

# DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA BANCADA

Resistencia de Materiales



Cristian García Cebollada

Carlos Orti Roig

Silvia Talens Faus

## INDICE

1. Modelo	3
2. Materiales	4
3. Cargas	5
4. Diagramas del sólido libre	9
5. Diagramas de esfuerzos	10
6. Comprobación al vuelco	20
7. Dimensionado por resistencia	21
8. Dimensionado por deformación	25
9. Redimensionado	26

## 1. Definición geométrica y estructural del modelo

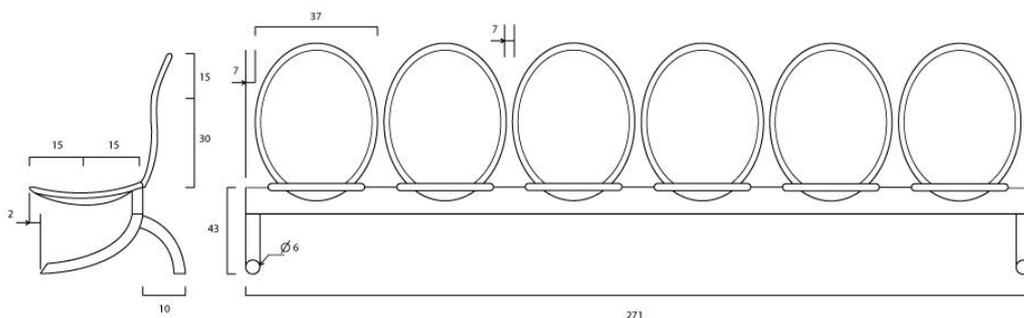
Se toma como referencia para el diseño y dimensionado de nuestra bancada modelos estándar de similares condiciones ya construidos.

Se tienen en cuenta medidas generales como la altura del asiento, de las patas y del respaldo así como la anchura y espesor de estos, teniendo en cuenta los materiales que luego se le van a aplicar.

El valor específico más a tener en cuenta es la altura del asiento, y se toma como referencia la altura la altura del poplíteo o la longitud de la pierna.

Designación	Tam. muestr.	Media	Desviación típica	Error típico	P1	P5	P50	P95	P99
Longitud de la pierna	1721	418,1 7	29,07	0,7	350	368	419	464	487

Partiendo de esta medida y de las que hemos tomado para el diseño de nuestra bancada, este es el modelo resultante:



Cotas en cm

Más adelante se estudian los vuelcos, estimando de forma más exacta estas medidas.

Las patas se conforman en una sección circular, mientras que el travesaño en una sección rectangular. Ambas secciones son huecas de espesor 1 cm.

## 2. Materiales

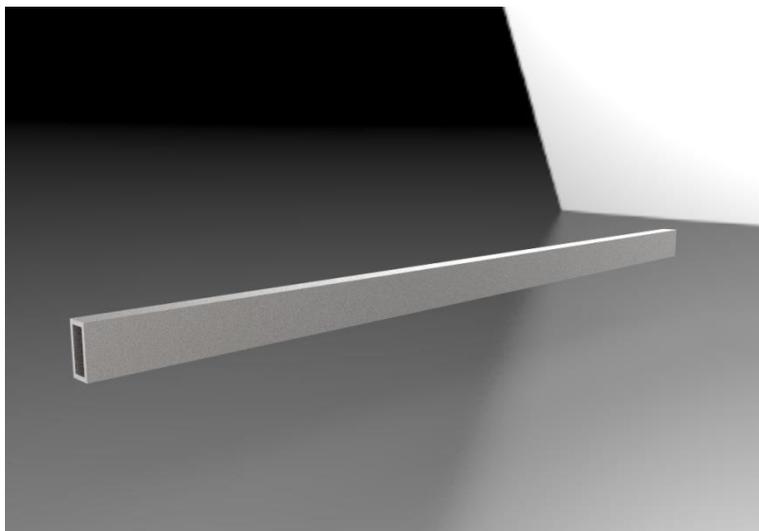
Nuestro banco va a estar conformado por dos tipos de materiales respecto a su estructura.

Utilizaremos acero para el travesaño y aluminio para las patas y el resto de estructura, cuyas características mecánicas definiremos a continuación.

### Travesaño

Para el travesaño utilizamos, según la norma UNE EN 10025, el acero S355J2, cuyas características mecánicas se reflejan en la siguiente tabla:

Designación	S355J2
Tensión de límite elástico	Para $t \geq 16$ : 355
Tensión de rotura	470
Módulo de elasticidad	210.000 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	81.000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0,3
Coefficiente de dilatación térmica	$1,2 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$
Densidad	7.850 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia de cálculo	$f_{yd} = f_y / \gamma_M$ con $\gamma_{M1} = 1,05$



### Patatas

Para las patas y el resto de estructura utilizamos, el tipo de aluminio EN AW-6082 ET T6, cuyas características mecánicas se reflejan en la siguiente tabla:

Designación	EN AW-6082 ET T6
Dimensión t	5 < t < 25
Resistencia última	310 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	70.000 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	27.000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0,3
Coefficiente de dilatación térmica	$2,3 \cdot 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
Densidad	2.300 kg/m <sup>3</sup>
L.E. con 0,2% de deformación	260 N/mm <sup>2</sup>



### 3. Cargas

En este apartado analizamos las cargas consideradas y las distintas hipótesis de carga a estudiar.

En nuestro caso, se nos ha asignado 775 N de carga.

### Hipótesis 1A

Cargas verticales:

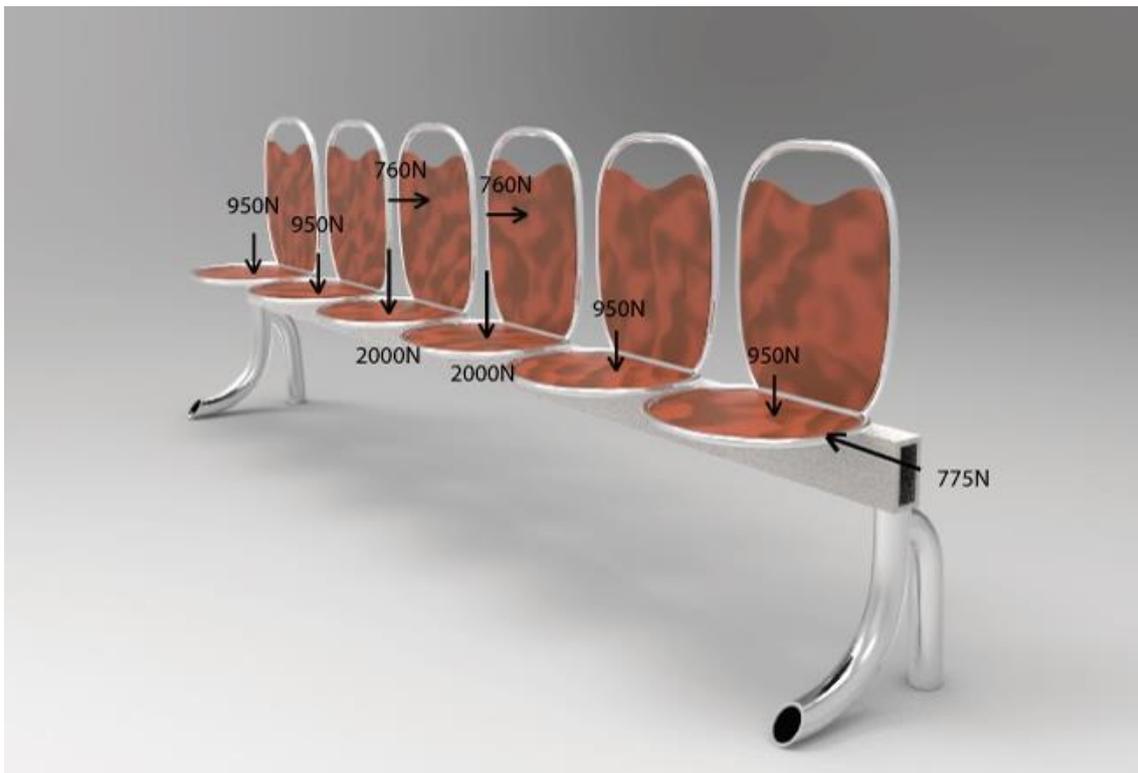
- Q1: 950 N
- Q2: 950 N
- Q3: 2000 N
- Q4: 2000 N
- Q5: 950 N
- Q6: 950 N

Cargas horizontales:

- Q7: 775 N

Cargas verticales a vuelco:

- Q8: 760 N
- Q9: 760 N



### Hipótesis 1B

Cargas verticales:

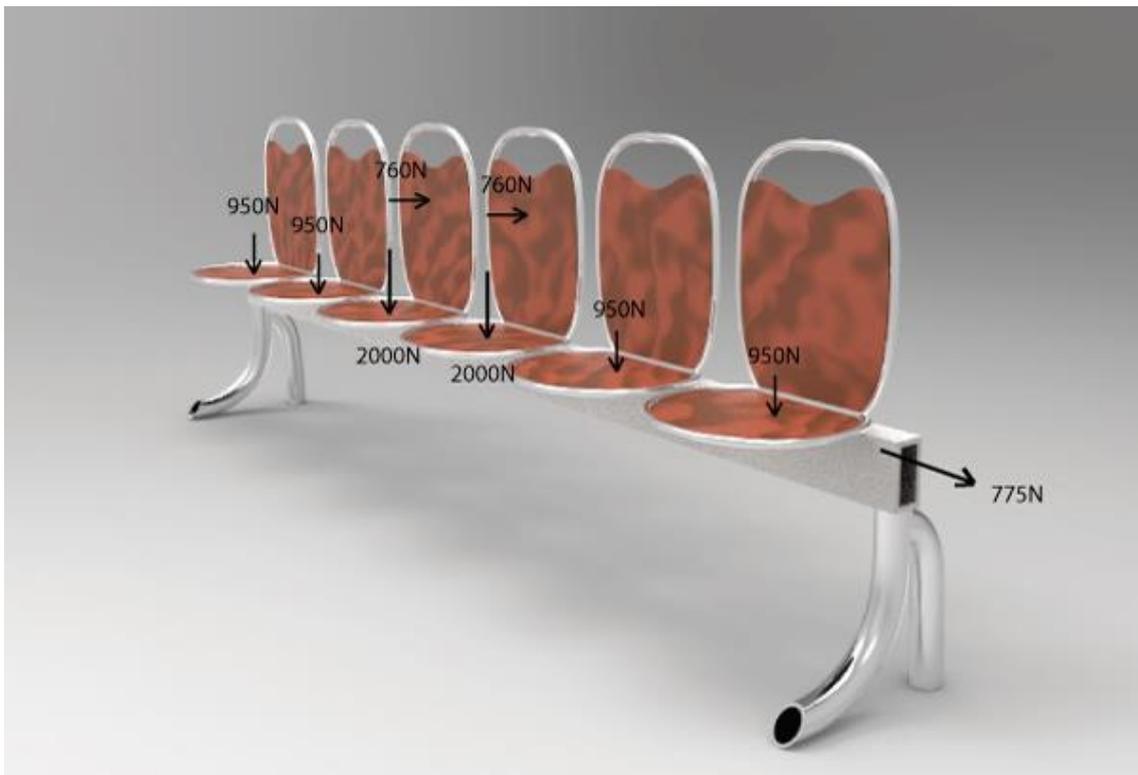
- Q1: 950 N
- Q2: 950 N
- Q3: 2000 N
- Q4: 2000 N
- Q5: 950 N
- Q6: 950 N

Cargas horizontales:

- Q7: -775 N

Cargas verticales a vuelco:

- Q8: 760 N
- Q9: 760 N



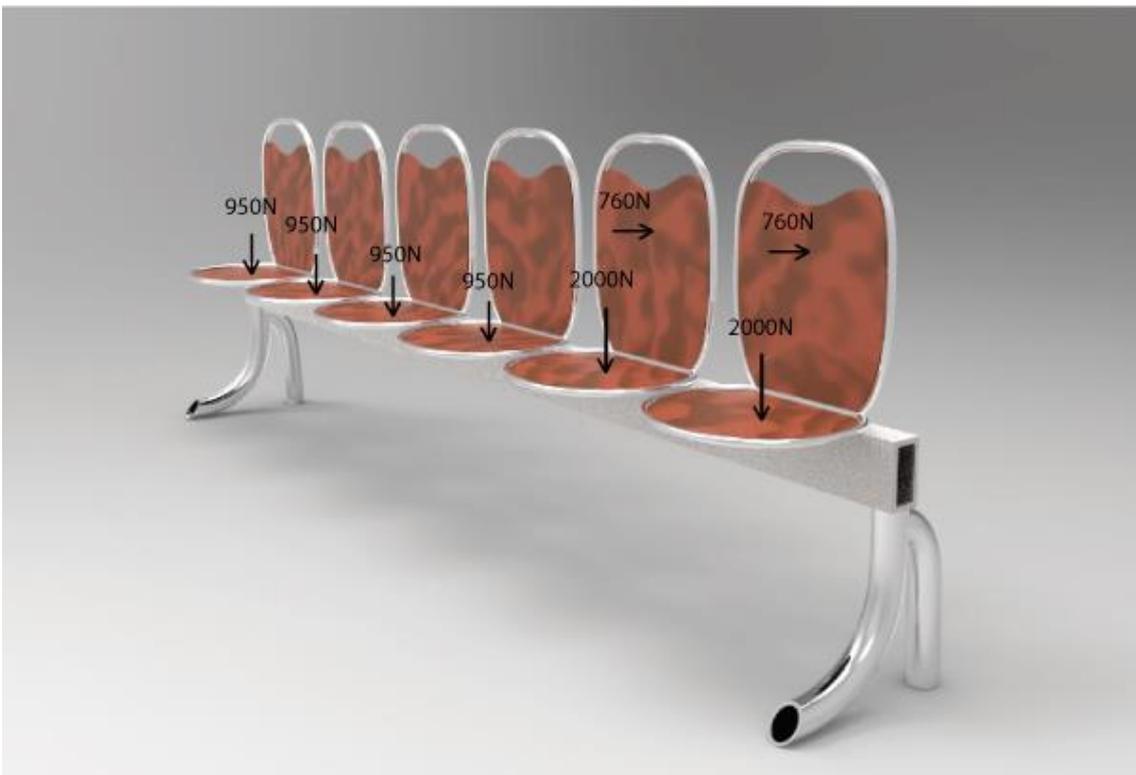
## Hipótesis 2

Cargas verticales:

- Q1: 950 N
- Q2: 950 N
- Q3: 950 N
- Q4: 950 N
- Q5: 2000 N
- Q6: 2000 N

Cargas verticales a vuelco:

- Q7: 760 N
- Q8: 760 N



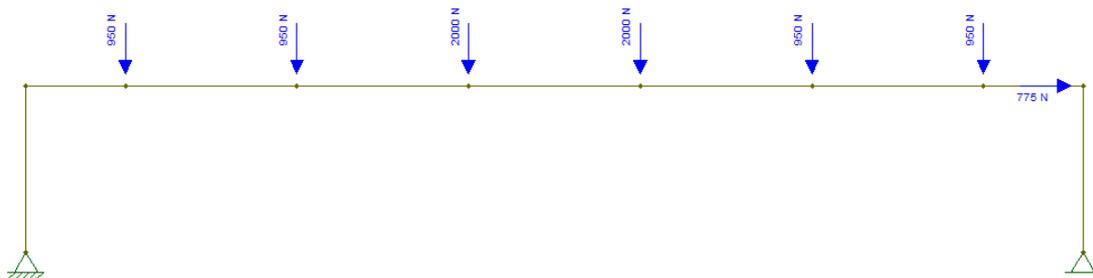
Además, para el apartado de dimensionado por deformación necesitamos las cargas minoradas en el caso de la hipótesis 1A:

- Q1:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q2:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q3:  $2000 \cdot 0,7 = 1400 \text{ N}$
- Q4:  $2000 \cdot 0,7 = 1400 \text{ N}$
- Q5:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q6:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$

#### 4. Diagramas del sólido libre

En este apartado analizamos y mostramos los diagramas del sólido libre de cada una de las hipótesis:

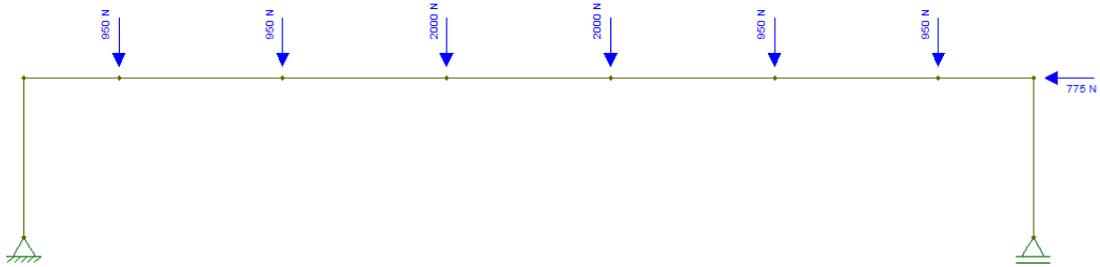
##### Hipótesis 1A



##### Hipótesis 1A Abatida



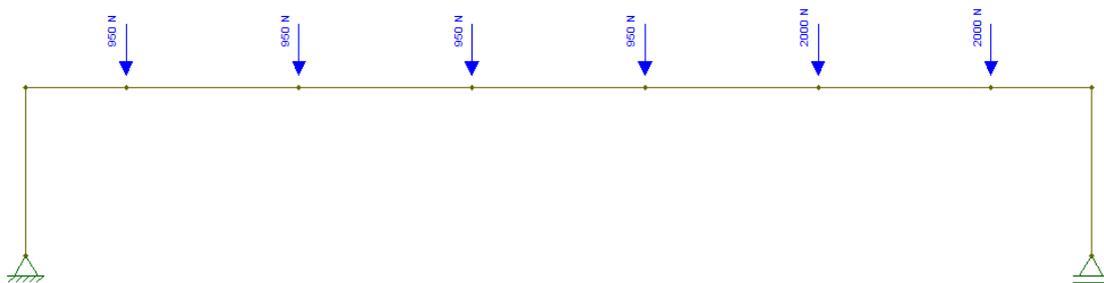
Hipótesis 1B



Hipótesis 1B Abatida



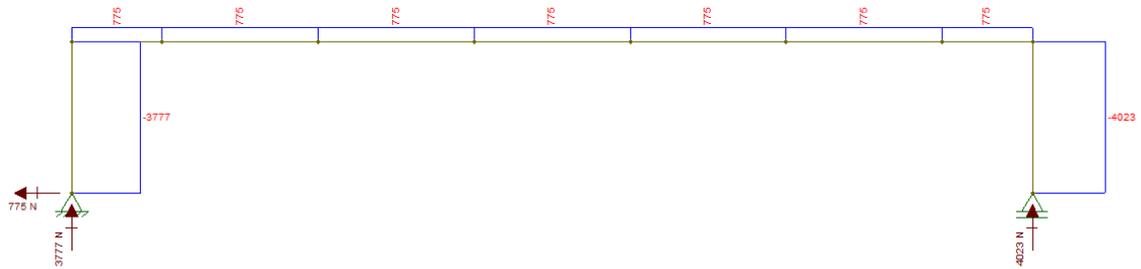
Hipótesis 2



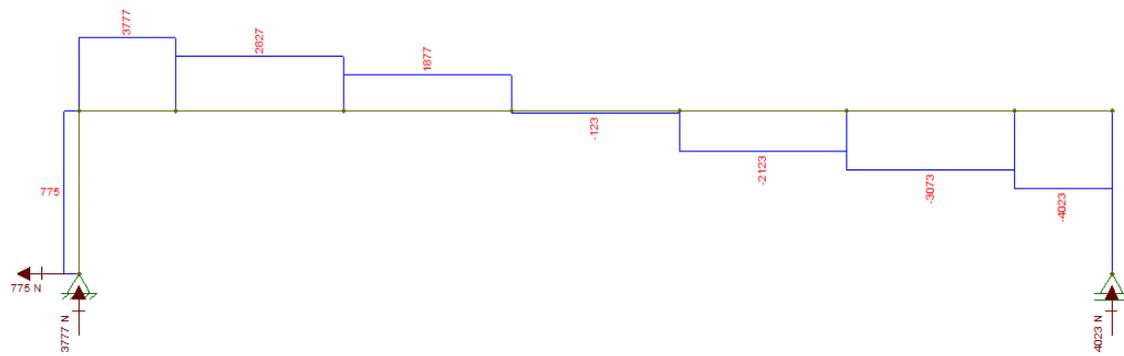
**5. Diagramas de esfuerzos**

Hipótesis 1A

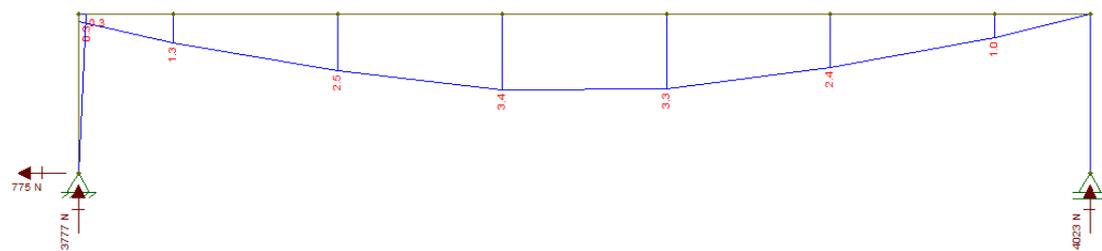
**N**



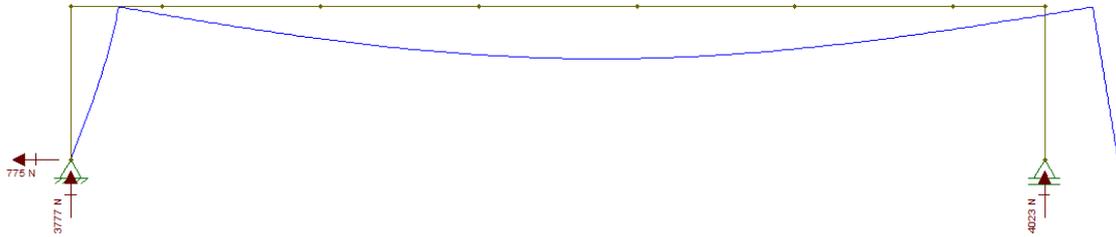
**Vy**



**M**



Deformación con un apoyo libre

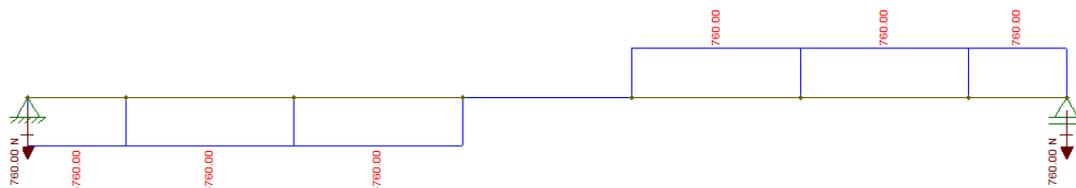


Hipótesis 1A Abatida

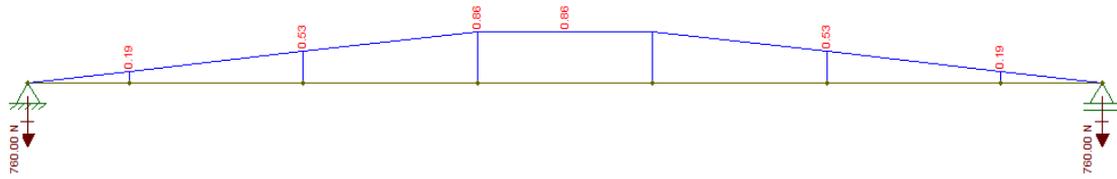
N



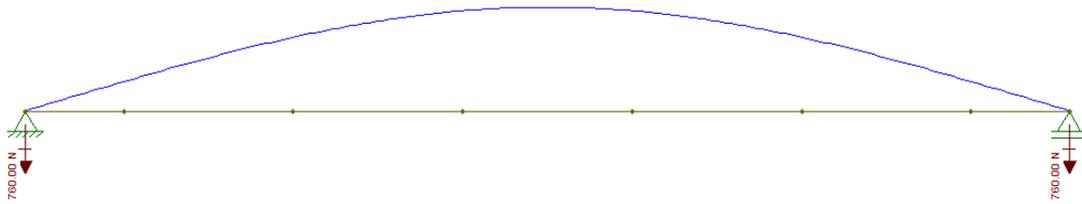
Vy



**M**

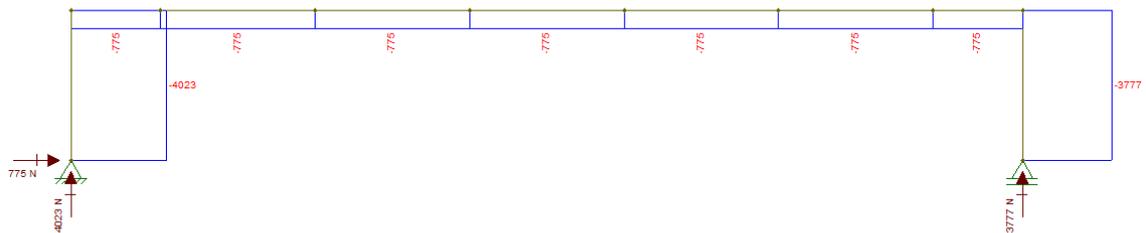


**Deformación con un apoyo libre**

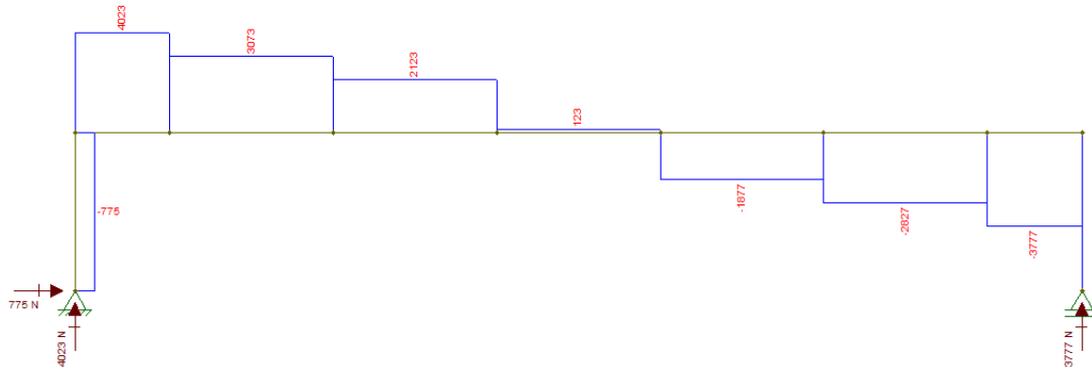


**Hipótesis 1B**

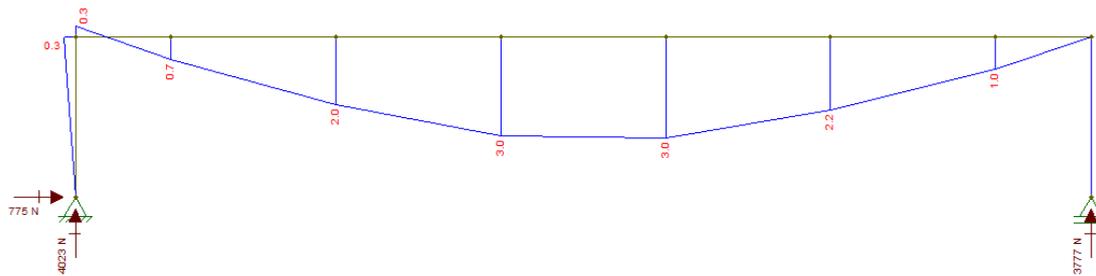
**N**



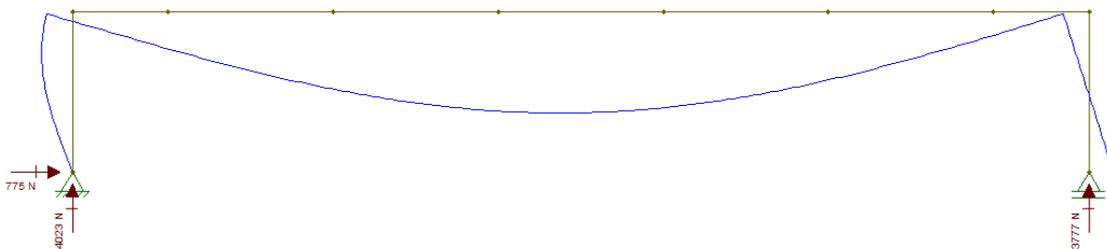
**V<sub>y</sub>**



**M**



**Deformación con un apoyo libre**

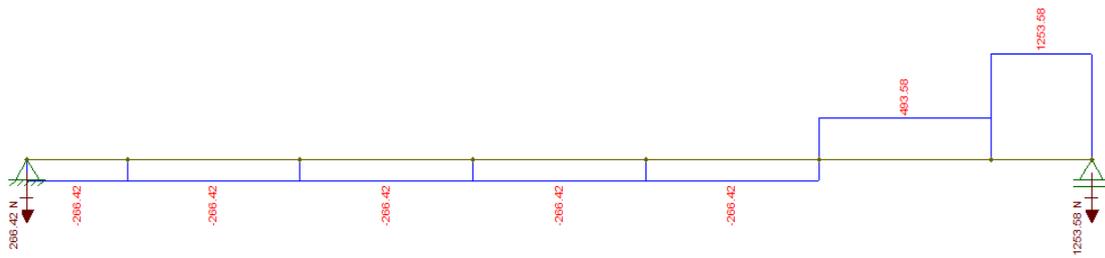


Hipótesis 1B Abatida

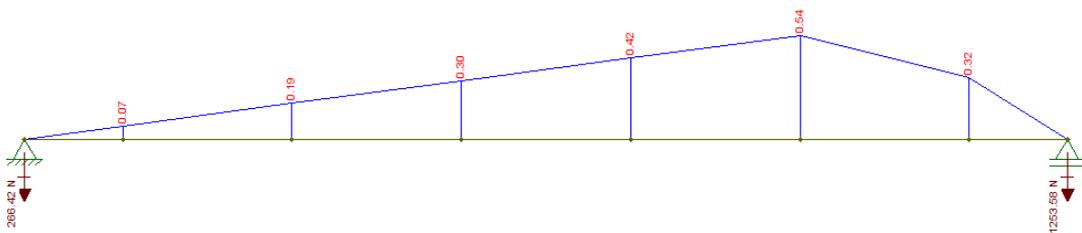
**N**



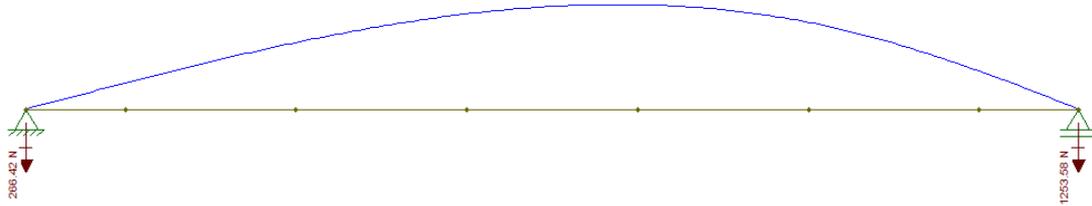
**Vy**



**M**

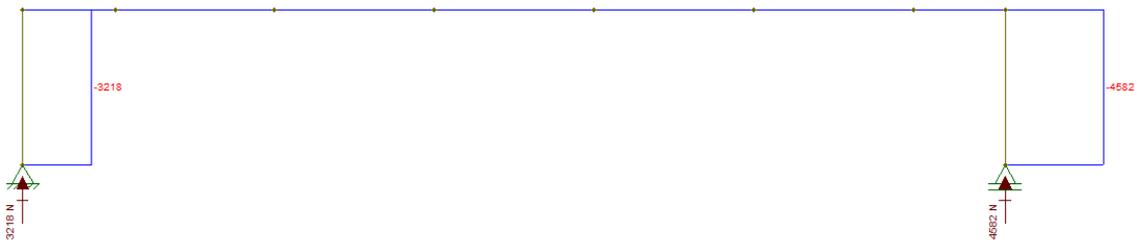


Deformación con un apoyo libre

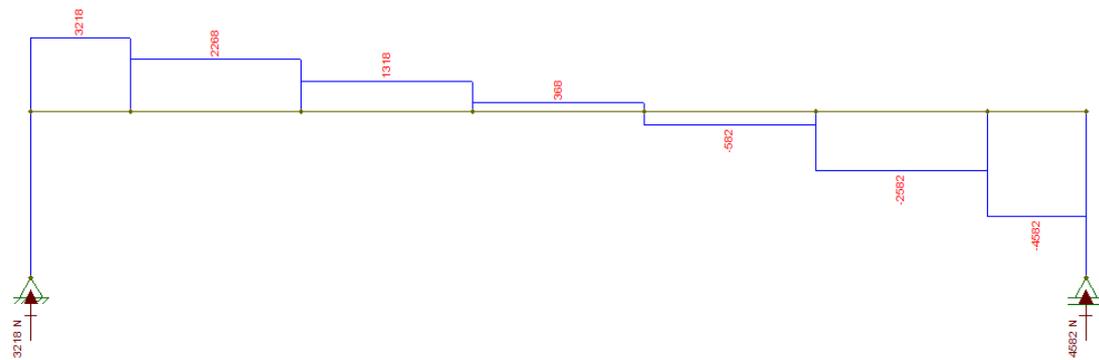


Hipótesis 2

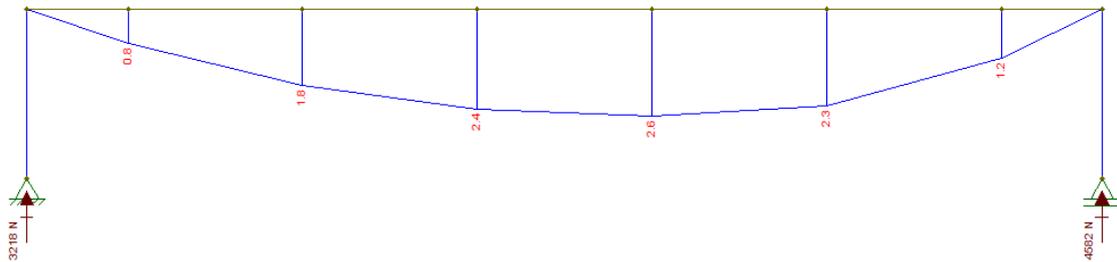
N



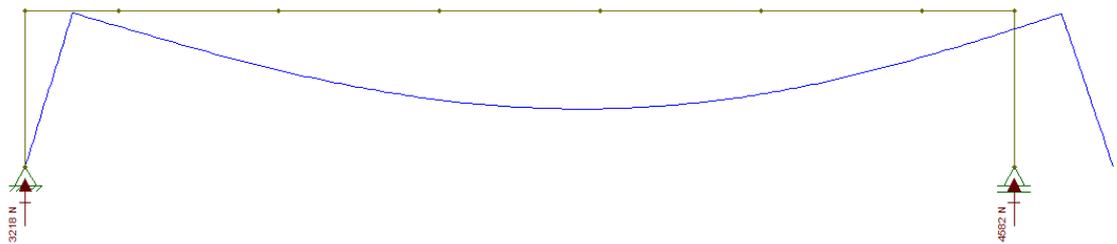
Vy



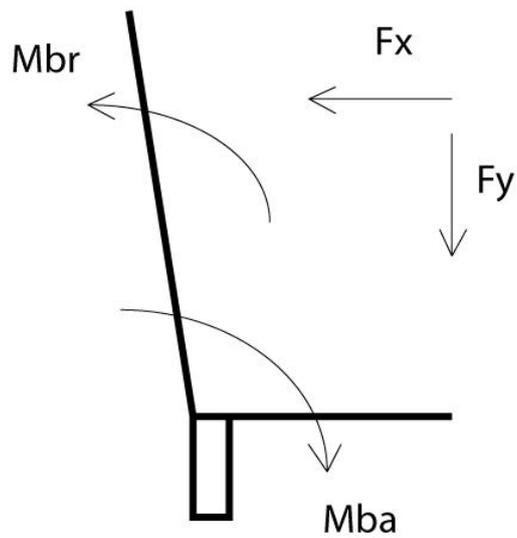
**M**



**Deformación con un apoyo libre**



Para poder calcular con el programa FTools los datos referentes a los momentos en la sección lateral, hemos recurrido a las siguientes fórmulas:



$$M_t(x) = 950 \cdot 150 = 142500$$

$$M_t(x_1) = 2000 \cdot 150 = 300000$$

$$M_{ba} = \frac{142500 \cdot 255}{2710} + \frac{142500 \cdot 695}{2710} + \frac{142500 \cdot 1135}{2710} + \frac{142500 \cdot 1573}{2710} + \frac{300000 \cdot 2015}{2710} + \frac{300000 \cdot 2455}{2710}$$

$$M_{ba} = 687182,6518 \text{ N/mm} = 0,69 \text{ kN/m}$$

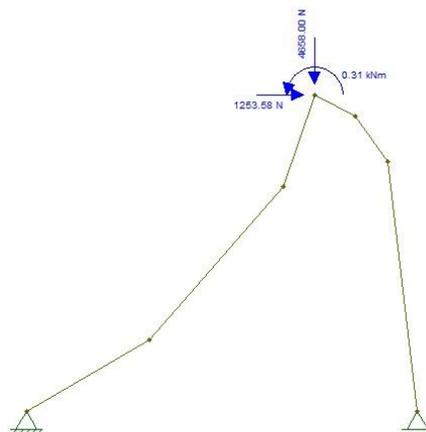
$$M_{ty} = 760 \cdot 300 = 22800$$

$$M_{br} = \frac{22800 \cdot 2015}{2710} + \frac{22800 \cdot 2455}{2710}$$

$$M_{br} = 37607,38 = 0,376 \text{ kN/m}$$

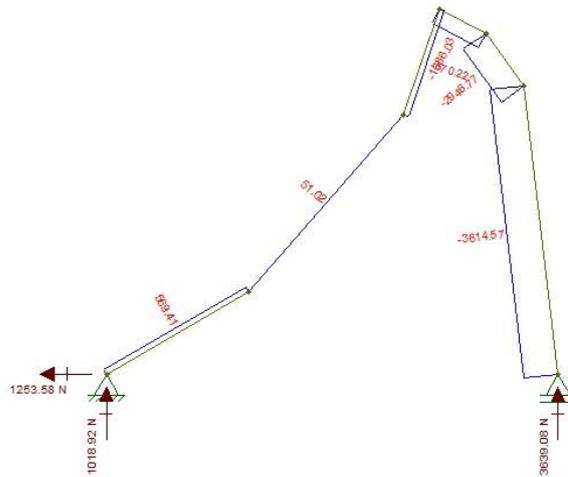
$$M_b = M_{ba} - M_{br} = 0,69 - 0,376 = \underline{0,314 \text{ kN/m}}$$

Con estos cálculos, ya podemos introducir en FTools el diagrama del sólido libre para la sección lateral con las dos fuerzas de reacción obtenidas y el momento resultante calculado.

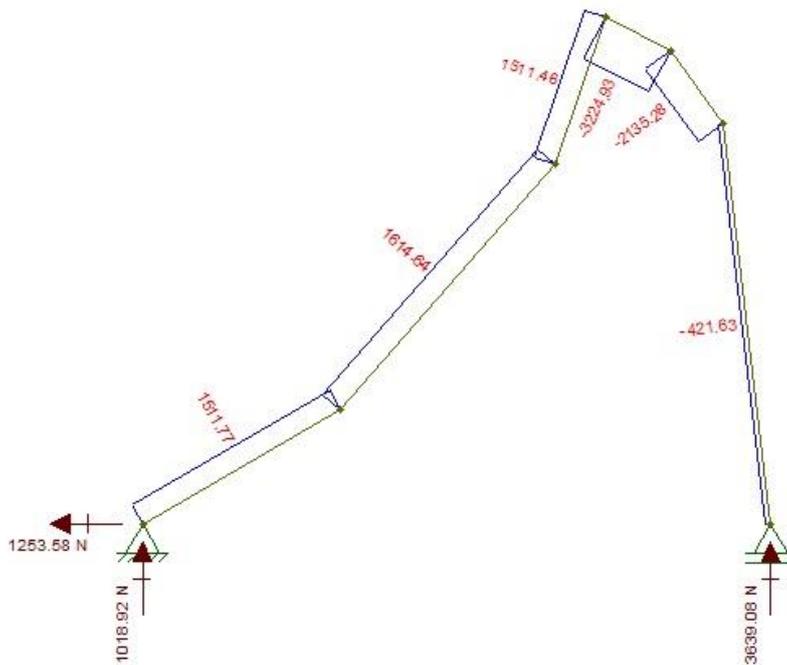


Gráficas obtenidas:

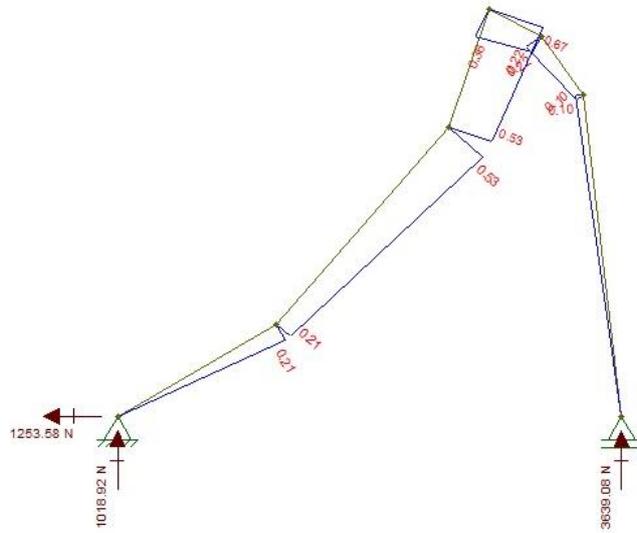
**N**



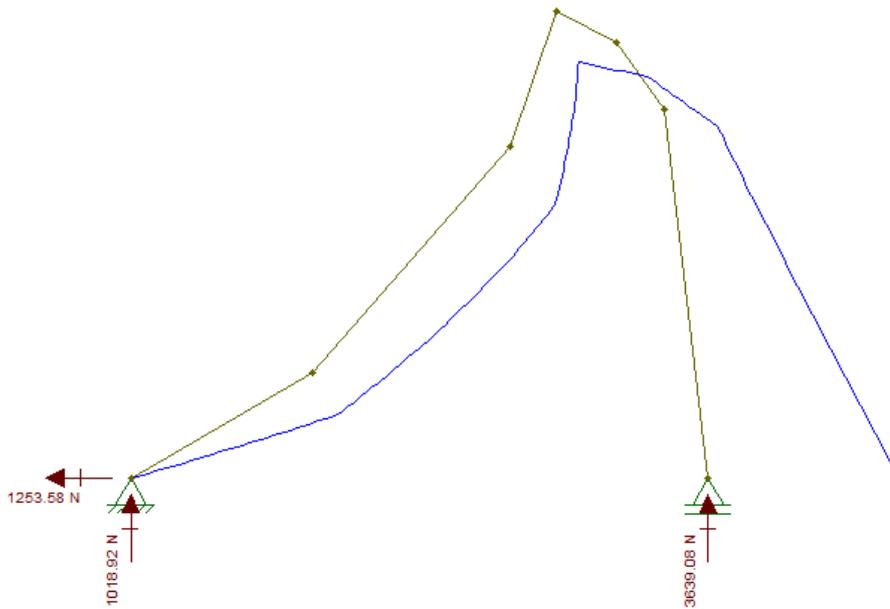
**Vy**



M



Deformación con un apoyo libre

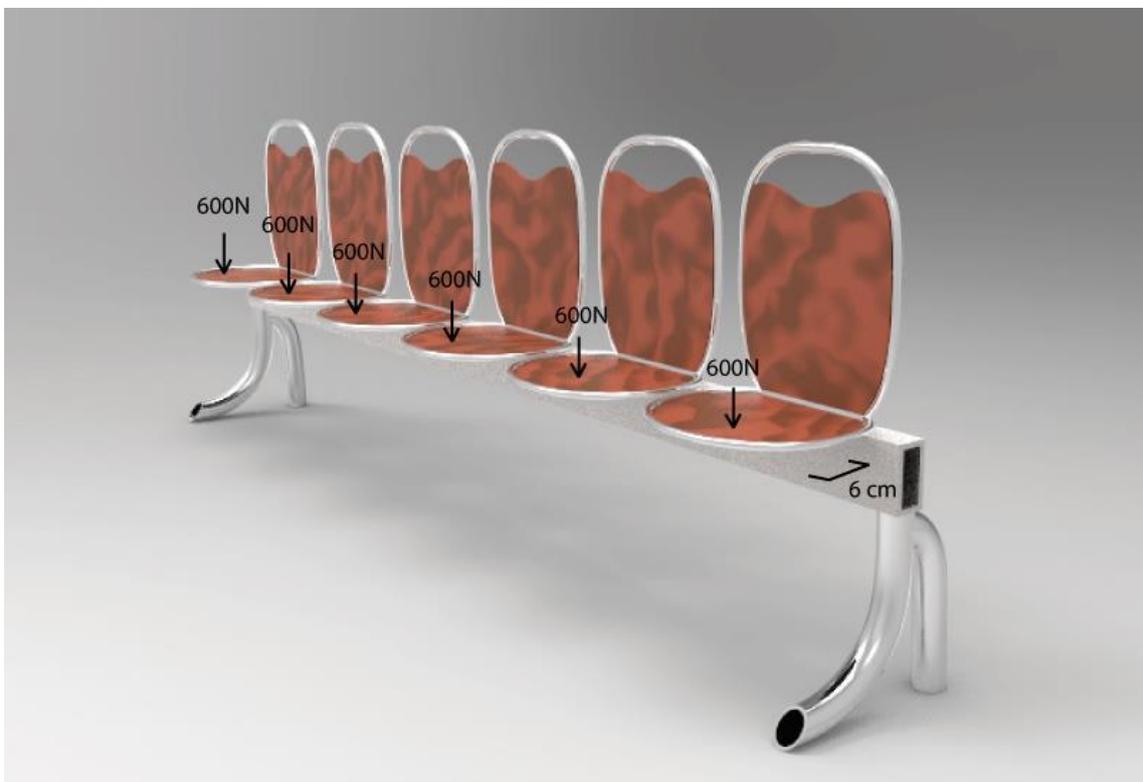


## 6. Comprobación al vuelco

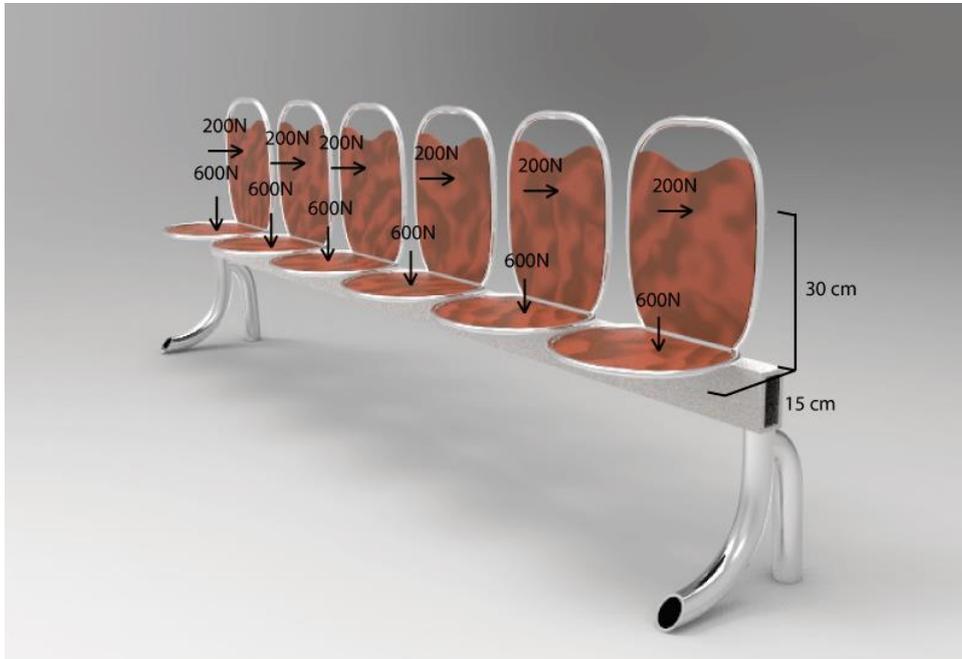
En este apartado estudiamos la comprobación al vuelco de nuestra bancada, para asegurarnos así de que las cargas impuestas a esta y demás factores no causan que nuestra bancada sea inestable e incoherente en su construcción.

Sabiendo que:

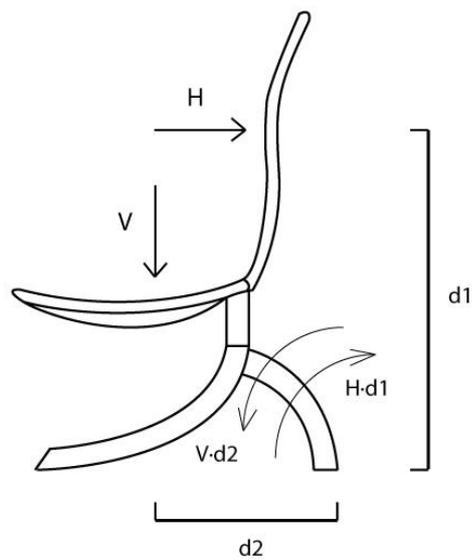
### Vuelco delantero



**Vuelco trasero**



Tomando como referencia para calcular el vuelco:



Y recurriendo a la fórmula:

$$V \cdot d_2 > H \cdot d_1$$

Otorgamos valores aproximados para averiguar cuáles serían los valores aceptables de vuelco de nuestra bancada:

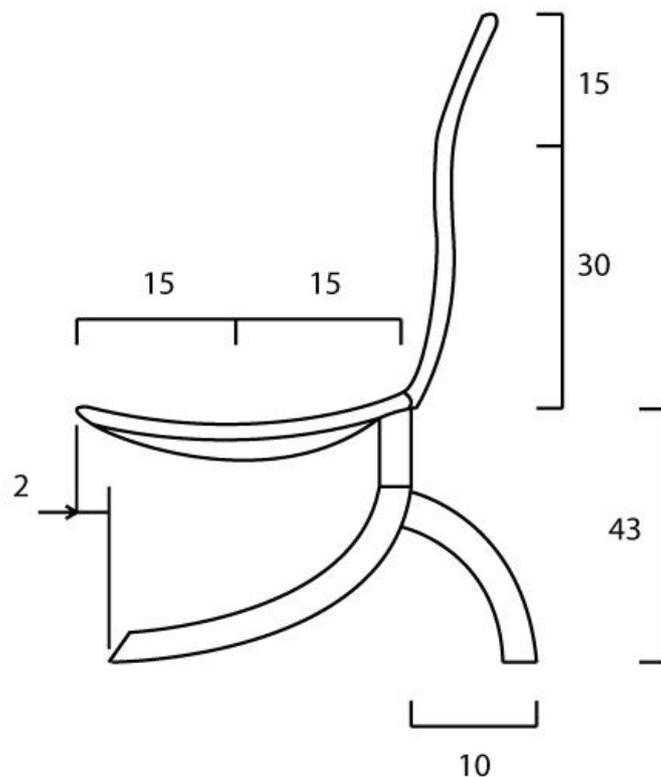
$$600 \cdot 6 \cdot d_2 > 200 \cdot 6 \cdot d_1$$

$$\text{Si } d_2 = 25$$

Entonces:

$$d_1 < 75$$

Con estos datos calculados, concluimos las dimensiones exactas de nuestra bancada:



## 7. Dimensionado por resistencia

Procedemos a calcular el dimensionado por resistencia de nuestra bancada.

$$\sigma_{wa} = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} \leq f_{yd}$$

$f_y$  (Acero del travesaño) = 355

$\gamma$  (Coef. May.) = 1,05

$$W_z \geq \frac{M_z}{f_{yd}} = 9121,39 \text{ mm}^3 = 9,12 \text{ cm}^3$$

Con este dato  $W_z$ , recurrimos a la tabla para saber a la sección cuadrada a la que corresponde nuestro caso:

Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm <sup>2</sup> )	Momento de Inercia I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	EJE X			Inercia a la torsión I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
H X B (mm)	e (mm)				Módulo resistente W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	Módulo de plasticidad S <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	Radio de glo i <sub>x</sub> (cm)	
50 x 50	2,5	3,54	4,51	17,9	7,16	8,47	1,99	26,8
	3	4,22	5,37	20,8	8,34	9,95	1,97	31,1
	4	5,52	7,03	26,2	10,46	12,73	1,93	38,9
	5	6,78	8,64	30,8	12,3	15,25	1,89	45,6
60 x 60	2	3,6	4,58	26	8,68	10,1	2,38	39
	3	5,32	6,78	37,1	12,38	14,83	2,34	55,6
	4	7	8,92	47,1	15,69	18,85	2,3	70,2
70 x 70	5	8,63	10,99	55,9	18,64	22,75	2,26	83,2
	2	4,34	5,53	42	11,99	13,88	2,76	62,9
	3	6,43	8,2	60,3	17,22	20,21	2,71	90,2
	4	8,48	10,8	76,9	21,98	26,17	2,67	115
	5	10,48	13,35	92,1	26,31	31,75	2,63	137,3

Comprobamos que nuestra  $W_z$  se corresponde con la sección 50 x 50 x 4.

Tras haber despejado  $W_z$  en el dimensionado y localizado nuestro perfil ( $W_z > 9,12 \rightarrow W_z = 10,46$ ), deducimos, tras sacar el área del perfil (7200 mm<sup>2</sup>) y el del dimensionado

(10800 mm<sup>2</sup>), que tenemos que reducir la sección de nuestro travesaño con el fin de economizar reduciendo material.

### Comprobación

Como tras el dimensionado nos sale un perfil con área menor al que habíamos considerado, realizamos la comprobación por dimensionado del cortante para la sección cuadrada que hemos obtenido al dimensionar de la tabla (50 x 50 x 4) sabiendo que su  $f_{yd} = 372,75$

$$V_y \text{ máx} = V_y \cdot \gamma_f = (950 \cdot 4 + 200 \cdot 2) \cdot 1,05 = 8190 \text{ N}$$

Perfiles cargados paralelamente al alma:

$$\Delta V = h \cdot t_w$$

$$\Delta V = 50 \cdot 4 = 200$$

Entonces:

$$V_y \text{ máx} \leq \Delta V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$8190 \leq 200 \cdot \frac{372,75}{\sqrt{3}}$$

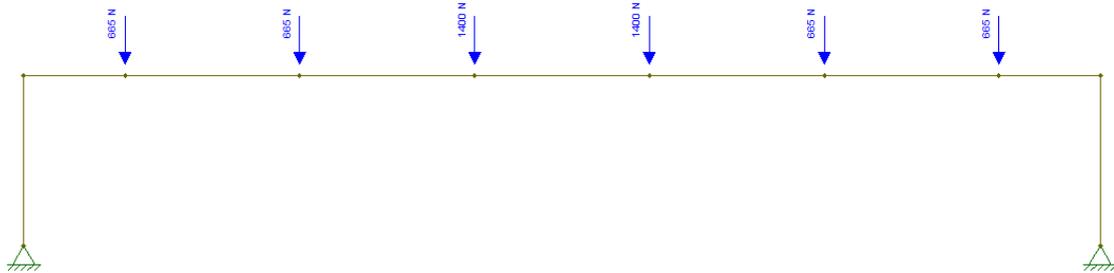
$$8190 \leq 43041,46$$

**CUMPLE**

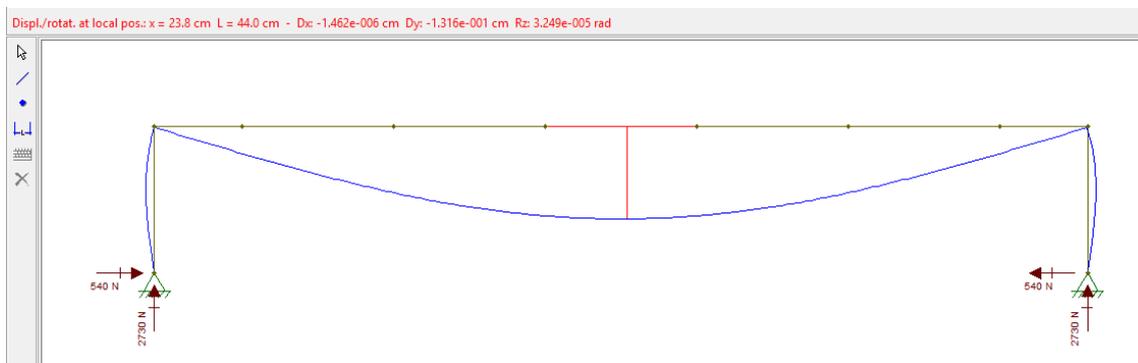
## **8. Dimensionado por deformación**

Utilizamos para hacer el dimensionado por deformación las cargas minoradas al 70% obtenidas de la hipótesis 1A:

- Q1:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q2:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q3:  $2000 \cdot 0,7 = 1400 \text{ N}$
- Q4:  $2000 \cdot 0,7 = 1400 \text{ N}$
- Q5:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$
- Q6:  $950 \cdot 0,7 = 665 \text{ N}$



Así obtenemos:



Como podemos observar,  $Dy = |1,3 \cdot 10^{-1}|$  cm, por lo tanto es menos que 3 (y), y por lo tanto concluimos que **CUMPLE**.

## 9. Redimensionado

No es necesario recurrir a un redimensionado, ya que la bancada que hemos diseñado cumple las condiciones del dimensionado.