

# ESTUDIO DE CARGAS

## 833-K6 ESTRUCTURA SUR SUR PARA 2 MÓDULOS

**SUNCONNECTION WORLDWIDE SLU**

- **Telf:** +34 868 076 098
- **Correo electrónico:** ingenieria@833solar.com
- **Web:** [www.833solar.com](http://www.833solar.com)



**2025**

# 1. ESTUDIO DE CARGAS

## SELECCIÓN DE MÓDULOS

- **Longitud:** 2,278 metros
- **Ancho:** 1,134 metros
- **Espesor:** 30mm
- **Peso:** 32,5 kg

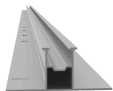
## COLOCACIÓN DE MÓDULOS

- **Tipo de superficie:** cubierta PLANA

## CONFIGURACIÓN BÁSICA

- **Selección del sistema:** 833-K6
- **Zona de vientos 1, 2, 3, 4:** 35 m/s
- **Altura de la instalación:** 15 metros
- **Grado de aspereza del entorno:** III

## 2.LISTA DE PIEZAS DEL SISTEMA

| PIEZAS             |                                          |                                                                                       |
|--------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 833 EO/SS-R1630-41 | Rail 1630X41MM para Este Oeste y Sur Sur |    |
| 833 U              | Unión rail                               |    |
| 833 EO/SS-GD-10°   | Grapa delantera para Sur Sur a 10° o 15° |    |
| 833 EO/SS-GT-10°   | Grapa trasera para Sur Sur 10° o 15°     |   |
| 833 SS-DT          | Deflector Trasero                        |  |



## 3. BASES DEL DISEÑO

### NORMATIVA

| SUPOSICIÓN DE CARGA | NOMBRE                                                                                                            | FECHA             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| BS EN 1990          | Eurocódigo - Fundamentos del diseño estructural                                                                   | 01.01.2005        |
| BS EN 1990/NA       | Anexo. Nacional del Eurocódigo - Bases del diseño estructural                                                     | 04.06.2009        |
| BS EN 1990/NA       | Eurocódigo - Fundamentos del diseño estructural                                                                   | 30.06.2009        |
| BS EN 1991-1-3      | Eurocódigo 1 - Acciones sobre estructuras - Parte 1-3: Acciones generales, Cargas de nieve                        | 01.08.2005        |
| BS EN 1991-1-3/NA   | Anexo Nacional del Eurocódigo 1 - Acciones sobre estructuras - 1-3: Acciones generales, Cargas de nieve           | 29.06.2007        |
| BS EN 1991-1-4      | Eurocódigo 1 - Acciones sobre estructuras - Parte 1-4: Acciones generales, Acciones del viento                    | 15.05.2011        |
| BS EN 1991-1-4/NA   | Anexo Nacional del Eurocódigo 1 - Acciones sobre estructuras - Parte 1-4: Acciones generales, Acciones del viento | Noviembre de 2008 |
| Solicitud           | Resumen de los resultados de las pruebas y simulaciones de viento                                                 | Junio de 2009     |
| BS EN 1993-1-1      | Eurocódigo 3: Diseño de estructuras de acero - Parte 1-1                                                          | 01.10.2006        |
| BS EN 1993-1-1/NA   | Anexo Nacional del Eurocódigo 3: Diseño de estructuras de acero - Parte 1-1                                       | 01.12.2008        |
| BS EN 1999-1-1      | Eurocódigo 9 - Diseño de estructuras de aluminio Parte 1-1                                                        | 01.08.2010        |
| BS EN 1999-1-1/NA   | Anexo Nacional del Eurocódigo 9 - Diseño de estructuras de aluminio Parte 1-1                                     | 01.05.2010        |

### PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

#### Material de aluminio

- **Estructura de aluminio:** AL6005-T5
- **Densidad:**  $\rho=27,1 \text{ kN/m}^3$
- **Módulo elástico:**  $E=6,9 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
- **Coeficiente de expansión lineal:**  $\alpha=2,32 \times 10^{-5}$
- **Coeficiente de Poisson:**  $\nu=0,33$
- **Resistencia a la tracción/compresión/flexión:**  $f_s=220 \text{ N/mm}^2$

#### Acciones permanentes debidas al peso propio:

- **Carga permanente:**
  - Especificaciones del módulo fotovoltaico:
    - **2278 mm × 1134 mm × 30 mm, peso del módulo: 32.5KG**
  - Carga permanente del módulo fotovoltaico:
    - **$G= 35.2 \times 9,8 / (2,279 \times 1,134) / 1000 = 0,1233 \text{ kN/m}^2$**

## PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

### Acciones variables debidas al viento

- **Cálculo de la velocidad básica del viento  $V_b$ :**

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 35 = 35 \text{ m/s}$$

Donde,

- **$C_{dir}$**  factor direccional, valor recomendado 1,0;
- **$C_{season}$** : factor estacional, valor recomendado 1,0;
- **$V_o$** : Velocidad del viento de referencia:  **$V_o = 35 \text{ m/s}$**

- **Cálculo de la velocidad media del viento:**

$$V_m(z): V_m(z) = C_r(z) \cdot C_o(z) \cdot V_b$$

Dónde,

- **$C_o(z)$** : Coeficiente topográfico, valor recomendado 1,0.
- **$C_r(z)$** : factor de rugosidad, calculado mediante fórmula; factor de rugosidad:  $C_r(z)$ :
- **$C_r(z) = K_r \cdot \ln(Z/Z_o)$**  con  $Z_{\min.} \leq Z \leq Z_{\maximo}$
- **$C_r(z) = C_r(Z_{\min.})$**  con  $Z \leq Z_{\min.}$

Donde,

- **$K_r$** : Factor del terreno, calculado mediante fórmula;
- **$Z$** : Altura del sistema fotovoltaico, tomada como  $Z = 15 \text{ m}$  para este proyecto.
- **$Z_o$  y  $Z_{\min.}$** : Parámetros del terreno.

| TERRENO                                                    | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                         | $z_o$ (m) | $z_{\min}$ (m) |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|
| <b>0</b>                                                   | Mar o área costera expuesta al mar abierto                                                                                                                                                          | 0,003     | 1              |
| <b>I</b>                                                   | Lagos o área plana y horizontal con vegetación insignificante y sin obstáculos                                                                                                                      | 0,01      | 1              |
| <b>II</b>                                                  | Área con vegetación baja como césped y obstáculos aislados (árboles, edificios) con separaciones de al menos 20 veces de altura de los obstáculos                                                   | 0,05      | 2              |
| <b>III</b>                                                 | Área con cobertura regular de vegetación o edificios o con obstáculos aislados con separaciones de máximo 20 veces la altura de los obstáculos (como pueblos, terreno suburbano, bosque permanente) | 0,3       | 5              |
| <b>IV</b>                                                  | Área en la que al menos el 15% de la superficie está cubierta con edificios y su altura promedio excede los 15m                                                                                     | 1,0       | 10             |
| <b>NOTA:</b> las categorías de terreno se ilustran en A.1. |                                                                                                                                                                                                     |           |                |

Zmax: Valor recomendado 200 m;

Factor del terreno Kr:

$$Kr = 0,19 \cdot (Z_o/Z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215$$

Donde,

- **Z<sub>o</sub>**: Longitud de la rugosidad, para la categoría de terreno III, **Z<sub>o</sub> = 0,3 metros**;
- **Z<sub>o,II</sub>**: Valor de tabla 0,05 m;
- **Z<sub>min</sub> = 5 m**

Por lo tanto,

- **Cr(z) = Kr · ln(Z/Z<sub>o</sub>) = 0,215 · ln(15/0,3) = 0,843**
- **Vm(z) = Cr(z) · Co(z) · Vb = 0,843 · 1,35 = 29,491 m/s**

- **Cálculo de la presión dinámica del viento qp;**  
**qp = ρ · [Vm(z)]<sup>2</sup> ÷ 1,25 = 1,25 · (29,491)<sup>2</sup> ÷ 1,087 kN/m<sup>2</sup>**

Donde,

- **ρ: Densidad del aire, valor recomendado 1,25 kg/m<sup>3</sup>.**

- **Cálculo de la presión máxima del viento qp (z):**  
**qp (z) = [1 + 7 · Iv(z)] · 1/2 · qp**

Donde,

- **Iv(z)**: Intensidad de turbulencia, calculada mediante la fórmula:
- **Iv(z) = K<sub>t</sub> / [Co(z) · ln(Z/Z<sub>o</sub>)] si Z<sub>min.</sub> ≤ Z ≤ Z<sub>max</sub>**
- **Iv(z) = Iv(Z<sub>min</sub>) si Z ≤ Z<sub>min.</sub>**

Donde,

- **K<sub>t</sub>**: Factor de turbulencia, valor recomendado 1,0;
- **Co(z)**: Coeficiente topográfico, valor recomendado 1,0;
- **Z**: Altura del sistema fotovoltaico, **Z = 15 m**;
- **Z<sub>o</sub> y Z<sub>min.</sub>**: Parámetros del terreno, para la categoría de terreno III, **Z<sub>o</sub> = 0,3 m**,
- **Z<sub>min.</sub> = 5 m**;
- **Z<sub>max</sub>**: Valor recomendado 200 m;

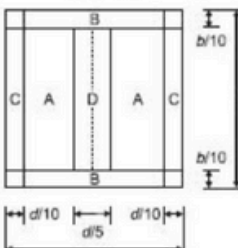
Por lo tanto,

- **Iv(z) = K<sub>t</sub> / [Co(z) · ln(Z/Z<sub>o</sub>)] = 1 / [1 · ln(15/0,3)] = 0,256**
- **qp(z) = [1 + 7 · Iv(z)] · 1/2 · qp = (1 + 7 · 0,256) · 1/2 · 1,087 = 1,516 kN/m<sup>2</sup>**

- **Cálculo de la presión del viento Wp:**  
**Presión Wp = qp(z) · Cpe = 1,516 · 0,4 = 0,6065 kN/m<sup>2</sup>**  
**Succión Wp' = qp(z) · Cpe = 1,516 · (-0,7) = -1,0614 kN/m<sup>2</sup>**

Donde,

- **Cpe**: Coeficiente de fuerza del viento, tomado como 0,4 para viento en succión y -0,7 para viento en succión con una inclinación de 10°:
  - **Cpe viento a presión = 0,4**
  - **Cpe viento a succión = (-0,7)**

|                         |                       |                                 | Net pressure coefficients $c_{p,net}$<br>Key plan  |        |        |        |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Roof angle $\alpha$ [°] | Blockage $\varphi$    | Overall Force Coefficient $c_r$ | Zone A                                                                                                                               | Zone B | Zone C | Zone D |
| - 20                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,7                           | + 0,8                                                                                                                                | + 1,6  | + 0,6  | + 1,7  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,7                           | - 0,9                                                                                                                                | - 1,3  | - 1,6  | - 0,6  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,5                                                                                                                                | - 2,4  | - 2,4  | - 0,6  |
| - 15                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,5                           | + 0,6                                                                                                                                | + 1,5  | + 0,7  | + 1,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,6                           | - 0,8                                                                                                                                | - 1,3  | - 1,6  | - 0,6  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,4                           | - 1,6                                                                                                                                | - 2,7  | - 2,6  | - 0,6  |
| - 10                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,4                           | + 0,6                                                                                                                                | + 1,4  | + 0,8  | + 1,1  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,6                           | - 0,8                                                                                                                                | - 1,3  | - 1,5  | - 0,6  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,4                           | - 1,6                                                                                                                                | - 2,7  | - 2,6  | - 0,6  |
| - 5                     | Maximum all $\varphi$ | + 0,3                           | + 0,5                                                                                                                                | + 1,5  | + 0,8  | + 0,8  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,5                           | - 0,7                                                                                                                                | - 1,3  | - 1,6  | - 0,6  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,5                                                                                                                                | - 2,4  | - 2,4  | - 0,6  |
| + 5                     | Maximum all $\varphi$ | + 0,3                           | + 0,6                                                                                                                                | + 1,8  | + 1,3  | + 0,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,6                           | - 0,6                                                                                                                                | - 1,4  | - 1,4  | - 1,1  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,3                                                                                                                                | - 2,0  | - 1,8  | - 1,5  |
| + 10                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,4                           | + 0,7                                                                                                                                | + 1,8  | + 1,4  | + 0,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,7                           | - 0,7                                                                                                                                | - 1,5  | - 1,4  | - 1,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,3                                                                                                                                | - 2,0  | - 1,8  | - 1,8  |
| + 15                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,4                           | + 0,9                                                                                                                                | + 1,9  | + 1,4  | + 0,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,8                           | - 0,9                                                                                                                                | - 1,7  | - 1,4  | - 1,8  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,3                                                                                                                                | - 2,2  | - 1,6  | - 2,1  |
| + 20                    | Maximum all $\varphi$ | + 0,6                           | + 1,1                                                                                                                                | + 1,9  | + 1,5  | + 0,4  |
|                         | Minimum $\varphi = 0$ | - 0,9                           | - 1,2                                                                                                                                | - 1,8  | - 1,4  | - 2,0  |
|                         | Minimum $\varphi = 1$ | - 1,3                           | - 1,4                                                                                                                                | - 2,2  | - 1,6  | - 2,1  |

## PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

### Acciones variables debidas a la nieve

Se considera una cubierta plana de edificio de pisos situada en localidades de altitud inferior a 660 metros.

- **Cálculo de la presión de nieve efectiva  $S_{k,v}$**   
 $S_{k,v} = u \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k \cdot \cos \theta$

Donde,

- **$u$** : Coeficiente de pendiente de nieve,  $u = 0,8$  con ángulo  $\theta < 30^\circ$ ;
- **$u$**  =  $0,8 \cdot (60 - \theta) / 30$  con ángulo  $30^\circ < \theta < 60^\circ$ .
- **$C_e$** : Coeficiente de exposición, valor recomendado 1;
- **$C_t$** : Coeficiente térmico, valor recomendado 1;

**$S_k$** : Presión de nieve básica  **$S_k = 0,40 \text{ kN/m}^2$**

Por lo tanto,

$$S_{k,v} = u \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k \cdot \cos \theta = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,40 \cdot \cos(10^\circ) = 0,315 \text{ kN/m}^2$$

- **Efecto de las acciones a considerar**

- Carga permanente del módulo fotovoltaico  **$G: 0,1233 \text{ kN/m}^2$**
- Carga de nieve  **$q_n: 0,3 \text{ kN/m}^2$**
- Acciones del viento:
  - **$q_e: 0,6048 \text{ kN/m}^2$  Presión**
  - **$q_e': -1,0584 \text{ kN/m}^2$  Succión**

- **Combinaciones de carga**

Para el cálculo de resistencia en estado límite último:

- **Con carga de la nieve:  $1,35 G + 0,9 W_p + 1,5 S_{k,v}$**
- **Con carga de viento hacia abajo (presión):  $1,35 G + 1,5 W_p + 0,75 S_{k,v}$**
- **Con carga de viento hacia arriba (succión):  $0,9 G + 1,5 W_p'$**

**Nota:**

- **$G$** : peso propio,
- **$S_{k,v}$** : carga de nieve,
- **$W_p$** : representa la acción de viento a presión,
- **$W_p'$** : representa la acción de viento a succión;

Para el cálculo de la deflexión en el estado límite de servicio:

- **Con carga de la nieve:  $1,0 G + 0,6 W_p + 1,0 S_{k,v}$**
- **Con carga de viento hacia abajo (presión):  $1,0 G + 1,0 W_p + 0,5 S_{k,v}$**
- **Con carga de viento hacia arriba (succión):  $1,0 G + 1,0 W_p'$**

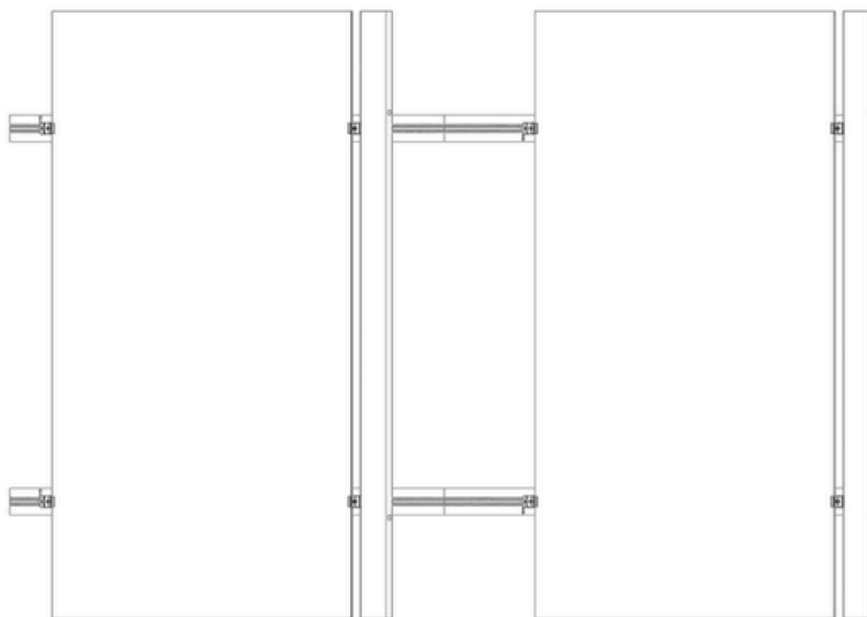
**Nota:**

- **$G$** : peso propio,
- **$S_{k,v}$** : carga de nieve,
- **$W_p$** : representa la acción de viento a presión,
- **$W_p'$** : representa la acción de viento a succión;

## 4. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA

### DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

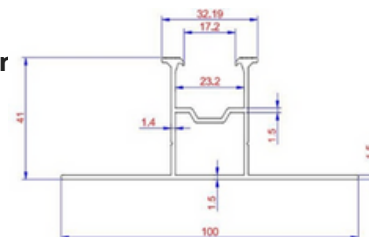
Este proyecto utiliza diseño de un módulo PV como ejemplo.  
Forma de lastre: lastre unidireccional 10°.



### VERIFICACIÓN DEL RAIL

Verificar la resistencia del rail bajo acciones.

- **Propiedad del material:**
  - **Material del rail: AL6005-T5; Las características geométricas de la sección transversal del rail son**
  - **Área de sección transversal  $A=325,0 \text{ mm}^2$ ;**
  - **Momento de inercia  $I=146698,6 \text{ mm}^4$ ;**
  - **Módulo de sección  $W=11029,96 \text{ mm}^3$**
- **Cálculo de acciones:**



Para el cálculo de resistencia en estado límite último:

- **Cargas de nieve:**  $(1,35 G + 0,9 W_p + 1,5 S_{k,v})$   
 $\cdot \text{superficie pv } (1,35 \cdot 0,1233 + 0,9 \cdot 0,6065 + 1,5 \cdot 0,3151)$   
 $\cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{3,0612 \text{ kN}}$
- **Con viento hacia abajo (presión):**  $(1,35 G + 1,5 W_p + 0,75 S_{k,v}) \cdot \text{superficie pv}$   
 $(1,35 \cdot 0,1233 + 1,5 \cdot 0,6065 + 0,75 \cdot 0,3151) \cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{3,3907 \text{ kN}}$
- **Con viento hacia arriba (succión):**  $(0,9 G + 1,5 W_p') \cdot \text{superficie pv}$   
 $(0,9 \cdot 0,1233 + 1,5 \cdot -1,0614) \cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{-3,8261 \text{ kN}}$

## VERIFICACIÓN DEL RAIL

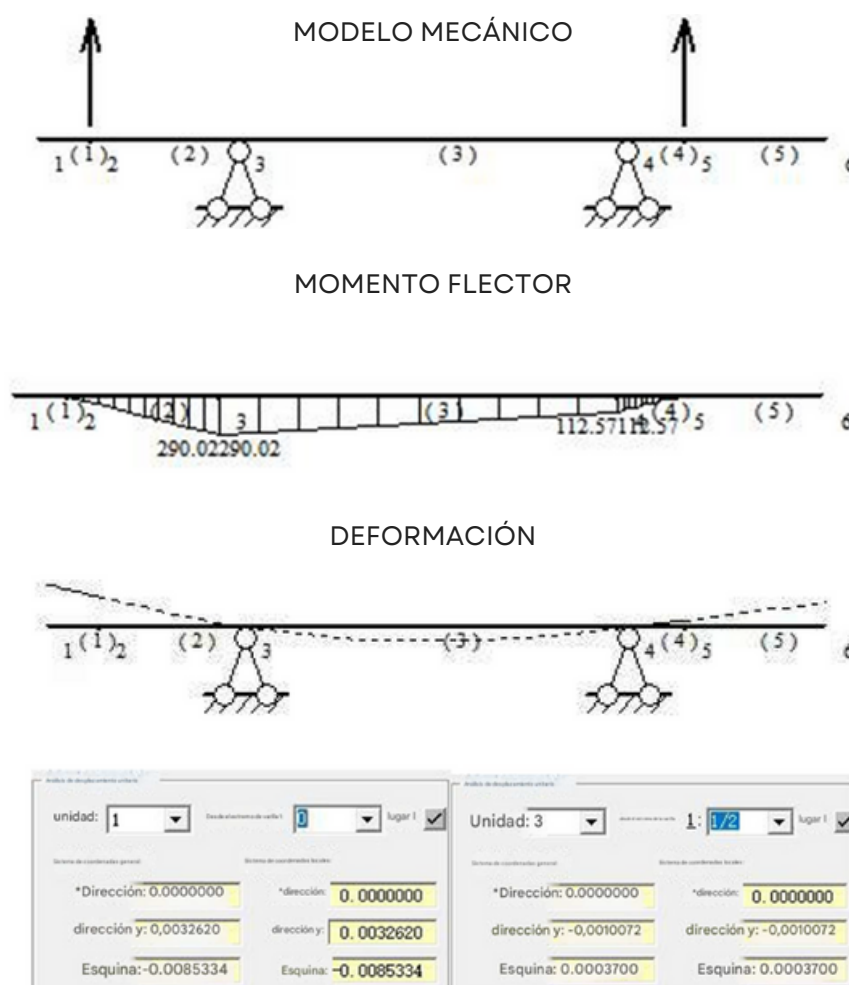
- Con acción del viento en presión: presión en el extremo  **$3,391/4=0,848 \text{ kN}$**
- Con el viento en succión: presión en el medio  **$-3,826/4= 0,957 \text{ kN}$**

Para el cálculo de la deflexión en el estado límite de servicio:

- **Cargas de nieve:**  $(1,0 G + 0,6 W_p + 1,0 S_{k,v}) \cdot \text{superficie pv}$   $(1,0 \cdot 0,1233 + 0,6 \cdot 0,6065 + 1,0 \cdot 0,3151) \cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{2,073 \text{ kN}}$
- **Con viento hacia abajo (presión):**  $(1,0 G + 1,0 W_p + 0,5 S_{k,v}) \cdot \text{superficie pv}$   $(1,0 \cdot 0,1233 + 1,0 \cdot 0,6065 + 0,5 \cdot 0,3151) \cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{2,292 \text{ kN}}$
- **Con viento hacia arriba (succión):**  $(1,0 G + 1,0 W_p') \cdot \text{superficie pv}$   $(1,0 \cdot 0,1233 + 1,0 \cdot -1,0614) \cdot 2,278 \cdot 1,134 = \mathbf{-2,423 \text{ kN}}$
- Con acción del viento en presión: presión en el extremo  **$2,292/4= 0,573 \text{ kN}$**
- Con el viento en succión: presión en el medio  **$-2,423/4= 0,606 \text{ kN}$**

### • Análisis de verificación

1. **Análisis de modelado** (viga con apoyos bajo carga, mayor fuerza en la dirección del viento, calculada en función de la dirección del viento)



## VERIFICACIÓN DEL RAIL

### 2. Resultados del análisis:

- El momento flector máximo  $M_{\max} = 0,29002 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- La deflexión máxima del voladizo  $v_1 = 3,262 \text{ mm}$
- La deflexión máxima en el centro del tramo  $v_2 = 1,007 \text{ milímetros}$

### 3. Análisis de verificación:

- Verificación de la resistencia a la flexión:  
 $\sigma_1 = M_{\max} / W = 0,29002 \cdot 10^6 / 11029,96 = 26 \text{ N/mm}^2 < f = 220 \text{ N/mm}^2$

**CONCLUSIÓN: CUMPLE EL REQUISITO DE RESISTENCIA**

- Deflexión del voladizo:  
 $no_1 = 3,262 \text{ mm} < [v] = 2L_1/120 = 2 \cdot 415/120 = 6,9 \text{ mm}$

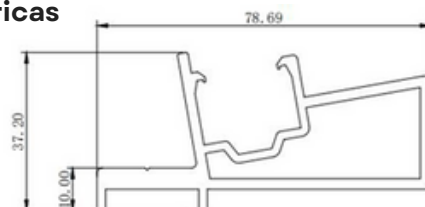
- Deflexión a mitad del tramo:  
 $no_2 = 1,007 \text{ mm} < [v] = L_2/120 = 800/120 = 6,7 \text{ mm}$   
**CONCLUSIÓN: CUMPLE EL REQUISITO DE DEFLEXIÓN**

**CONCLUSIÓN: EL CUMPLE CON LOS REQUISITOS**

## VERIFICACIÓN DE LA GRAPA DELANTERA

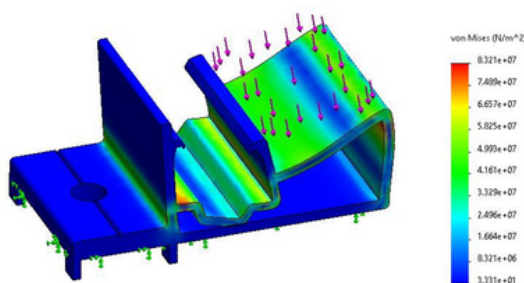
### • Propiedades del material

- **Material AL6005-T5:** las características geométricas de la sección transversal son las siguientes:
- Área transversal efectiva  $A = 584,8 \text{ mm}^2$ ;
- Momento de inercia de rigidez  $I = 326996,1 \text{ mm}^4$ ;
- Módulo de sección de flexión  $W = 32376 \text{ mm}^3$



### • Análisis de verificación

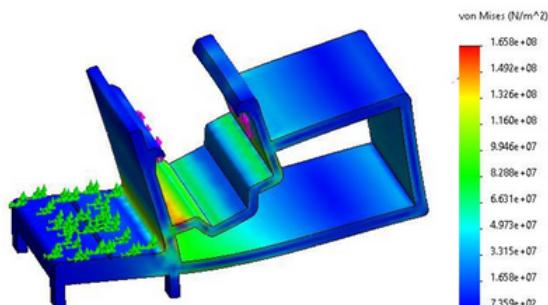
- **Análisis de modelado** (con acción del viento a presión)



- **Análisis de verificación tensión máxima**  
 $\sigma_1 = 83,21 \text{ N/mm}^2 < f = 220 \text{ N/mm}^2$

## VERIFICACIÓN DE LA GRAPA DELANTERA

- **Análisis de modelado** (con acción del viento en succión)

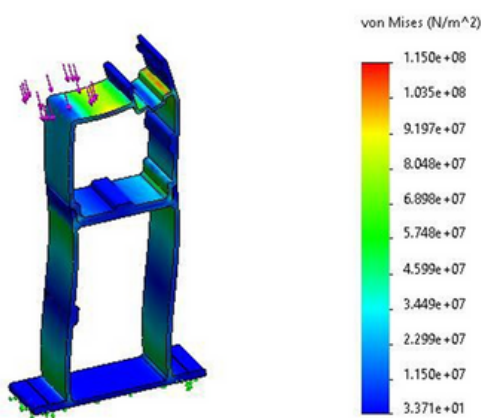
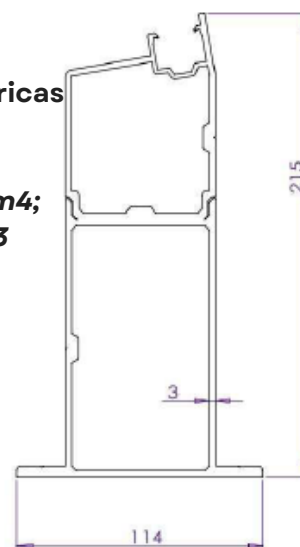


- **Análisis de verificación tensión máxima**  
 $\sigma_1 = 165,8 \text{ N/mm}^2 < f = 220 \text{ N/mm}^2$

**CONCLUSIÓN: LA GRAPA DELANTERA CUMPLE CON LOS REQUISITOS**

## VERIFICACIÓN DE LA GRAPA TRASERA

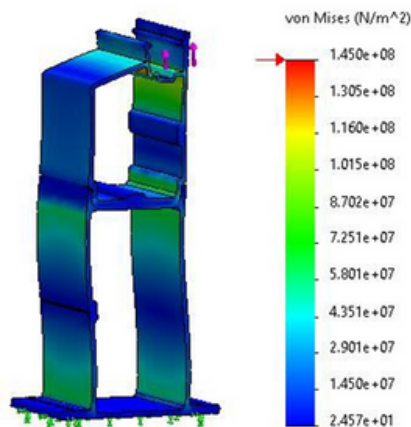
- **Propiedades del material**
  - **Material AL6005-T5:** las características geométricas de la sección transversal son las siguientes:
  - **Área transversal efectiva  $A = 2347,69 \text{ mm}^2$ ;**
  - **Momento de inercia de rigidez  $I = 10230538.38 \text{ mm}^4$ ;**
  - **Módulo de sección de flexión  $W = 107036,39 \text{ mm}^3$**
- **Análisis de verificación**
  - **Análisis de modelado** (con acción del viento a presión)



- **Análisis de verificación tensión máxima**  
 $\sigma_1 = 115 \text{ N/mm}^2 < f = 220 \text{ N/mm}^2$

## VERIFICACIÓN DE LA GRAPA TRASERA

- **Análisis de verificación**
  - **Análisis de modelado** (con acción del viento en succión)



- **Análisis de verificación tensión máxima**  
 $\sigma_1 = 145 \text{ N/mm}^2 < f = 220 \text{ N/mm}^2$

**CONCLUSIÓN: LA GRAPA TRASERA CUMPLE CON LOS REQUISITOS**

### CONCLUSIÓN FINAL:

La estructura de soporte satisface todos los requisitos de resistencia