldadura con un gas activo: mezcla de 85% argón + CO2).

Los alambres macizos que se utilizan para la soldadura semiautomática, se definen en la norma NF A 81-311 (tipo GS2).

## 5.2 Coeficiente de seguridad.

En el cálculo de los elementos que forman la parte resistente del vehículo se toma un coeficiente de seguridad igual o superior a tres. Este coeficiente de seguridad es suficiente para que estas piezas puedan soportar todos los esfuerzos estáticos y dinámicos.

### 5.3 Materiales.

Los materiales con los que se realizan todas las piezas de este conjunto cumplirán con los requisitos exigidos o se procederá a su inmediata devolución. Las características de los materiales más utilizados son las siguientes:

ACEROS

-S 355 JR

C < 0.24% Mn < 1.60% Si < 0.55% P = 0.045% S = 0.045%

Resistencia mecánica: Adm. = 355 N/mm<sup>2</sup> ; Alargamiento: 23-28%;

### 5.4 Montaje y mecanizado.

Tanto el montaje como el mecanizado se realizará exactamente a como se ha detallado en las fotografías que se adjuntan al proyecto.

Los pasos generales a seguir en el montaje son los indicados en la normativa de carrozado del fabricante del vehículo y la del equipamiento instalado.

## Anexo I

### Fichas técnicas

-Panel Sandwich

[https://www.cimaser.com/img/cms/FICHAS%20CEL/FICHA%20TECNICA%20COMPOCEL%20AL%20E%20S%201.pdf?\\_gl=1\\*en5ter\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\*MTU4NDIzMTU2NS4xNzQ4MjQ5OTAw\\*\\_ga\\_VRT18ZDQR9\\*\\_czE3NDgyNDk5MDAKbzEkZzAkdDE3NDgyNDk5MDAKajAkbDAkaDAkZEpEMTV5Wm1iYnZhd2gzNmVjWnZDcWtDMm9xTGZ4QnVDaEE](https://www.cimaser.com/img/cms/FICHAS%20CEL/FICHA%20TECNICA%20COMPOCEL%20AL%20E%20S%201.pdf?_gl=1*en5ter*_up*MQ..*_ga*MTU4NDIzMTU2NS4xNzQ4MjQ5OTAw*_ga_VRT18ZDQR9*_czE3NDgyNDk5MDAKbzEkZzAkdDE3NDgyNDk5MDAKajAkbDAkaDAkZEpEMTV5Wm1iYnZhd2gzNmVjWnZDcWtDMm9xTGZ4QnVDaEE).

-Perfil L 30x3

<https://aceropanel.es/acero-inoxidable/1833-perfil-macizo-angulo-30-3mm-inox-aisi-304-mate>

-Perfil U 20x25x20 e=2mm

Página web:

[https://bricometal.com/es/perfiles-en-u/299-3730-perfil-en-u-alas-iguales-acero-inox-304-espesor-2-mm-a-medida.html#/26-acabado-pulido/322-perfil\\_u\\_alas\\_iguales-15\\_x\\_20\\_x\\_15\\_mm](https://bricometal.com/es/perfiles-en-u/299-3730-perfil-en-u-alas-iguales-acero-inox-304-espesor-2-mm-a-medida.html#/26-acabado-pulido/322-perfil_u_alas_iguales-15_x_20_x_15_mm)

**Características Acero de construcción S355:**

<https://constructalia.arcelormittal.com/es/calidades-de-acero/s355>



**Universidad**  
Zaragoza

## ANEXO II

Ficha Reducida RZR

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA 2025

- Perfil L 30x3

<https://aceropanel.es/acero-inoxidable/1833-perfil-macizo-angulo-30-3mm-inox-aisi-304-mate>

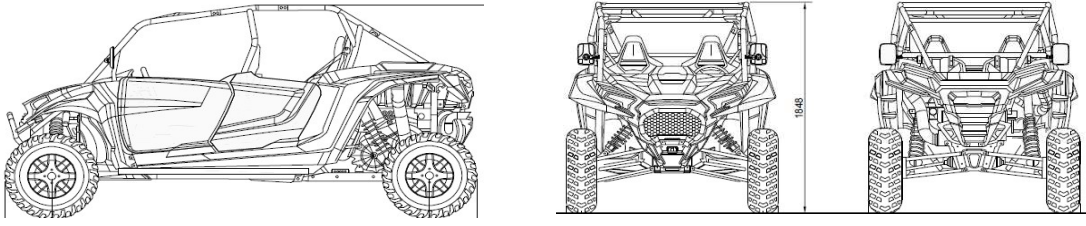
- Características Acero de construcción S355:

<https://constructalia.arcelormittal.com/es/calidades-de-acero/s355>

<b>EGIMOTORS S.r.l.</b> Via S. Margherita, 62 I-20035 LISSONE (MI)		<b>POLARIS SALES SPAIN, S.L.</b> c/ Josep Maria Sert, 17 08530 La Garriga - Barcelona			
<b>Ficha Reducida Vehículos de categoría T</b>					
<b>Marca: POLARIS</b>		<b>Tipo: RZR CREW</b>		<b>Contraseña: e13*167/2013*00454*00</b>	
<b>Fecha: 14/11/2023</b>					


Nº de homologación	e13*167/2013*00454*00
Marca:	POLARIS
Identificación:	ZHSRZR4***
Tipo / variante / versión:	RZR CREW / A1; B1 / ---
Denominación comercial:	RAZOR XP 4
Categoría del vehículo:	Var. A1: T1a - Var. B1: T1b
Nombre del fabricante del vehículo completo:	EGIMOTORS S.r.l. Via S. Margherita, 62, I-20035 LISSONE (MI)
Nombre del representante del fabricante	EGIMOTORS S.r.l. Via S. Margherita, 62, I-20035 LISSONE (MI)
Emplazamiento de la placa del fabricante:	Chapa metálica bajo asiento acompañante
Emplazamiento del número de identificación del tractor:	Troquelado ZONA SUSPENSIÓN TRASERA DERECHA
Emplaza. de la placa identif. de la estructura de protección:	***

### CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

	
Nº de ejes y ruedas	2 / 4
Ejes motrices (número localización e interconexión)	2 / DELANTERO Y TRASERO
Ejes con frenos (número y localización)	2 / DELANTERO Y TRASERO
Puesto de conducción reversible	SI / NO

### DIMENSIONES (mm) Y MASAS (Kg)

Distancia entre ejes	2.980	
Vía máxima y mínima:	1452 / 1428	
Longitud	3.727	
Anchura	1.695	
Altura	1.848	
Masa del vehículo en orden de marcha máxima - mínima	925	
Masas de lastre (peso total, materiales y nº piezas)	No instala masas de lastre.	
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	1.320	
Masa máxima en carga del tractor en función de los tipos de neumáticos previstos	1.320	
Reparto de esta masa entre los ejes DEL/TRAS:	530	790
Masa(s) y neumático(s):	VER TABLA 1	
Remolque/maq. intercambiable remolcada, barra de tracción	1330 (s/f y barra de tracción no rígida 350)	
Semiremolque/maq. intercambiable semiremolcada	n.a.	
Remolque/maq. intercambiable remolcada de eje central	1330 (s/f y barra de tracción no rígida 350)	
Masa Total técnicamente admisible conjunto tractor-remolque:	2.650	
Masa máxima del remolque/maquinaria intercambiable remolcada que se puede enganchar:	1.330	
<b>Situación punto de enganche:</b> Altura desde suelo		
Altura máxima / mínima	580	580
Distancia respecto plano vertical centro eje trasero	400	
Carga vertical estática/MMTA punto enganche tractor	150	

<b>EGIMOTORS S.r.l.</b> Via S. Margherita, 62 I-20035 LISSONE (MI)	<b>POLARIS SALES SPAIN, S.L.</b> c/ Josep Maria Sert, 17 08530 La Garriga - Barcelona	
--	---	---

### Ficha Reducida Vehículos de categoría T

<b>Marca: POLARIS</b>	<b>Tipo: RZR CREW</b>	<b>Contraseña: e13*167/2013*00454*00</b>	<b>Fecha: 14/11/2023</b>
-----------------------	---------------------------	--	--------------------------

#### MOTOR

Marca	POLARIS
Medios de identificación del tipo, en caso de que esté indicado en el motor o motores, y método de colocación:	ETIQUETA/PLACA EN EL MOTOR
Principio Funcionamiento: Encendido	CHISPA / COMPRESIÓN
Inyección	DIRECTA / INDIRECTA
ciclo	2 TIEMPOS / 4 TIEMPOS
Combustible:	GASOLEO/GASOLINA/GLP/ OTROS
Parte 2 - Tipo de motor	
Tipo de motor instalado por el fabricante:	ERPOLX.999PFC (P02)
Nº de homologación CE:	e13*2016/1628*2022/992AT1/P*0656*01 corr.01
Número y disposición de los cilindros:	2 EN LÍNEA
Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	999
Potencia nominal (kW) a (min-1):	78 KW a 8750
Potencia Fiscal (CVF)	6,66

#### TRANSMISIÓN

Caja de cambios: Número de relaciones:	AUTOMÁTICA
- delanteras:	2 high-slow
- traseras:	1
Velocidad máx. de fábrica calculada:(km/h)	A1: 40,0 - B1: 59,9
Velocidad máxima medida: (km/h)	A1: 40 - B1: 60

#### DIRECCIÓN

Categoría del dispositivo de dirección:	MANUAL / ASISTIDA (OPCIONAL) / <del>SERVO</del>
---	---

#### FRENADO

Freno de servicio	DOBLE CIRCUITO HIDRÁULICO CON MANDO A PIE	
Freno estacionamiento	BLOQUEANDO CAJA DE CAMBIOS	
Sobrepresión de alimentación conducción 1 y 2 (kPa)	n.a.	n.a.

#### PUESTO DEL CONDUCTOR Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL VUELCO

Bastidor(es) presencia	SI / NO	
Marca y modelo	POLARIS / RZR 4P24	
Marcado de homologación	3983*EEC*EGIMOTORS*RZR4P24*0*2023	
Cabina(s) presencia	SI/ NO	
Marca y modelo	n.a.	
Arco (s):	DELANTE / DETRÁS	ABATIBLE / NO ABATIBLE
Marca y modelo	n.a.	
Marca de homologación	n.a.	
Asiento para acompañante (número):	SI - 3	
Plataforma de carga: dimensiones (mm)	760x540	
carga admisible (Kg):	136	

#### DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA

Nº Proyectores corto alcance:	2
Nº Proyectores largo alcance:	2
Nº Pilotos de posición del.:	2
Nº Pilotos de posición tras.:	2
Nº Pilotos de frenado:	2
Nº Pilotos de intermitencia:	2+2
Nº Pilotos de matrícula:	1
Nº Catadióptrico trasero no triangular:	2

<b>EGIMOTORS S.r.l.</b> Via S. Margherita, 62 I-20035 LISSONE (MI)		<b>POLARIS SALES SPAIN, S.L.</b> c/ Josep Maria Sert, 17 08530 La Garriga - Barcelona			
<b>Ficha Reducida Vehículos de categoría T</b>					
Marca: <b>POLARIS</b>		Tipo: RZR CREW		Contraseña: <b>e13*167/2013*00454*00</b>	
				Fecha: <b>14/11/2023</b>	

<b>VARIOS</b>	
Acoplamiento mecánico entre tractores y vehículos remolcados Tipo(s) de acoplamiento Marca (s): Marcado(s) de homologación  Carga horizontal máxima (kg): Carga vertical (eventual) máxima (kg): Levantamiento hidráulico, enganche de tres puntos:	ORLANDI DE 703: E11 55R-0110609  DE 703: 23 KN DE 703: 150  S/ NO
Nivel sonoro exterior directiva y fase parado: dB (A) en marcha: dB (A)	RE 2015/96 - RE 2018/985 78 A1: 84, B1: 85
Nivel sonoro percibido por el conductor directiva y fase dB (A)	RE 1322/2014 - RE 2018/830 80
Gases de escape Directiva y fase:	RE 2018/985                      RE 2022/518
CO: g/kWh                      HC: g/kWh	10,66                                      0,71
Nox: g/kWh                      Partículas: g/kWh	2,11    N.A.
Humos (x): m <sup>-1</sup>	N.A.

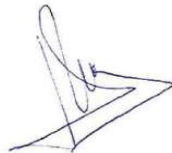
Firma autorizada

Registro de fabricantes y firmas autorizadas

FECHA:

01/02/2024

X. ARUMÍ



EGIMOTORS S.r.l.

OPCIONES: CABRESTANTE DELANTERO POLARIS WARN 2884835/2884836.

TABLA 1:

**Masa(s) y neumático(s):**

Tyre combination No / Combinazione pneumatico n.	Axle No / Asse n.	Tyre dimension including load capacity index and speed category symbol / Dimensioni degli pneumatici compresi l'indice di capacità di carico e il simbolo della categoria di velocità
1	1	225/85R14 84J
	2	275/70R14 90J
2	1	29X9R14 84J
	2	29X11R14 90J



**Universidad**  
Zaragoza

## ANEXO III

Fichas Técnicas

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA 2025

## FICHA TECNICA COMPOCEL AL

### Estructura del panel

#### CHAPAS DE ALUMINIO

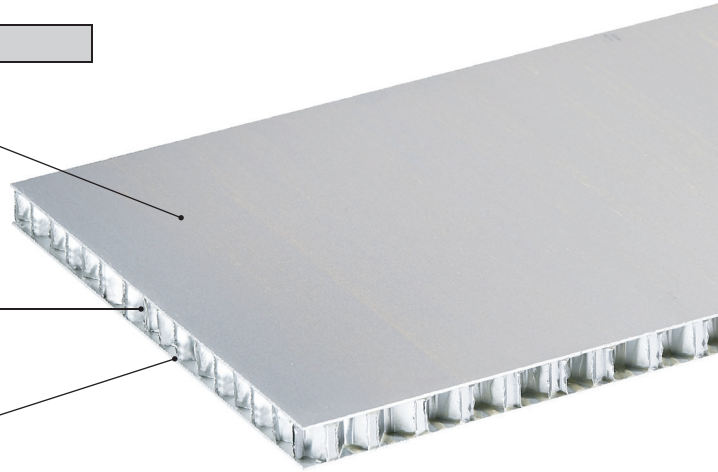
Espesor mm: 0,5 - 0,8 - 1 (standard)

#### NÚCLEO

Nido de abeja de aluminio (Aluminio aleación 3000\*) con células hexagonales

**Diámetro:** Ø1/4", Ø3/8", Ø1/2", Ø3/4"

**Espesor del folio de aluminio:** desde 50 hasta 70 microns



\* Aleación 5000 bajo pedido

### Hoja de datos técnicos para paneles estándar (dimensiones, materiales y acabados especiales bajo pedido)

CARACTERÍSTICA TÉCNICA DEL PANEL		Medidas del panel		Estándar 1250 x 2500 / 1250 x 3000 / 1500 x 3000; Segundo pedido hasta 2000 x 4000							
		mm									
		Tolerancias de espesor	mm	± 0,3							
		Tolerancias de medida	mm	± 30							
		Planaridad ***	mm/m	+/-1							
		Espesor de las chapas	mm	de 0,5 a 5,0							
		Aleación del nido de abeja en aluminio		Serie 1000, serie 3000, serie 5000							
		Aleación del nido de abeja en aluminio		serie 3000, serie 5000							
		Espesor del folio de aluminio	µm	50 e 70							
		Diámetro de celda	Ø = mm	de 3 a 19							
		Densidad	Kg/m³	de 20 a 163							
		Adhesivo		Adhesivo de poliuretano de dos componentes / adhesivo termoplástica / adhesivo epoxi / adhesivo epoxi de dos componentes							
		Características del acabado		Bruto/Primer/políester/PVDF/Anodizado							
PRESTACIÓN MECÁNICA Y FÍSICA DEL PANEL		Tipo panel (algunos ejemplos)	espesor del panel mm	6	10	15	10	15	20	25	
			espesor de la chapa mm	0,5 + 0,5			1,0 + 1,0				
		Peso del panel ‡	Kg/m²	3,8	4,0	4,3	6,7	7,0	7,3	7,6	
		Resistencia a la compresión estabilizada ** ‡	ASTM C 365-365 M Mpa	2,9							
		Carga máxima ** ‡	ASTM C 393 † N	190	340	520	600	1.000	1.350	1.700	
		Deflexión a Carga máxima ‡	ASTM C 393 † mm	14	8	6	8	6	4	3	
		Módulo elástico E	Mpa	68.000 - 70.000							
		Momento de inercia I **	mm⁴/m	7.600	22.000	52.000	40.000	98.000	181.000	288.000	
		Resistencia media al peeling ** ‡	ASTM D1781-98 (2012)	> 280 N/76 mm o 40 Nmm/mm							
		Temperatura máxima de uso **	°C	- 40 / + 60; a pedido + 80 / + 100 / + 150							
		Coefficiente de dilatación térmica **	°C⁻¹	2,3 x 10⁻⁵							

\*\* Testé par le laboratoire interne

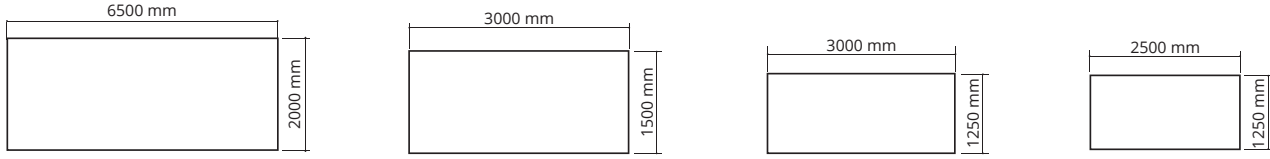
\*\*\* Valor Aproximativo

† Tamaño de l'ensayo apoyado en 4 puntos (L, W) 540 mm x 50 mm.

Distancia entre los puntos inferiores de 500mm y entre los puntos superiores de 250mm

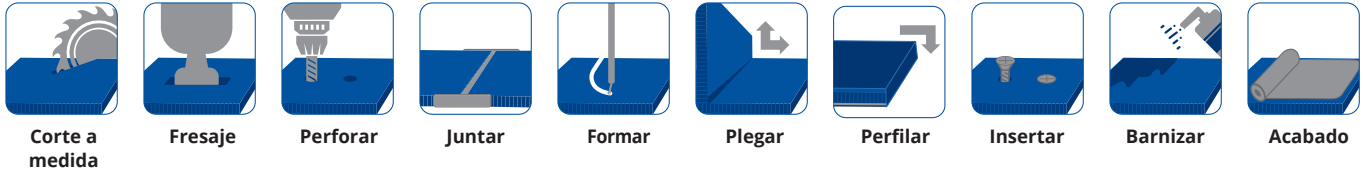
‡ Valores para un panel con núcleo de nido de abeja de Ø6 56kg/m³ (Ø 1/4 ")

**Medidas estandar (medidas especiales a petición) Tolerancias medidas ±30mm**



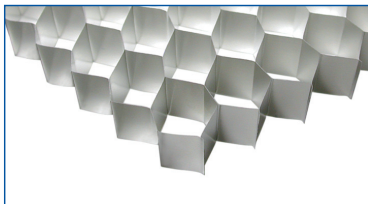
(otros tamaños bajo pedido)

**MÉTODO DE PROCESAMIENTO**

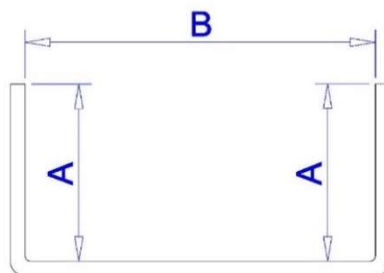


Propiedad del nido de abeja	50 Microns			
Tipo	ALUMINIO ALEACIÓN 3003/3005/3103/3104			
Ø del nido de abeja en mm	6	9	12	19
Ø del nido de abeja en pulgadas	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"
Densidad Kg/m <sup>3</sup>	56 - 59	39 - 40	29 - 30	20 - 21
Resistencia a la compresión estabilizada MPa	3,0 - 3,5	1,4 - 1,95	0,8 - 0,95	0,4 - 0,6

Propiedad del nido de abeja	70 Microns			
Tipo	ALUMINIO ALEACIÓN 3003/3005/3103/3104			
Ø del nido de abeja en mm	6	9	12	19
Ø del nido de abeja en pulgadas	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"
Densidad Kg/m <sup>3</sup>	80 - 83	54	40 - 42	27 - 29
Resistencia a la compresión estabilizada MPa	4,3 - 4,6	2,5 - 2,6	1,41 - 1,5	0,85 - 0,9



Nido de abeja de aluminio



Perfil (mm)			Peso (Kg/ml)		
A	x	B x A	1 mm	1,5 mm	2 mm
15	x	20 x 15	0,40	0,60	0,80
20	x	20 x 20	0,48	0,72	0,96
15	x	25 x 15	0,44	0,66	0,88
20	x	25 x 20	0,52	0,78	1,04
15	x	30 x 15	0,48	0,72	0,96
20	x	30 x 20	0,56	0,84	1,12
30	x	30 x 30	0,72	1,08	1,44
15	x	35 x 15	0,52	0,78	1,04
20	x	35 x 20	0,60	0,90	1,20
30	x	35 x 30	0,76	1,14	1,52
15	x	40 x 15	0,56	0,84	1,12
20	x	40 x 20	0,64	0,96	1,28
30	x	40 x 30	0,80	1,20	1,60
40	x	40 x 40	0,96	1,44	1,92
15	x	45 x 15	0,60	0,90	1,20
20	x	45 x 20	0,68	1,02	1,36
30	x	45 x 30	0,84	1,26	1,68
40	x	45 x 40	1,00	1,50	2,00
15	x	50 x 15	0,64	0,96	1,28
20	x	50 x 20	0,72	1,08	1,44
30	x	50 x 30	0,88	1,32	1,76
40	x	50 x 40	1,04	1,56	2,08
15	x	55 x 15	0,68	1,02	1,36
20	x	55 x 20	0,76	1,14	1,52
30	x	55 x 30	0,92	1,38	1,84
40	x	55 x 40	1,08	1,62	2,16
15	x	60 x 15	0,72	1,08	1,44
20	x	60 x 20	0,80	1,20	1,60
30	x	60 x 30	0,96	1,44	1,92
40	x	60 x 40	1,12	1,68	2,24
15	x	65 x 15	0,76	1,14	1,52
20	x	65 x 20	0,84	1,26	1,68
30	x	65 x 30	1,00	1,50	2,00
40	x	65 x 40	1,16	1,74	2,32

Perfil (mm)				Peso (Kg/ml)			
A	x	B	x	A	1 mm	1,5 mm	2 mm
15	x	70	x	15	0,80	1,20	1,60
20	x	70	x	20	0,88	1,32	1,76
30	x	70	x	30	1,04	1,56	2,08
40	x	70	x	40	1,20	1,80	2,40
15	x	75	x	15	0,84	1,26	1,68
20	x	75	x	20	0,92	1,38	1,84
30	x	75	x	30	1,08	1,62	2,16
40	x	75	x	40	1,24	1,86	2,48
15	x	80	x	15	0,88	1,32	1,76
20	x	80	x	20	0,96	1,44	1,92
40	x	80	x	40	1,28	1,92	2,56
60	x	80	x	60	1,60	2,40	3,20
15	x	85	x	15	0,92	1,38	1,84
20	x	85	x	20	1,00	1,50	2,00
40	x	85	x	40	1,32	1,98	2,64
60	x	85	x	60	1,64	2,46	3,28
15	x	90	x	15	0,96	1,44	1,92
20	x	90	x	20	1,04	1,56	2,08
40	x	90	x	40	1,36	2,04	2,72
60	x	90	x	60	1,68	2,52	3,36
15	x	95	x	15	1,00	1,50	2,00
20	x	95	x	20	1,08	1,62	2,16
40	x	95	x	40	1,40	2,10	2,80
60	x	95	x	60	1,72	2,58	3,44
15	x	100	x	15	1,04	1,56	2,08
20	x	100	x	20	1,12	1,68	2,24
40	x	100	x	40	1,44	2,16	2,88
60	x	100	x	60	1,76	2,64	3,52
80	x	100	x	80	2,08	3,12	4,16
15	x	110	x	15	1,12	1,68	2,24
20	x	110	x	20	1,20	1,80	2,40
40	x	110	x	40	1,52	2,28	3,04
60	x	110	x	60	1,84	2,76	3,68
80	x	110	x	80	2,16	3,24	4,32
15	x	120	x	15	1,20	1,80	2,40
20	x	120	x	20	1,28	1,92	2,56
40	x	120	x	40	1,60	2,40	3,20
60	x	120	x	60	1,92	2,88	3,84
80	x	120	x	80	2,24	3,36	4,48
15	x	130	x	15	1,28	1,92	2,56
20	x	130	x	20	1,36	2,04	2,72
40	x	130	x	40	1,68	2,52	3,36
60	x	130	x	60	2,00	3,00	4,00
80	x	130	x	80	2,32	3,48	4,64

Perfil (mm)				Peso (Kg/ml)			
A	x	B	x	A	1 mm	1,5 mm	2 mm
15	x	140	x	15	1,36	2,04	2,72
20	x	140	x	20	1,44	2,16	2,88
40	x	140	x	40	1,76	2,64	3,52
60	x	140	x	60	2,08	3,12	4,16
80	x	140	x	80	2,40	3,60	4,80
15	x	150	x	15	1,44	2,16	2,88
20	x	150	x	20	1,52	2,28	3,04
40	x	150	x	40	1,84	2,76	3,68
60	x	150	x	60	2,16	3,24	4,32
80	x	150	x	80	2,48	3,72	4,96
15	x	160	x	15	1,52	2,28	3,04
20	x	160	x	20	1,60	2,40	3,20
40	x	160	x	40	1,92	2,88	3,84
60	x	160	x	60	2,24	3,36	4,48
80	x	160	x	80	2,56	3,84	5,12
15	x	170	x	15	1,60	2,40	3,20
20	x	170	x	20	1,68	2,52	3,36
40	x	170	x	40	2,00	3,00	4,00
60	x	170	x	60	2,32	3,48	4,64
80	x	170	x	80	2,64	3,96	5,28
15	x	180	x	15	1,68	2,52	3,36
20	x	180	x	20	1,76	2,64	3,52
40	x	180	x	40	2,08	3,12	4,16
60	x	180	x	60	2,40	3,60	4,80
80	x	180	x	80	2,72	4,08	5,44
15	x	190	x	15	1,76	2,64	3,52
20	x	190	x	20	1,84	2,76	3,68
40	x	190	x	40	2,16	3,24	4,32
60	x	190	x	60	2,48	3,72	4,96
80	x	190	x	80	2,80	4,20	5,60
15	x	200	x	15	1,84	2,76	3,68
20	x	200	x	20	1,92	2,88	3,84
40	x	200	x	40	2,24	3,36	4,48
60	x	200	x	60	2,56	3,84	5,12
80	x	200	x	80	2,88	4,32	5,76
15	x	210	x	15	1,92	2,88	3,84
20	x	210	x	20	2,00	3,00	4,00
40	x	210	x	40	2,32	3,48	4,64
60	x	210	x	60	2,64	3,96	5,28
80	x	210	x	80	2,96	4,44	5,92

Perfil (mm)				Peso (Kg/ml)			
A	x	B	x	A	1 mm	1,5 mm	2 mm
15	x	220	x	15	2,00	3,00	4,00
20	x	220	x	20	2,08	3,12	4,16
40	x	220	x	40	2,40	3,60	4,80
60	x	220	x	60	2,72	4,08	5,44
80	x	220	x	80	3,04	4,56	6,08
15	x	230	x	15	2,08	3,12	4,16
20	x	230	x	20	2,16	3,24	4,32
40	x	230	x	40	2,48	3,72	4,96
60	x	230	x	60	2,80	4,20	5,60
80	x	230	x	80	3,12	4,68	6,24
15	x	240	x	15	2,16	3,24	4,32
20	x	240	x	20	2,24	3,36	4,48
40	x	240	x	40	2,56	3,84	5,12
60	x	240	x	60	2,88	4,32	5,76
80	x	240	x	80	3,20	4,80	6,40
15	x	250	x	15	2,24	3,36	4,48
20	x	250	x	20	2,32	3,48	4,64
40	x	250	x	40	2,64	3,96	5,28
60	x	250	x	60	2,96	4,44	5,92
80	x	250	x	80	3,28	4,92	6,56



**Universidad**  
Zaragoza

## ANEXO IV

Prototipo 3D

Enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1z7PFLpDGLcH6e6TbyWiySvtu1FitSK7C?usp=sharing>

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA 2025