

2. ANEXOS

ANEXO 1: Características de los Layout

1.1 Geometría de los distintos layout

En este anexo se adjunta la geometría de los distintos casos mencionados en la memoria con sus lados, ángulos y numeración de sus nudos para la longitud de 1000m.

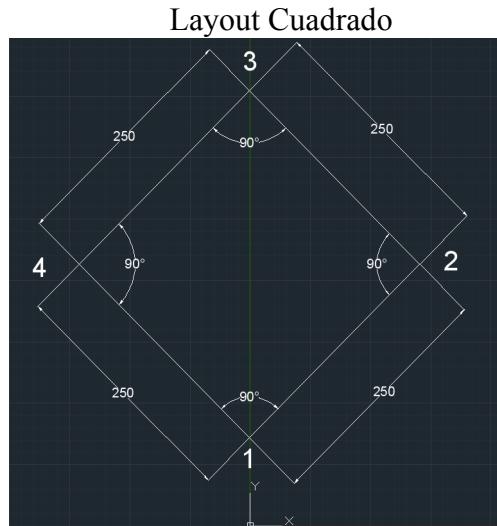


Figura A1-1. Dimensiones cuadrado

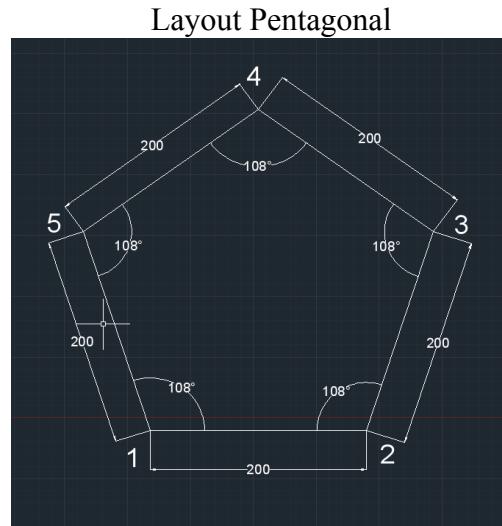


Figura A1-2. Dimensiones pentágono

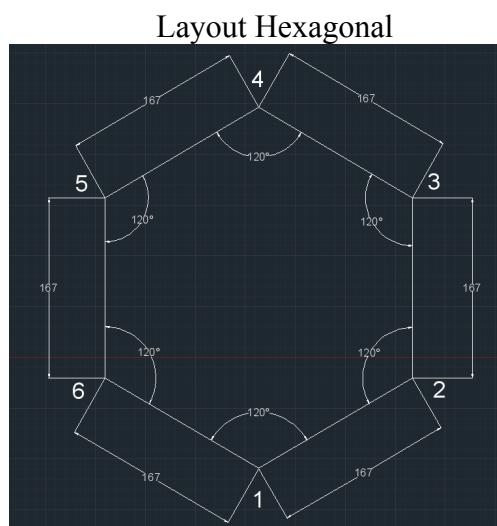


Figura A1-3. Dimensiones hexágono

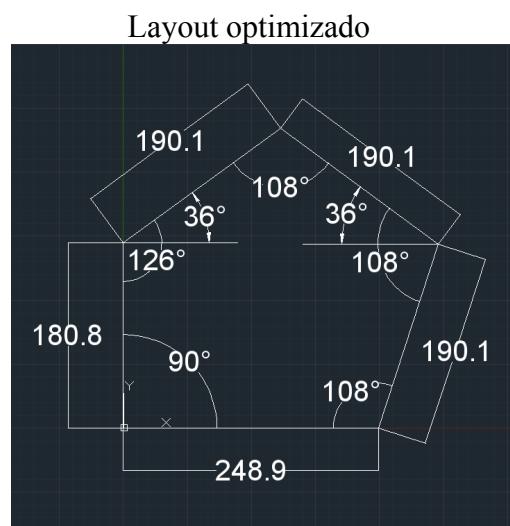


Figura A1-4. Dimensiones optimizado

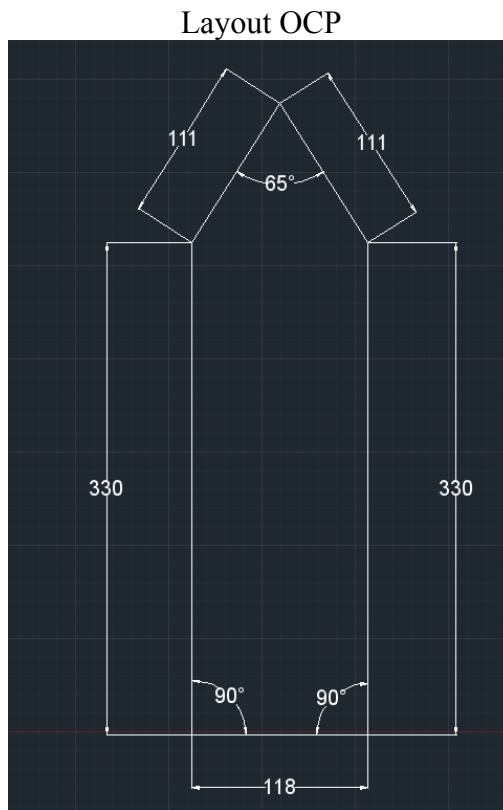


Figura A1-5. Dimensiones OCP

1.2 Reacciones de los distintos layout

(En el prediseño se supuso que todos los cables estaban sometidos a 14,735 kN) (debido a los resultados de la simulación en robot de un cable de 1000m y sección 0,4 cm²)

LAYOUT CUADRADO

NUDO 1

$$T_{12x} = 10,42 \text{ kN}$$

$$T_{12y} = 10,42 \text{ kN}$$

$$T_{13x} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{13y} = 10,42 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$T_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{1y} = 20,84 \text{ kN}$$

NUDO 2

$$T_{21x} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{21y} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{24x} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{24y} = 10,42 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}T_{2x} &= -20,84 \text{ kN} \\T_{2y} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

NUDO 3

$$\begin{aligned}T_{31x} &= 10,42 \text{ kN} \\T_{31y} &= -10,42 \text{ kN} \\T_{34x} &= 10,42 \text{ kN} \\T_{34y} &= 10,42 \text{ kN}\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}T_{3x} &= 20,84 \text{ kN} \\T_{3y} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

NUDO 4

$$\begin{aligned}T_{43x} &= -10,42 \text{ kN} \\T_{43y} &= -10,42 \text{ kN} \\T_{42x} &= 10,42 \text{ kN} \\T_{42y} &= -10,42 \text{ kN}\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}T_{4x} &= 0 \text{ kN} \\T_{4y} &= -20,84 \text{ kN}\end{aligned}$$

LAYOUT PENTAGONO REGULAR

NUDO 1

$$\begin{aligned}T_{12x} &= 14,735 \text{ kN} \\T_{12y} &= 0 \text{ kN} \\T_{15x} &= -14,735 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN} \\T_{15y} &= 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}T_{1x} &= 10,19 \text{ kN} \\T_{1y} &= 14,01 \text{ kN}\end{aligned}$$

NUDO 2

$$\begin{aligned}T_{21x} &= -14,735 \text{ kN} \\T_{21y} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$T_{23x} = 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN}$$

$$T_{23y} = 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -10,19 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 14,01 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = -14,735 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN}$$

$$T_{34x} = -14,735 \times \cos(36) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 14,735 \times \sin(36) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -16,47 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -5,35 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{43x} = 14,735 \times \cos(36) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = -14,735 \times \sin(36) = -8,66 \text{ kN}$$

$$T_{45x} = -14,735 \times \cos(36) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{45y} = -14,735 \times \sin(36) = -8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -17,32 \text{ kN}$$

NUDO 5

$$T_{51x} = 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN}$$

$$T_{51y} = -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = -14,735 \times \cos(36) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = -14,735 \times \sin(36) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 16,47 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -5,35 \text{ kN}$$

LAYOUT OPTIMIZADO

NUDO 1

$$\begin{aligned}
 T_{12x} &= 14,735 \text{ kN} \\
 T_{12y} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{15x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{15y} &= 14,735 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{1x} &= 14,735 \text{ kN} \\
 T_{1y} &= 14,735 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 2

$$\begin{aligned}
 T_{21x} &= -14,735 \text{ kN} \\
 T_{21y} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{23x} &= 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN} \\
 T_{23y} &= 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{2x} &= -10,19 \text{ kN} \\
 T_{2y} &= 14,01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 3

$$\begin{aligned}
 T_{32x} &= -14,735 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN} \\
 T_{32y} &= -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN} \\
 T_{34x} &= -14,735 \times \sin(54) = -11,92 \text{ kN} \\
 T_{34y} &= 14,735 \times \cos(54) = 8,66 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{3x} &= -16,47 \text{ kN} \\
 T_{3y} &= -5,35 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 4

$$\begin{aligned}
 T_{43x} &= 14,735 \times \sin(54) = 11,92 \text{ kN} \\
 T_{43y} &= -14,735 \times \cos(54) = -8,66 \text{ kN} \\
 T_{45x} &= -14,735 \times \sin(54) = -11,92 \text{ kN} \\
 T_{45y} &= -14,735 \times \cos(54) = -8,66 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{4x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{4y} &= -17,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 5

$$T_{51x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{51y} = -14,735 \times \cos(0) = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = 14,735 \times \sin(54) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = 14,7 \times \cos(54) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -6,08 \text{ kN}$$

LAYOUT OCP

NUDO 1

$$T_{12x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{12y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15y} = 14,735 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$T_{1x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{1y} = 14,735 \text{ kN}$$

NUDO 2

$$T_{21x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{21y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23y} = 14,735 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 14,735 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{34x} = -14,735 \times \sin(32,34) = -7,88 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 14,735 \times \cos(32,34) = 12,45 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -7,88 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -2,29 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$\begin{aligned}
 T_{43x} &= 14,735 \times \sin(32,34) = 7,88 \text{ kN} \\
 T_{43y} &= -14,735 \times \cos(32,34) = -12,45 \text{ kN} \\
 T_{45x} &= -14,735 \times \sin(32,34) = -7,88 \text{ kN} \\
 T_{45y} &= -14,735 \times \cos(32,34) = -12,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{4x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{4y} &= -24,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 5

$$\begin{aligned}
 T_{51x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{51y} &= -14,735 \text{ kN} \\
 T_{54x} &= 14,735 \times \sin(32,34) = 7,88 \text{ kN} \\
 T_{54y} &= 14,735 \times \cos(32,34) = 12,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{5x} &= 7,88 \text{ kN} \\
 T_{5y} &= -2,29 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

LAYOUT HEXAGONAL

NUDO 1

$$\begin{aligned}
 T_{12x} &= 14,735 \times \cos(30) = 12,76 \text{ kN} \\
 T_{12y} &= 14,735 \times \sin(30) = 7,37 \text{ kN} \\
 \text{Por simetría:} \\
 T_{16x} &= -12,76 \text{ kN} \\
 T_{16y} &= 7,37 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
 T_{1x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{1y} &= 14,74 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NUDO 2

$$\begin{aligned}
 T_{21x} &= -14,735 \times \cos(30) = -12,76 \text{ kN} \\
 T_{21y} &= -14,735 \times \sin(30) = -7,37 \text{ kN} \\
 T_{23x} &= 0 \text{ kN} \\
 T_{23y} &= 14,74 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 7,37 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,74 \text{ kN}$$

Por simetría con lado 1-6:

$$T_{34x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -7,37 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{45x} = -14,735 \times \cos(30) = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{45y} = -14,735 \times \sin(30) = -7,37 \text{ kN}$$

Por simetría con lado 1-6:

$$T_{43x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -14,74 \text{ kN}$$

NUDO 5

$$T_{56x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{56y} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = 14,735 \times \cos(30) = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = 14,735 \times \sin(30) = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -7,37 \text{ kN}$$

NUDO 6

Por simetría:

$$T_{61x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{61y} = -7,37 \text{ kN}$$

$$T_{65x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{6y} = -14,74 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 6 en el plano xy es:

$$T_{6x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{6y} = 7,37 \text{ kN}$$

A continuación, se presentan las tablas con los resultados de cada Layout:

LAYOUT CUADRADO

| NUDO | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | resultante |
|------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 0 | 20,84 | -1,52 | 20,90 |
| 2 | 20,84 | 0 | -1,52 | 20,90 |
| 3 | -20,84 | 0 | -1,52 | 20,90 |
| 4 | 0 | -20,84 | -1,52 | 20,90 |

Tabla A1-1. Reacciones layout cuadrado

LAYOUT PENTAGONAL

| NUDO | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | resultante |
|------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 10,185 | 14,01 | -1,22 | 17,36 |
| 2 | -10,185 | 14,01 | -1,22 | 17,36 |
| 3 | -16,47 | -5,35 | -1,22 | 17,36 |
| 4 | 0 | -17,32 | -1,22 | 17,36 |
| 5 | 16,47 | -5,35 | -1,22 | 17,36 |

Tabla A1-2. Reacciones layout pentagonal

LAYOUT OCP

| NUDO | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | resultante |
|------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 14,74 | 14,74 | -1,36 | 20,88 |
| 2 | -14,74 | 14,74 | -1,36 | 20,88 |
| 3 | -7,88 | -2,29 | -1,34 | 8,31 |
| 4 | 0,00 | -24,90 | -1,34 | 24,94 |
| 5 | 7,88 | -2,29 | -0,67 | 8,23 |

Tabla A1-3. Reacciones layout OCP

LAYOUT HEXAGONAL

| NUDO | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | resultante |
|------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 0,00 | 14,74 | -1,01 | 14,77 |
| 2 | -12,76 | 7,37 | -1,01 | 14,77 |
| 3 | -12,76 | -7,37 | -1,01 | 14,77 |
| 4 | 0,00 | -14,74 | -1,01 | 14,77 |
| 5 | 12,76 | -7,37 | -1,01 | 14,77 |
| 6 | 12,76 | 7,37 | -1,01 | 14,77 |

Tabla A1-4. Reacciones layout hexagonal

LAYOUT OPTIMIZADO

| NUDO | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | resultante |
|------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 14,74 | 14,74 | -1,31 | 20,88 |
| 2 | -10,19 | 14,01 | -1,34 | 17,38 |
| 3 | -16,47 | -5,35 | -1,16 | 17,36 |
| 4 | 0,00 | -17,32 | -1,16 | 17,36 |
| 5 | 11,92 | -6,08 | -1,13 | 13,43 |

Tabla A1-5. Reacciones layout optimizado

En el caso de los cableski de 4 pilonas (Layout cuadrado), como era de esperar, las reacciones son iguales en X e Y ya que es totalmente regular y simétrica.

(Ventaja de 4 pilonas: tramos esquiables muy largos; Desventaja: Tensiones se reparten solo entre 4 pilonas, cada una sufre mayores fuerzas que si aumentáramos el numero de pilonas para una misma longitud.)

Si a continuación comparamos las diferentes opciones para el caso del Cableski de 5 pilonas observamos que la reacción en z disminuye en el pentágono regular respecto a la distribución cuadrada ya que ahora todo el peso del cable se distribuye entre 5 apoyos y no 4. Lo mismo pasa con la distribución hexagonal, en este caso la reacción en z es aún menor. Con esto podemos deducir que al aumentar el número de pilonas las reacciones disminuyen si el Layout es regular. El problema de aumentar los lados recae en el hecho de que los tramos continuos esquiables también serán menores para un mismo perímetro de recorrido, en este caso 1000m. Por ello, decidimos elegir una distribución de 5 pilonas ya que creemos que alcanza un buen equilibrio entre tensiones y tramo continuo esquiable.

Por lo tanto, finalmente compararemos tensiones solamente entre los layouts pentagonales con ángulo de 90° y el Layout cuadrado. Cuanto más parecidas sean las

reacciones entre los distintos nudos del Layout, más homogénea será la distribución de las tensiones (Mayor parecido a una distribución geométrica).

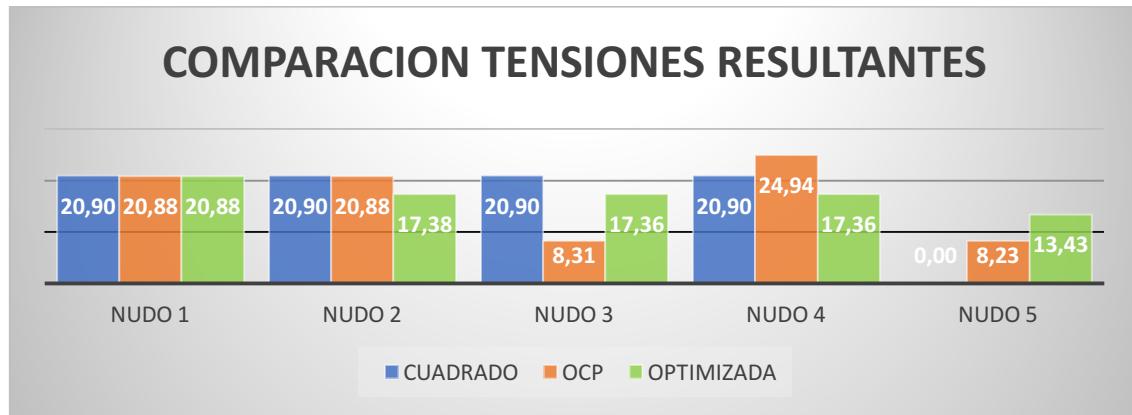


Figura A1-6. Gráfico comparación de tensiones resultantes de los Layouts

ANEXO 2: Simulación, calculo analítico y elección del cable portante y tractor

2.1 Cálculo de la sección a introducir en Robot Structural Analysis

El cable de 10mm de diámetro tiene una sección de $0,79 \text{ cm}^2$.

$$A = \pi r^2$$

En el software utilizado (ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS), un cable de sección $0,79 \text{ cm}^2$ tiene un peso unitario de $6,083 \text{ N/m}$, muy distinto al peso unitario elegido en el catálogo de $3,63 \text{ N/m}$.

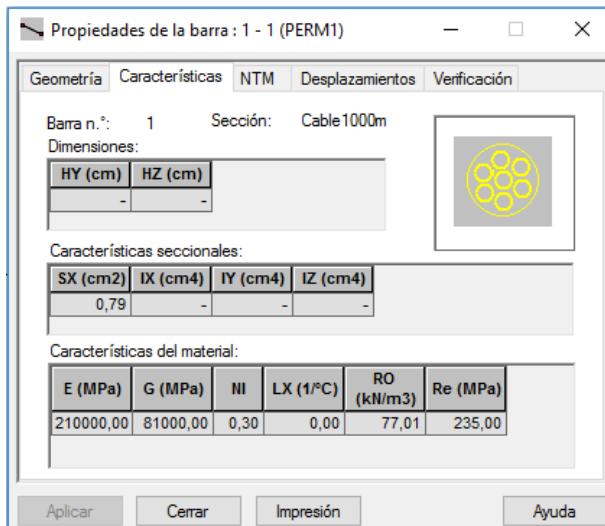


Figura A2-1. Propiedades cable en Robot

$$\frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}} = \text{densidad} * \text{área} = 77,01 * 10^3 * 0,79 * 10^{-4} = 6,083 \text{ N/m}$$

Debemos hallar la sección a introducir en robot para que el peso sea de $3,63 \text{ N/m}$ a la hora de calcular. Para ello, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{m}{L} = Ro * S = 3,63 * 10^{-3}$$

Obtenemos que el valor de la sección debe ser de

$$S = 0,471 \text{ cm}^2$$

El peso en los 1000 metros de cable será de

$$1000m * 3,63N/m = 3,63kN.$$

2.2 Tensión necesaria resultante de la simulación y del cálculo analítico

Simulando el cable en ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS:

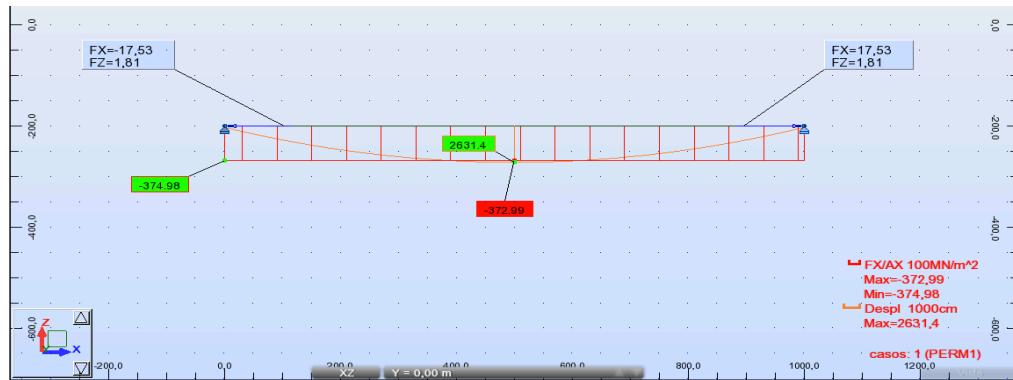


Figura A2-2. Resultados de la simulación del cable

El valor de la reacción vertical a cada lado es de 1,81kN. Por lo tanto, vemos que la sección calculada es adecuada para la simulación del cable.

El valor de la tensión horizontal en los apoyos resulta ser 17,53 kN. A continuación, realizaremos la confirmación a mano para la flecha natural del cable (26,314m). [16]

Al ser la longitud del cable mayor de 500 metros no podremos aproximar la curva formada por el cable como una parábola, sino que habrá que usar la ecuación de la catenaria.

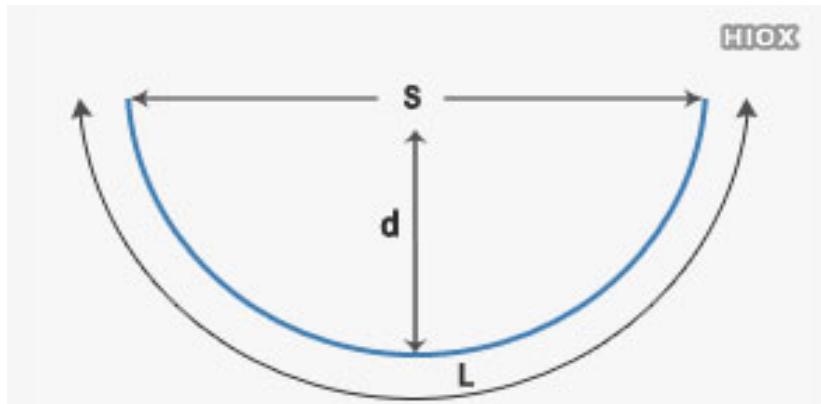


Figura A2-3. Magnitudes para el cálculo de la flecha de un cable [45]

Mediante el programa Wolfram Alpha, obtendremos la solución con la ecuación exacta, posteriormente se resolverá a mano con la ecuación aproximada para comparar resultados.

D: flecha

S: longitud entre apoyos

H: tensión horizontal

W: peso unitario del cable

L: longitud de cable

T: tensión en los apoyos

Tenemos las siguientes ecuaciones:

$$D = \frac{H(\cosh\left(\frac{wS}{2H}\right) - 1)}{w}$$

$$L = \frac{2H\sinh\left(\frac{wS}{2H}\right)}{w}$$

$$T = H + wD$$

Introduciendo los datos ($w=3,63$ N/m; $S=1000$ m; $D=26,31$ m) en las ecuaciones e iterando obtendremos la tensión horizontal y en cada extremo que resultan ser:

$$H=17262,2 \text{ N}; T=H+ wD= 17357,71 \text{ N (17,36kN)}$$

similar a los 17,53 obtenidos en Robot Structural.

Con las fórmulas aproximadas, por otra parte, se tienen las siguientes fórmulas:

$$flecha = \frac{peso\ unitario * distancia^2}{8 * Tensión\ horizontal}$$

$$Tension\ en\ apoyos = \sqrt{T_{horizontal}^2 + \frac{P^2 * distancia^2}{4}}$$

$$\text{Tensión horizontal}=17246,3\text{N}; \text{Tensión en apoyos}=17341,54\text{N}$$

El resultado es prácticamente el mismo que utilizando las ecuaciones exactas. Por lo tanto, daremos por valido el resultado del programa: Tensión horizontal=17,53kN.

Para trasladar las fuerzas al centro de la polea, se hará uso de la siguiente fórmula:

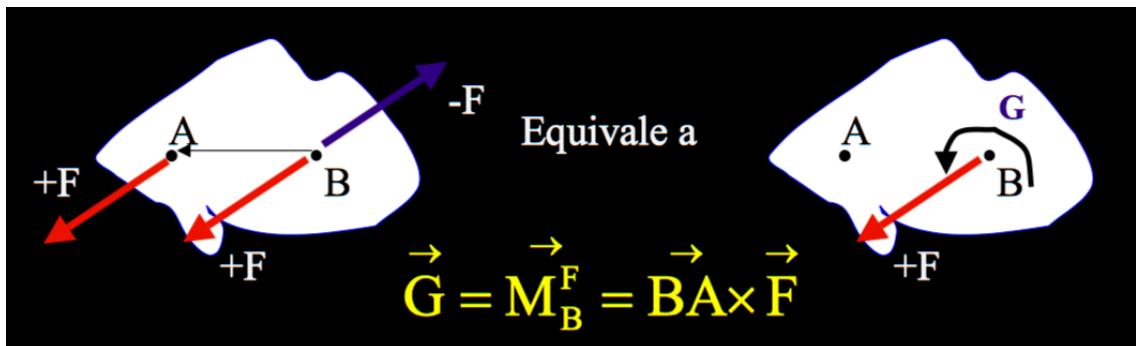


Figura A2-4. Método traslación de fuerzas [23]

.3 Características del cable elegido para la instalación

Finalmente, se muestra el cable seleccionado con los valores de peso y carga de rotura mínima.



Figura A2-5. Características del cable elegido [46]

ANEXO 3: Lista de barras

En este anexo se detallan las barras de todas las pilonas. En el redimensionado, se sustituyeron las 3 barras principales de las pilonas 48x2.9 por barras TRON 48X4 en todas las pilonas, y las 3 barras principales del mástil horizontal de la pilona motora cambiaron a ser TRON 26X3.2. Vienen marcadas las barras modificadas en cada tabla y señaladas con un asterisco. Esto supone un cambio de peso de (60,51 kg) en la pilona motora, (48,72 kg) en la pilona del contrapeso y un cambio de peso de (44,72 kg) en las pilonas típicas.

PILONA MOTORA (1)

| Barra | Sección | Material | Longitud (m) | Peso unitario (kg/m) | Peso (kg) |
|-------|-------------|----------|--------------|----------------------|-----------|
| 1 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,29 | 1,88 | 0,55 |
| 2 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 3 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 4 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 5 | TRON 26x2.3 | ACERO | 1,28 | 1,4 | 1,79 |
| 6 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,32 | 1,08 | 0,35 |
| 7 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 8 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 9 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 10 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 11 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 12 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 13 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 14 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 15 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 16 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 17 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 18 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 19 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 20 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 21 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 22 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 23 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 24 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 25 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 26 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 27 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 28 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 29 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 30 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|------|------|------|
| 31 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 32 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 33 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 34 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 35 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 36 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 37 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 38 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 39 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 40 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 41 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 42 | TRON 26x2.3 | ACERO | 1,02 | 1,4 | 1,43 |
| 43 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 44 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,63 | 3,25 | 2,05 |
| 45 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 46 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 47 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 48 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 49 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 50 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 51 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 52 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 53 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 54 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 55 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 56 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 57 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 58 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 59 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 60 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 61 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 62 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 63 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 64 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 65 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 66 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 67 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 68 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 69 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 70 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 71 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 72 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|------|------|
| 73 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 74 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,9 | 1,4 | 1,26 |
| 75 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 76 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 77 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 78 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 79 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 80 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 81 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 82 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 83 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 84 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 85 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 86 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 87 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 88 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 89 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 90 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 91 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 92 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 93 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 94 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 95 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 96 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 97 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 98 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 99 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 100 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 101 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 102 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 103 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,64 | 1,08 | 0,69 |
| 104 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,4 | 0,56 |
| 105 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,4 | 0,56 |
| 106 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 107 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 108 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 109 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 110 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 111 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 112 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 113 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 114 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |

| | | | | | |
|-----|--------------|-------|------|---------------|-------|
| 115 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 116 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 117 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 118 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 119 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 120 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 121 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,08 | 0,43 |
| 122 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,4 | 0,77 |
| 123 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 124 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 125 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 126 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 127 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 128 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 129 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 130 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 131 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 132 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 133 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 134 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 135 | TRON 26x2.3* | ACERO | 8,04 | 1,4** (1,87) | 15,04 |
| 136 | TRON 26x2.3* | ACERO | 9,32 | 1,4** (1,87) | 17,43 |
| 137 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,71 | 1,4 | 0,99 |
| 138 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,59 | 1,4 | 0,83 |
| 139 | TRON 48x2.9* | ACERO | 14,5 | 3,25** (4,37) | 47,13 |
| 140 | TRON 48x2.9* | ACERO | 14,5 | 3,25** (4,37) | 47,13 |
| 141 | TRON 48x2.9* | ACERO | 14,5 | 3,25** (4,37) | 47,13 |
| 142 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 143 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 144 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 145 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 146 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 147 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 148 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 149 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 150 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 151 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 152 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 153 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 154 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 155 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,88 | 1,08 | 0,95 |
| 156 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|------|------|
| 157 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 158 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 159 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 160 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 161 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 162 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 163 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 164 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 165 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 166 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 167 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 168 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 169 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 170 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,54 | 1,08 | 0,58 |
| 171 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 172 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 173 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 174 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 175 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 176 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 177 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 178 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 179 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 180 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 181 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 182 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 183 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 184 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 185 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 186 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 187 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 188 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 189 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 190 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 191 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 192 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 193 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 194 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 195 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,54 | 1,08 | 0,58 |
| 196 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,1 | 1,08 | 0,11 |
| 197 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,39 | 1,08 | 0,42 |
| 198 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |

| | | | | | |
|-----|--------------|-------|------|--------------|-------|
| 199 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 200 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 201 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 202 | TRON 26x2.3 | ACERO | 1,28 | 1,4 | 1,79 |
| 203 | TRON 26x2.3* | ACERO | 7,72 | 1,4** (1,87) | 14,44 |
| 204 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |

Peso Total=354,95 kg

Tabla A3-1. Características barras pilona motora

Tras el redimensionado, el peso final de la pilona motora es: 415,46 kg.

PILONA TÍPICA (3)

| Barra | Sección | Material | Longitud (m) | Peso unitario (kg/m) | Peso (kg) |
|-------|-------------|----------|--------------|----------------------|-----------|
| 1 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,36 | 3,25 | 1,17 |
| 2 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 3 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,38 | 3,25 | 1,24 |
| 4 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,5 | 1,08 | 0,54 |
| 5 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 6 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 7 | TRON 48x2.9 | ACERO | 13,31 | 3,25*(4,37) | 43,26 |
| 8 | TRON 48x2.9 | ACERO | 13,31 | 3,25*(4,37) | 43,26 |
| 9 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 10 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,9 | 1,40 | 1,26 |
| 11 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,98 | 1,40 | 1,37 |
| 12 | TRON 48x2.9 | ACERO | 13,31 | 3,25*(4,37) | 43,26 |
| 13 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 14 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 15 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 16 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 17 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 18 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 19 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 20 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 21 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 22 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 23 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 24 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 25 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 26 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 27 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|-------|------|-------|
| 28 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 29 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 30 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 31 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 32 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 33 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 34 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 35 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 36 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 37 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,40 | 1,05 |
| 38 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,09 | 1,08 | 0,10 |
| 39 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 40 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 41 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,63 | 3,25 | 2,05 |
| 42 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 43 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 44 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 45 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,08 | 0,43 |
| 46 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,88 | 1,03 |
| 47 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 48 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 49 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 50 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 51 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,9 | 1,40 | 1,26 |
| 52 | TRON 26x2.3 | ACERO | 11,88 | 1,40 | 16,63 |
| 53 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 54 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 55 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 56 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 57 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 58 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 59 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 60 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 61 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 62 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 63 | TRON 26x2.3 | ACERO | 1,02 | 1,40 | 1,43 |
| 64 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 65 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 66 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 67 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 68 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 69 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|------|-------|
| 70 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 71 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 72 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 73 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 74 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 75 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 76 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 77 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 78 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 79 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 80 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 81 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 82 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 83 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 84 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 85 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 86 | TRON 26x2.3 | ACERO | 11,56 | 1,40 | 16,18 |
| 87 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 88 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 89 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 90 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 91 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 92 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 93 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 94 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 95 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 96 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 97 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 98 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 99 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,40 | 1,11 |
| 100 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 101 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 102 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 103 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 104 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 105 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,40 | 1,12 |
| 106 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 107 | TRON 26x2.3 | ACERO | 11,56 | 1,40 | 16,18 |
| 108 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,40 | 0,56 |
| 109 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 110 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 111 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,64 | 1,08 | 0,69 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|------|------|
| 112 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 113 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 114 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 115 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 116 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 117 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 118 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 119 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 120 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 121 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 122 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 123 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,84 | 1,08 | 0,91 |
| 124 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,66 | 1,08 | 0,71 |
| 125 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 126 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,4 | 1,40 | 0,56 |
| 127 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,40 | 0,71 |
| 128 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 129 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 130 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 131 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 132 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 133 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 134 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 135 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 136 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 137 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 138 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 139 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,29 | 1,88 | 0,55 |
| 140 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 141 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 142 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 143 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,64 | 1,40 | 0,90 |
| 144 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 145 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 146 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 147 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 148 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 149 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,29 | 3,33 | 0,97 |
| 150 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 151 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 152 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 153 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|------|------|
| 154 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 155 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 156 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 157 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 158 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 159 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 160 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 161 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 162 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,54 | 1,08 | 0,58 |
| 163 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 164 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 165 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 166 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 167 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 168 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 169 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 170 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 171 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 172 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 173 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 174 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 175 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 176 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 177 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 178 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 179 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 180 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 181 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 182 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 183 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 184 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 185 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 186 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 187 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 188 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 189 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 190 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 191 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,54 | 1,08 | 0,58 |
| 192 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 193 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 194 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 195 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|------|------|
| 196 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 197 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 198 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 199 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 200 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 201 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 202 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 203 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 204 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 205 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 206 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 207 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 208 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 209 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 210 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,55 | 1,08 | 0,59 |
| 211 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 212 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 213 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 214 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 215 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 216 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 217 | TRON 21x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,08 | 0,55 |
| 218 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,51 | 1,40 | 0,71 |

Peso Total=361,15 kg

Tabla A3-2. Características barras pilona típica

Tras el redimensionamiento, el peso final de la pilona típica es: 405,87 kg.

PILONA DEL CONTRAPESO (1)

| Barra | Sección | Material | Longitud (m) | Peso unitario (kg/m) | Peso (kg) |
|-------|-------------|----------|--------------|----------------------|-----------|
| 1 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 2 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 3 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 4 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 5 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 6 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 7 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 8 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 9 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 10 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|------|------|------|
| 11 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 12 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 13 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 14 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 15 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 16 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 17 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 18 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 19 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 20 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 21 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 22 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 23 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 24 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 25 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 26 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 27 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 28 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,75 | 1,4 | 1,05 |
| 29 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 30 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 31 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 32 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 33 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 34 | TRON 26x2.3 | ACERO | 1,02 | 1,4 | 1,43 |
| 35 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 36 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,63 | 3,25 | 2,05 |
| 37 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,64 | 3,25 | 2,08 |
| 38 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,47 | 3,25 | 1,53 |
| 39 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 40 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 41 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 42 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 43 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 44 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 45 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 46 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 47 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 48 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 49 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 50 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 51 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 52 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|------|-----|------|
| 53 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 54 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 55 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 56 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 57 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 58 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 59 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 60 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 61 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 62 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 63 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 64 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 65 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,79 | 1,4 | 1,11 |
| 66 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,9 | 1,4 | 1,26 |
| 67 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 68 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 69 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 70 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 71 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 72 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 73 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 74 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 75 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 76 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 77 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 78 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 79 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 80 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 81 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 82 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 83 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 84 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 85 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 86 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 87 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 88 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 89 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 90 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 91 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 92 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 93 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |
| 94 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,8 | 1,4 | 1,12 |

| | | | | | |
|----------------------|-------------|-------|------|--------------------------|-------|
| 95 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,71 | 1,4 | 0,99 |
| 96 | TRON 26x2.3 | ACERO | 0,59 | 1,4 | 0,83 |
| 97 | TRON 48x2.9 | ACERO | 14,5 | 3,25** ^(4,37) | 47,13 |
| 98 | TRON 48x2.9 | ACERO | 14,5 | 3,25** ^(4,37) | 47,13 |
| 99 | TRON 48x2.9 | ACERO | 14,5 | 3,25** ^(4,37) | 47,13 |
| 100 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 101 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| 102 | TRON 48x2.9 | ACERO | 0,37 | 3,25 | 1,20 |
| Peso Total=257,34 kg | | | | | |

Tabla A3-3. Características barras pilona del contrapeso

Tras el redimensionamiento, el peso final de la pilona del contrapeso es: 306,06 kg.

A continuación, se detallan las características principales de las secciones junto con el resto de características que pueden encontrarse en la base de datos europea.

| Nombre de la sección | SX (cm ²) | SY (cm ²) | SZ (cm ²) | IX (cm ⁴) | IY (cm ⁴) | IZ (cm ⁴) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| TREC 35x20x2.5 | 2,39 | 1 | 1,75 | 3,23 | 2,85 | 0,99 |
| TRON 21x2.3 | 1,37 | 0,69 | 0,69 | 1,26 | 0,63 | 0,63 |
| TRON 26x2.3 | 1,78 | 0,89 | 0,89 | 2,71 | 1,36 | 1,36 |
| TRON 26x3.2* | 2,38 | 1,19 | 1,19 | 3,4 | 1,70 | 1,70 |
| TRON 48x2.9* | 4,14 | 2,07 | 2,07 | 21,4 | 10,7 | 10,7 |
| TRON 48x4 | 5,57 | 2,78 | 2,78 | 27,54 | 13,77 | 13,77 |

Tabla A3-4. Características de las secciones elegidas

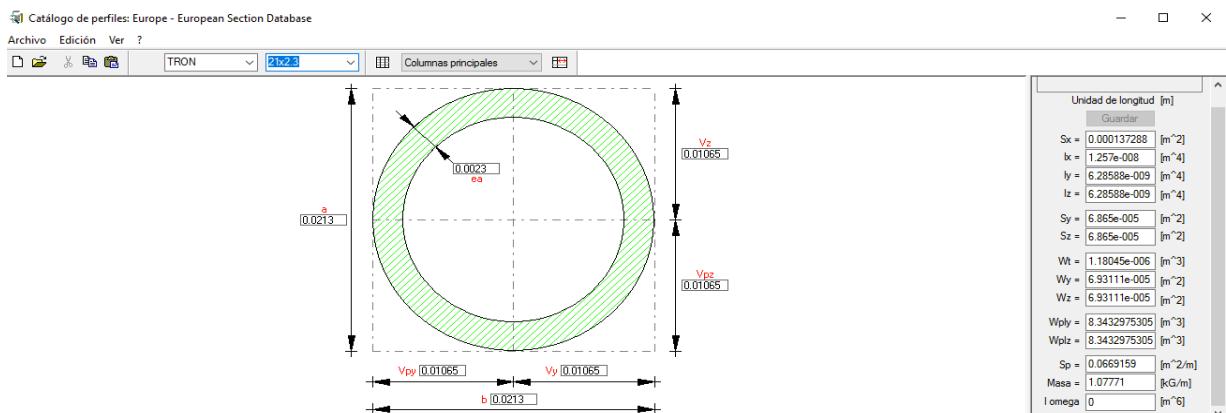


Figura A3-1. Perfil 21x2.3 [European Section Database Robot Structural Analysis]

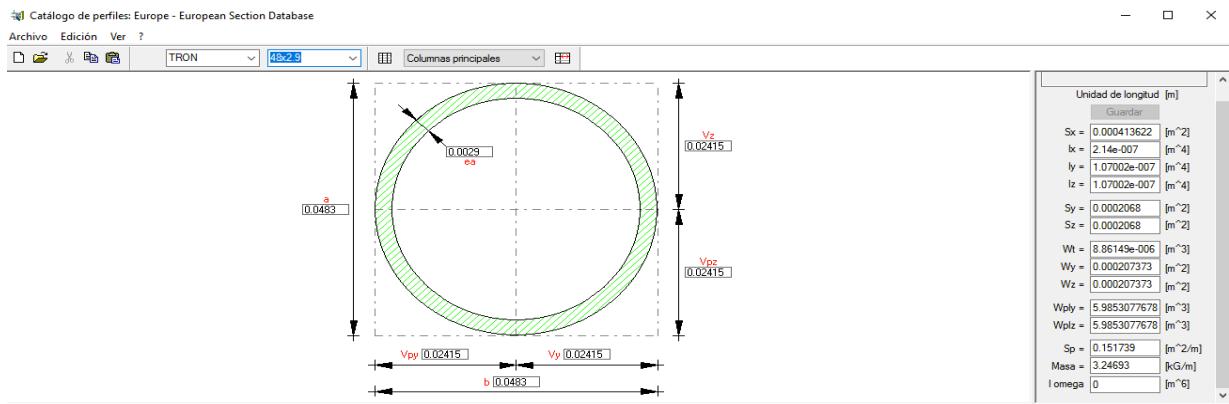


Figura A3-2. Perfil 48x2.9 [European Section Database Robot Structural Analysis]

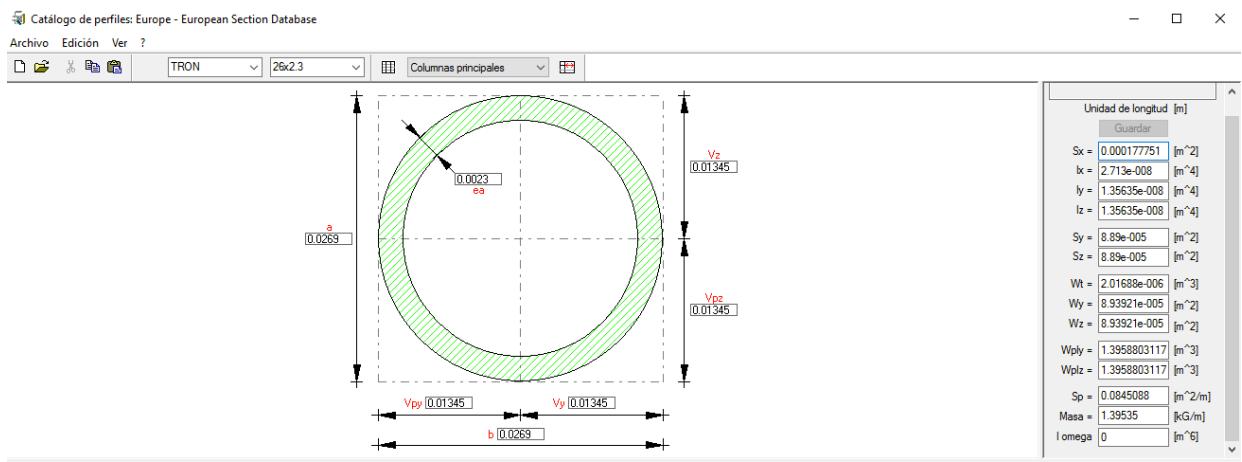


Figura A3-3. Perfil 26x2.3 [European Section Database Robot Structural Analysis]

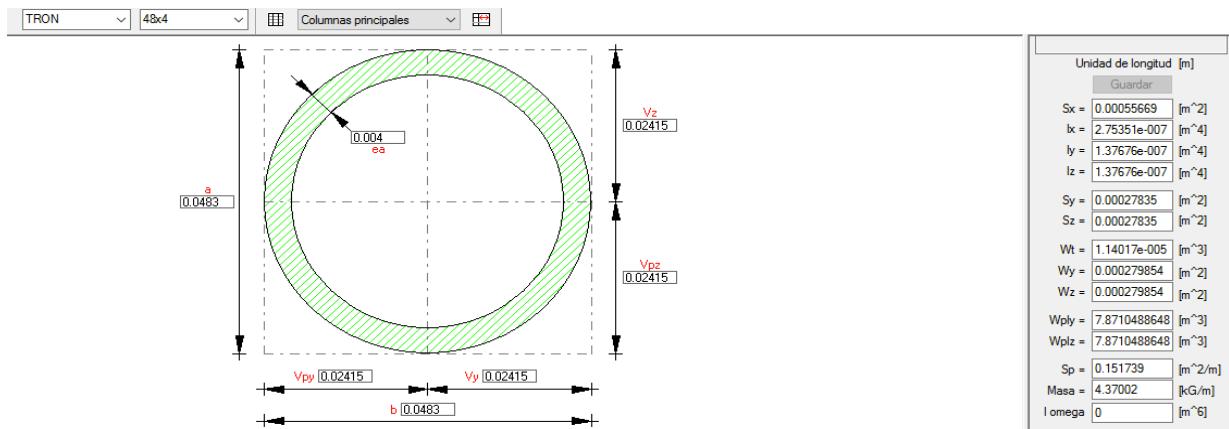


Figura A3-4. Perfil 48x4 [European Section Database Robot Structural Analysis]

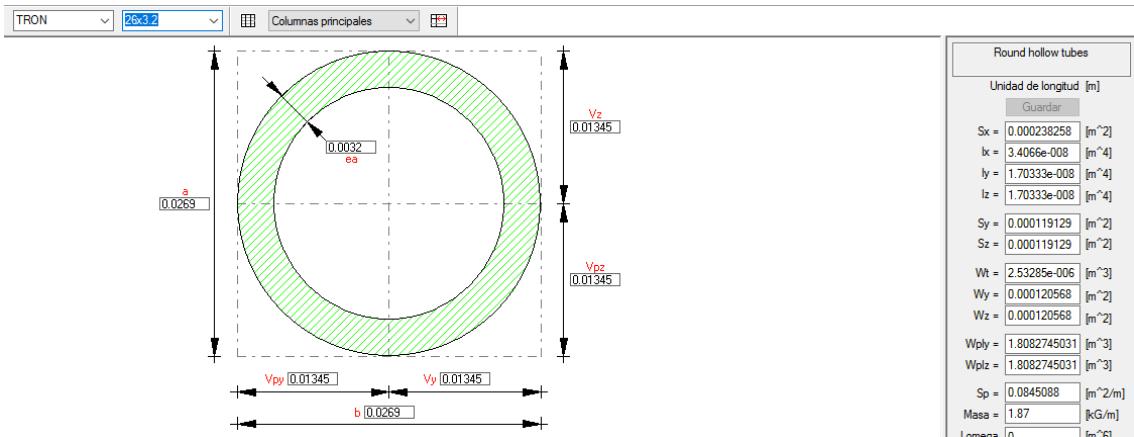


Figura A3-5. Perfil 26x3.2 [European Section Database Robot Structural Analysis]

Son perfiles huecos conformados en frío, de sección cerrada, de espesor pequeño con relación a las dimensiones características de la sección, destinados a servir de elementos resistentes. Suelen emplearse como correas de cubierta, como vigas de atado y como perfiles de cerchas. El material de las barras es acero S355 cuyas propiedades son las recogidas en la siguiente tabla:

| ACERO | f_y (N/mm ²) | | | f_u (N/mm ²) |
|-------|----------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| | $t \leq 16$ | $16 < t \leq 40$ | $40 < t \leq 63$ | $3 < t \leq 100$ |
| S235 | 235 | 225 | 215 | 360 |
| S275 | 275 | 265 | 255 | 410 |
| S355 | 355 | 345 | 355 | 470 |
| S450 | 450 | 430 | 410 | 550 |

Tabla A3-5. Características del acero elegido [32]

ANEXO 4: Análisis de cargas en la estructura

Clasificación de acciones

Como acción podemos definir a todo aquello que provoca una respuesta resistente en una estructura. La clasificación empleada por el CTE es:

– **Acciones permanentes:** Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones reológicas o el pretensado), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite.

- **Peso Propio (PP):** Para consultar el peso de cada barra de las y el peso total de cada una de las pilonas ver (anexo 3: Lista de barras)
- **Peso del motor:** Solamente se aplicará a la pilona motora. El peso del motor es de aproximadamente 300 kg.
- **Peso de la polea y el portapoleas:** El valor es el mismo para todas las pilonas típicas (49,6 kg la polea y 20 kg el portapoleas que suman un total de 682N) mientras que para la pilona motora el peso de la polea es de 30 kg y no hay portapoleas por lo tanto la carga será de 294N).
- **Peso del contrapeso y carga del cable tirante:** Solamente se aplicará a la pilona del contrapeso. Para obtener información más detallada acerca de esta carga consultar el apartado 6.2: Cálculo del contrapeso
- **Fuerzas producidas por los cables:** Son las tensiones producidas por los cables portantes y transportadores en la estructura. La información detallada sobre el valor de estas fuerzas puede encontrarse en los apartados 7.3.1 y 7.3.2 de la memoria de este proyecto.

– **Acciones variables:** Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.

- **Sobrecarga de Uso (SU) (Esquiadores)**
- **Viento**
- Acciones térmicas
- Nieve

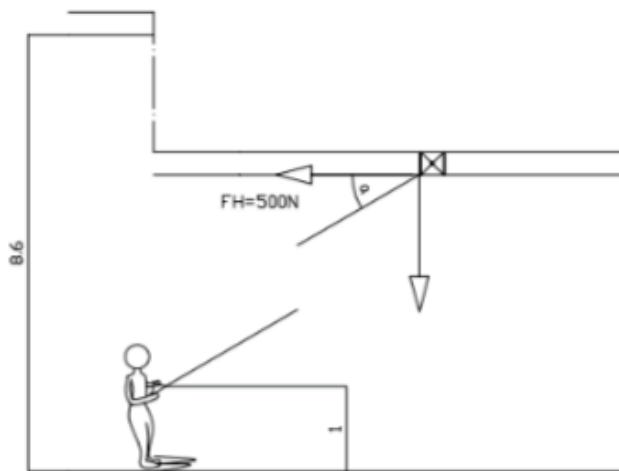
– **Acciones accidentales:** no se tendrá en cuenta ninguna en este proyecto.

- Impacto
- Sismo
- Otras

La determinación de las acciones a realizar en este proyecto será exclusivamente para las indicadas en negrita.

Sobrecarga de uso: Carga provocada por los esquiadores

De acuerdo con la información proporcionada por la empresa RIXEN CABLEWAYS, para un cable de unos 310m de largo la fuerza horizontal de los esquiadores será de 500 N, por lo tanto, usaremos este valor como carga producida por los esquiadores. En cuanto a la fuerza vertical, hay una variación a lo largo del recorrido, depende en gran medida de la distancia a la pilona, el valor máximo es de 388,5 N mientras que el valor mínimo es de 351,1 N. Para tomar el peor de los casos se supondrá una fuerza de 388,5 N.



Peso específico del cable= 3.8 N/m

Siendo Q1 Q2 y Q3 las cargas verticales, f1 f2 y f3 las flechas que producen los esquiadores en los 3 puntos determinados.

| | Esquiador 1 | Esquiador 2 | Esquiador 3 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Flecha (m) | 3,01 | 4,72 | 3,34 |
| Fuerza vertical (N) | 351.1 | 388.5 | 365.9 |
| Angulo que forma el cable con la horizontal | 11,54 | 9,31 | 12,38 |

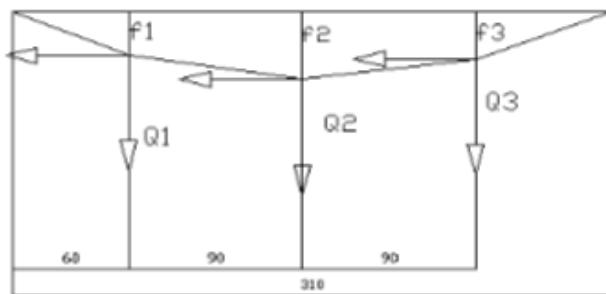


Figura A4-1. Información proporcionada por Rixen sobre fuerzas de esquiadores

Para aplicar esta carga a cada una de las pilonas, se ha supuesto que solo actúan los esquiadores sobre uno de los cables adyacentes a cada pilona, esto creará una fuerza más alejada de la línea de acción sobre la cual está orientada la pilona por lo que el efecto será mayor. Para esto, se ha dividido el recorrido en 5 tramos. La longitud total del recorrido es de 1000 metros, por normativa la separación mínima entre esquiadores será de 80 metros. A continuación, se muestran los cálculos para cada una de las pilonas:

Tramo 1: (3 esquiadores)

$$Fx = 3 \times 500N = 1500 N$$

$$Fz = 3 \times -388,5N = -1165,5 N$$

Tramo 2: (2 esquiadores)

$$Fx = -2 \times 500 \times \cos(72) = -309 N$$

$$Fy = -2 \times 500 \times \sin(72) = -951 N$$

$$Fz = 2 \times -388,5N = -777 N$$

Tramo 3: (2 esquiadores)

$$Fx = 2 \times 500 \times \cos(36) = 809 N$$

$$Fy = -2 \times 500 \times \sin(36) = -587,8 N$$

$$Fz = 2 \times -388,5N = -777 N$$

Tramo 4: (3 esquiadores)

$$Fx = 3 \times 500 \times \cos(36) = 1213,5 N$$

$$Fy = 3 \times 1500 \times \sin(36) = 881,7 N$$

$$Fz = 3 \times -388,5N = -1165,5 N$$

Tramo 5: (2 esquiadores)

$$Fy = 2 \times 500 = 1000 N$$

$$Fz = 2 \times -388,5N = -777 N$$

Cada tramo corresponde a la pilona que lleva su número. En la siguiente imagen se muestra la distribución de esquiadores por tramo:

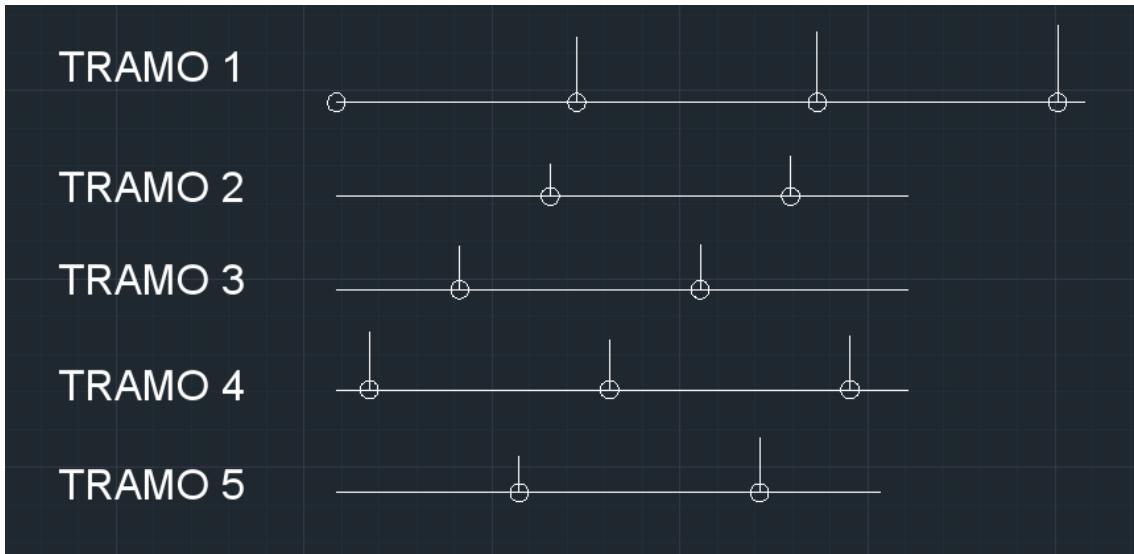


Figura A4-2. Distribución esquiadores por tramos

Cargas climáticas: Viento

Si se eligiera la comunidad de Zaragoza para la instalación del Cablesqui, según el mapa habría que situarlo en la zona B.

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Figura A4-3. Mapa con zonas para calcular velocidad de viento [Eurocódigo 1. Acción del viento]

Por lo tanto, según el mapa, a la zona B le corresponde una velocidad básica del viento de 27m/s. Además, a la zona B le corresponde una presión dinámica de $0,45 \text{ kN/m}^2$

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

q_b : presión dinámica del viento

c_e : coeficiente de exposición

c_p : coeficiente eólico o de presión

Para determinar el coeficiente de exposición usaremos la siguiente tabla,

| Grado de aspereza del entorno | Altura del punto considerado (m) | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 24 | 30 | |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,7 | |
| II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia | 2,1 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | |
| V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | |

Tabla A4-1. Tabla para la determinación del coeficiente de exposición [Eurocódigo 1. Acción del viento]

Consideraremos una altura de unos 12m con un grado de aspereza de tipo 3. Por lo tanto, el coeficiente de exposición será de 2,5.

Para obtener el coeficiente de presión exterior, consultando el EUROCODIGO 1 ACCIONES EN ESTRUCTURAS. ACCIONES DEL VIENTO encontramos los siguientes diagramas, que nos permitirán obtener un coeficiente de presión externa para una celosía, que es nuestro caso.

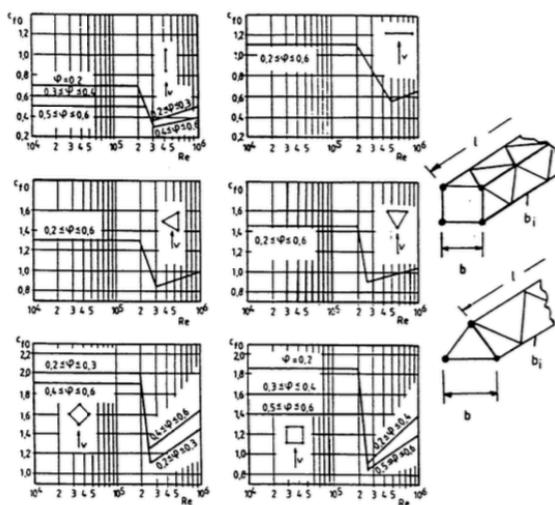


Fig. 10.10.4 – Coeficiente de fuerza $c_{t,0}$ para celosías planas o espaciales con barras de sección circular

Figura A4-4. Coeficiente de fuerza para celosías con barras circulares [Eurocódigo 1. Acción del viento]

Supondremos que la solidez de nuestra estructura se halla entre 0,3 y 0,6 para poder usar estos diagramas. Nuestra celosía posee una anchura de 0,6m y una longitud en altura de unos 12m aproximadamente.

En cuanto al número de Reynolds, $Re = d * \frac{Vm}{v}$ obtenemos un resultado de $5,4 \times 10^4$. El coeficiente de presión externa es de 1,3.

Con estos datos, y mediante la siguiente fórmula, obtendremos la carga de viento a aplicar en cada cara.

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$
$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,5 \cdot 1,3 = 1,46 \text{ kN/m}^2$$

ANEXO 5: Atirantado y comportamiento de pilonas frente a cargas

En este anexo, se va a analizar el atirantado y el comportamiento de las pilonas frente a las combinaciones ELU de cargas. Primero se mostrarán los resultados de las pilonas típicas (pilona 2, pilona 3 y pilona 5) y seguidamente los de las pilonas del contrapeso y motora. Por último, se comentará el efecto que ha creado el cambio de sección y la selección de un correcto material para las barras.

PILONA 2

Una vez aplicadas las cargas en la pilona y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables y peso de polea y portapolea) se situarán los tirantes. En el estado límite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

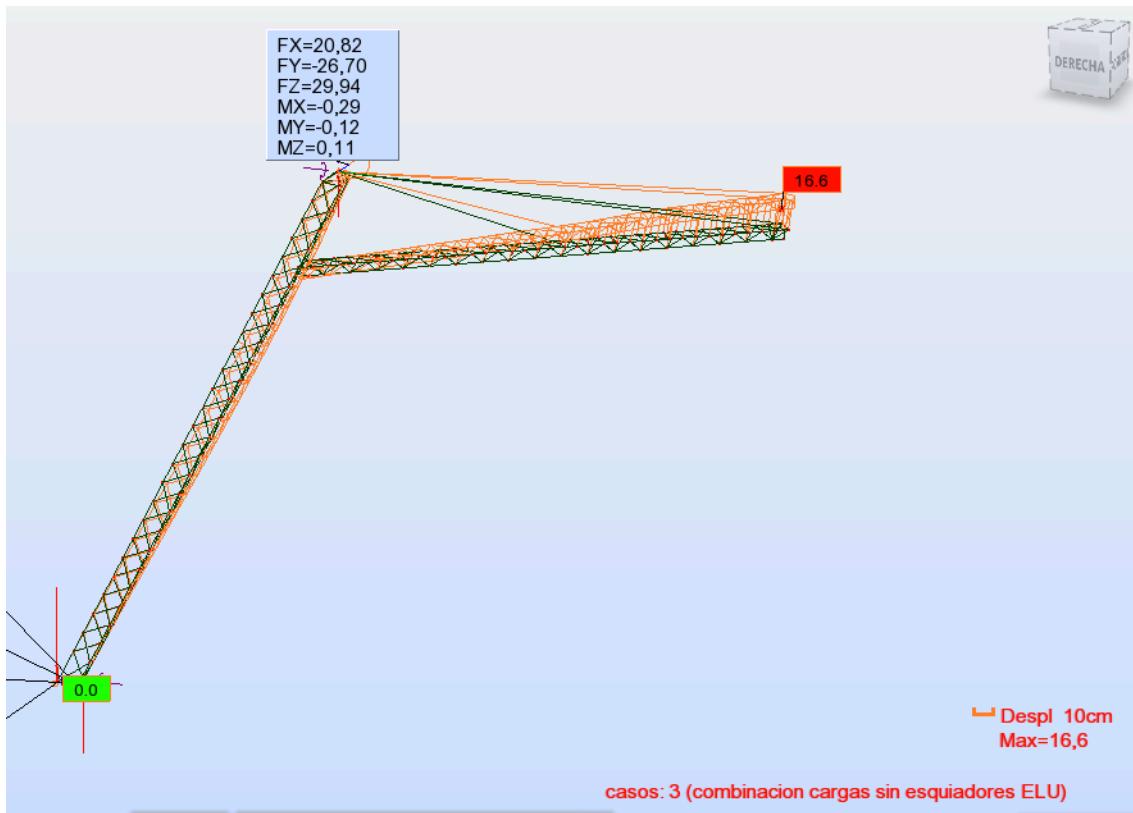


Figura A5-1. Reacciones superiores pilona 2 para calcular tirantes

En este caso $F_x=20,82$, $F_y=-26,70$, las coordenadas del nudo superior son:

$$x=1,54; y=7,63; z=11,93$$

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes.

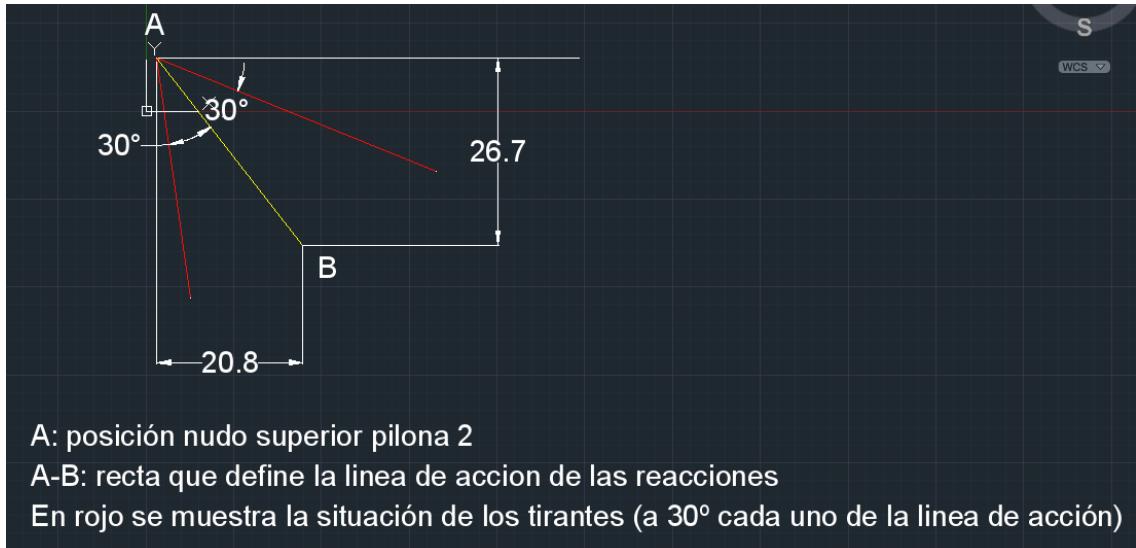


Figura A5-2. Vista superior del atirantado de la pilona 2. Método

Una vez obtenida la vista en z de los tirantes, se debe definir la longitud que deseamos que tengan estos tirantes. Se elige una longitud de entre 30 y 40m.

Ya que la base de la pilona se halla sumergida en agua, la altura de los anclajes de los tirantes respecto al nudo superior de la pilona al cual se unen es menor a los 11,93 metros señalados antes. Para los cálculos se decide una altura que nos permita un ángulo de inclinación del tirante de unos 15° aproximadamente respecto a la horizontal.

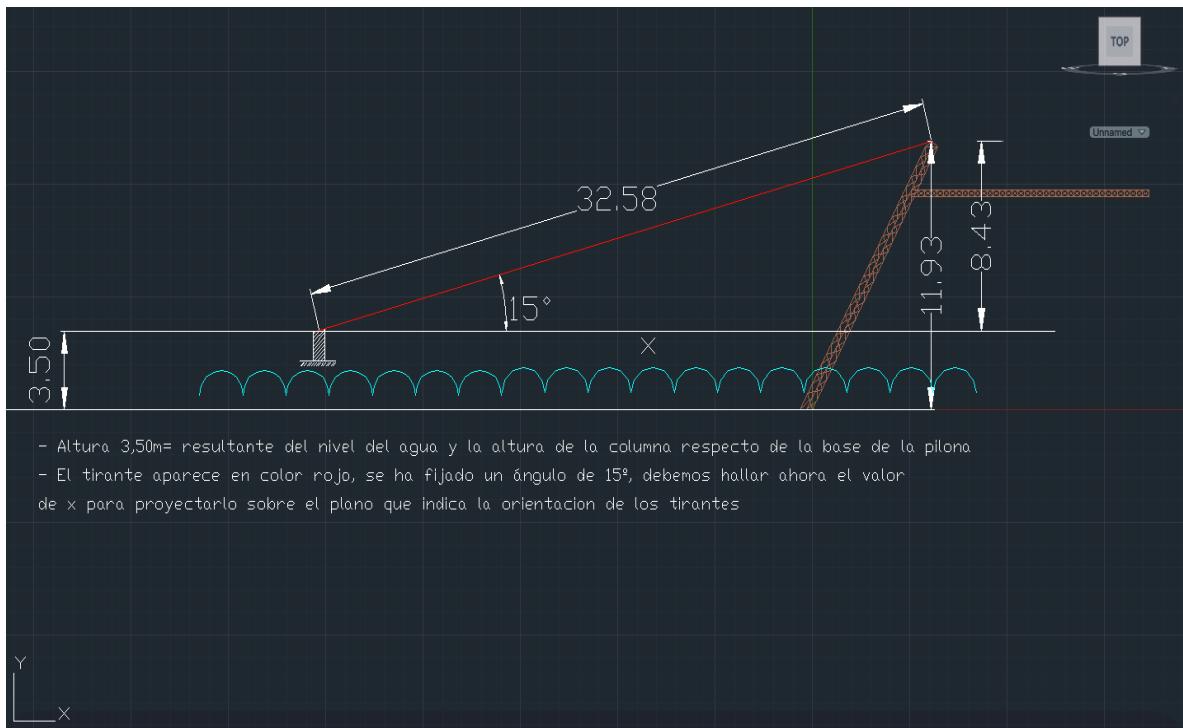


Figura A5-3. Explicación sobre el ángulo vertical de los tirantes

Mediante Autocad, fijando previamente un ángulo de tirante sobre la horizontal de 15° y una altura entre el anclaje y la base de la pilona de 3,5m y aplicando la siguiente fórmula trigonométrica

$$\tan 15 = \frac{8,43}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 31,46m. La longitud del cable será de 32,58 metros.

El siguiente paso es aplicar esta longitud de la proyección horizontal sobre la figura 5234. Realizando esto, se podrán obtener las coordenadas en x e y de los nudos de los tirantes. La coordenada z será la ya mencionada (3,5m).

COORDENADAS C: 5,92; -23,52;3,50

COORDENADAS D: 30,69; -4,21;3,50

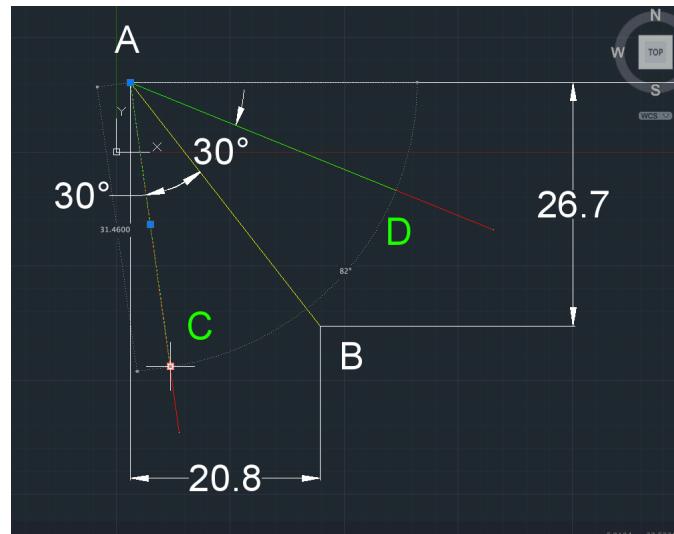


Figura A5-4. Coordenadas punto C

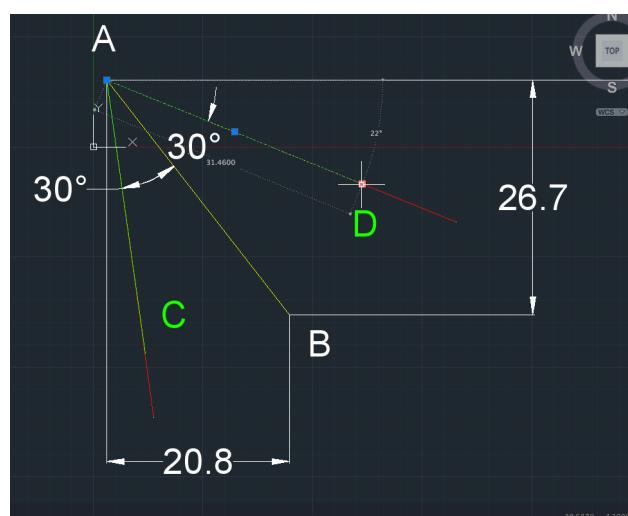


Figura A5-5. Coordenadas punto D

El siguiente paso es situar los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS.

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pilona para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

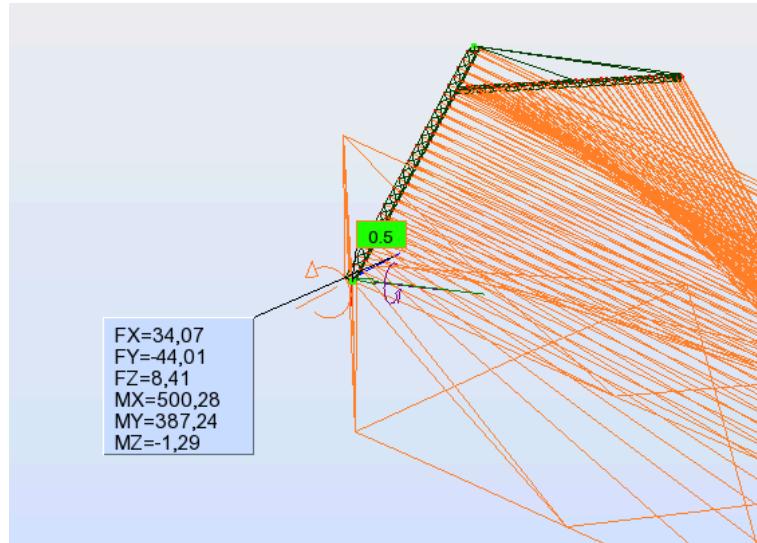


Figura A5-6. Pilona 2 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

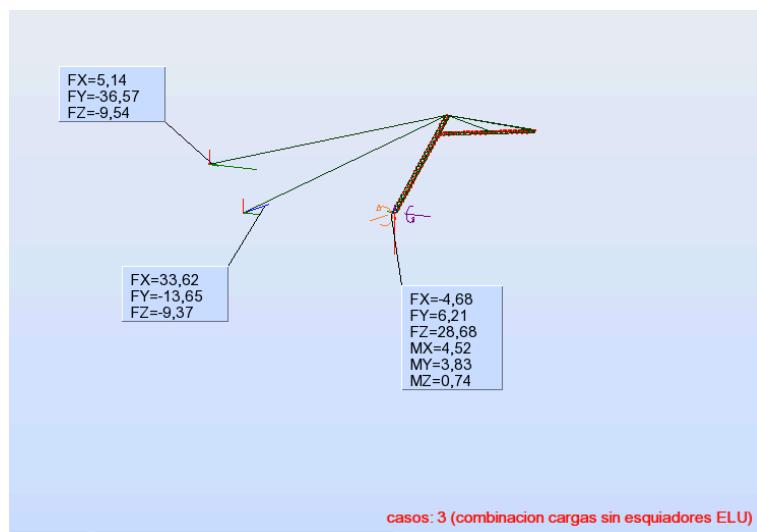


Figura A5-7. Reacciones de la pilona 2 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

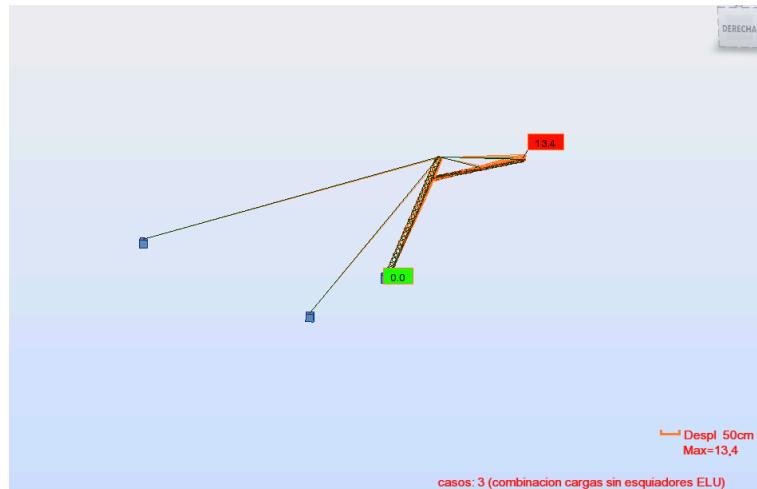


Figura A5-8. Deformación de la pilona 2 con tirantes

El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener el mástil horizontal de la pila en el plano xy.

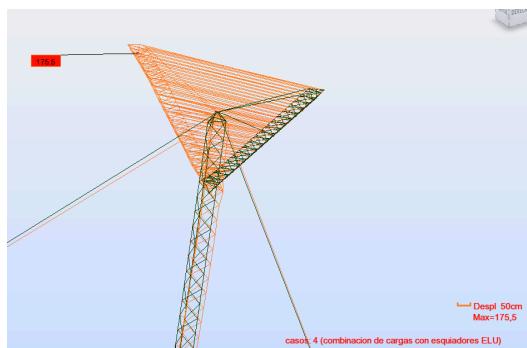


Figura A5-9. Juego de la pilona 2 tras implementar esquiadores

Como vemos, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar un dispositivo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en z, y que impida el desplazamiento de los nudos de unión.

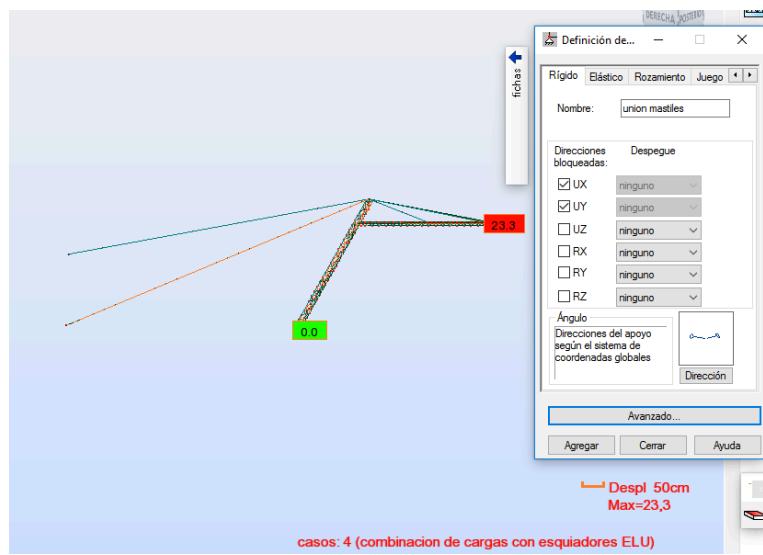


Figura A5-10. Apoyo elegido para permitir el juego del mástil horizontal

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.

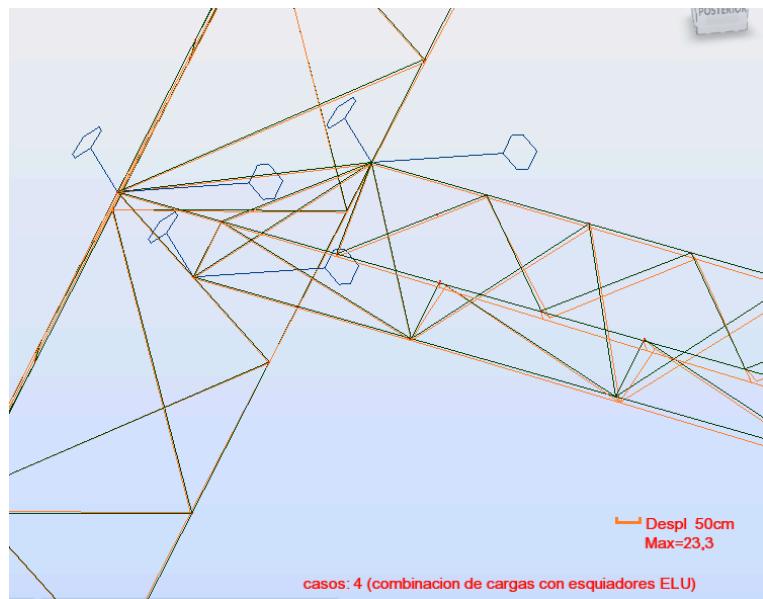


Figura A5-11. Representación gráfica del apoyo

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LÍMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

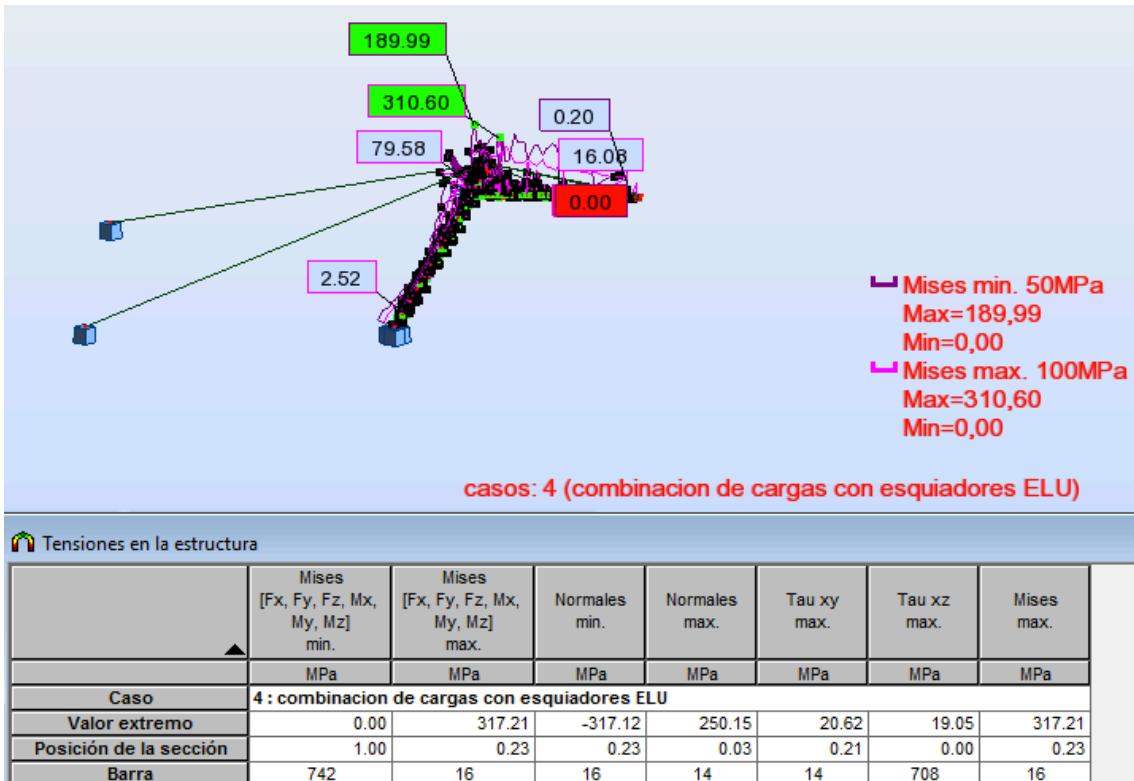


Figura A5-12. Tensiones máximas de las barras de la pilona 2

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 317,21 MPa, este valor es menor al límite elástico, por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pilona.

El material de las barras de todas las pilonas es acero S355 cuyas propiedades son las recogidas en la siguiente tabla:

| ACERO | f _y (N/mm ²) | | | f _u (N/mm ²) |
|-------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------|
| | t ≤ 16 | 16 < t ≤ 40 | 40 < t ≤ 63 | 3 < t ≤ 100 |
| S235 | 235 | 225 | 215 | 360 |
| S275 | 275 | 265 | 255 | 410 |
| S355 | 355 | 345 | 355 | 470 |
| S450 | 450 | 430 | 410 | 550 |

Tabla A5-1 Propiedades del acero utilizado. [32]

A este acero se le aplicara un tratamiento de galvanizado para protegerlo de la corrosión lo máximo posible. Al ser los espesores de los perfiles mayores de 16m, ya que el menor de todos es 23mm mientras que el mayor de todos es 29mm, usaremos la segunda columna de espesores para determinar el límite elástico. La última columna de la tabla refleja el límite de rotura, por lo tanto, según la tabla:

Límite elástico=345 MPa.

Carga de rotura=470 MPa.

PILONA 3

Para el resto de pilonas se seguirá el mismo procedimiento:

- 1º Aplicamos casos de carga.
- 2º Orientamos la pilona de acuerdo a los cálculos establecidos.
- 3º Obtener reacciones del nudo superior suponiéndolo empotrado antes de diseñar los tirantes para ELU sin esquiadores.

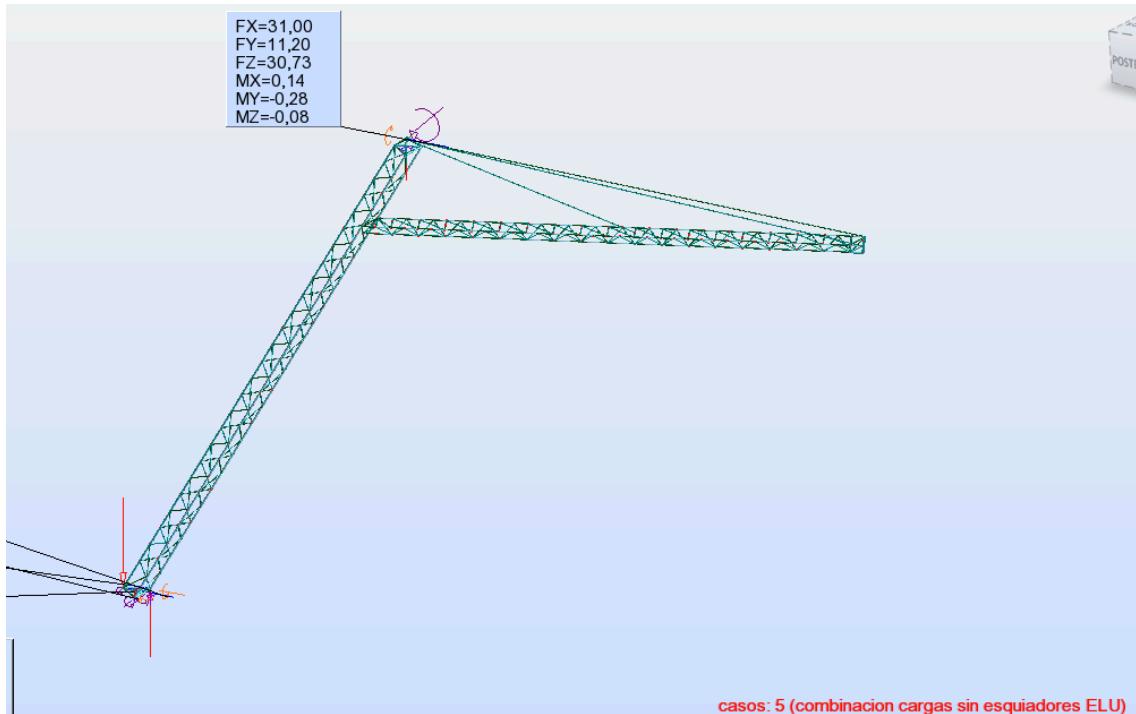


Figura A5-13. Reacciones superiores pilona 3 para calcular tirantes

En este caso $F_x=31,00$ y $F_y=11,20$, las coordenadas del nudo superior son:

$$x=-28,49; y=14,16; z=11,92$$

-4º En AutoCAD se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes.

-5º Como se hizo anteriormente para la pilona 2 y como se hará para el resto de pilonas típicas, mediante AutoCAD, fijando previamente un ángulo de tirante sobre la horizontal de 15° y una altura entre el anclaje y la base de la pilona de 3,5m y aplicando la siguiente fórmula trigonométrica

$$\tan 15 = \frac{8,43}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 31,46m. La longitud del cable será de 32,58 metros.

-6º El siguiente paso es aplicar esta longitud de la proyección horizontal sobre los dos tirantes. (líneas en verde del dibujo) Realizando esto, se podrán obtener las coordenadas en x e y de los nodos de los anclajes. La coordenada z será la ya mencionada (3,5m).

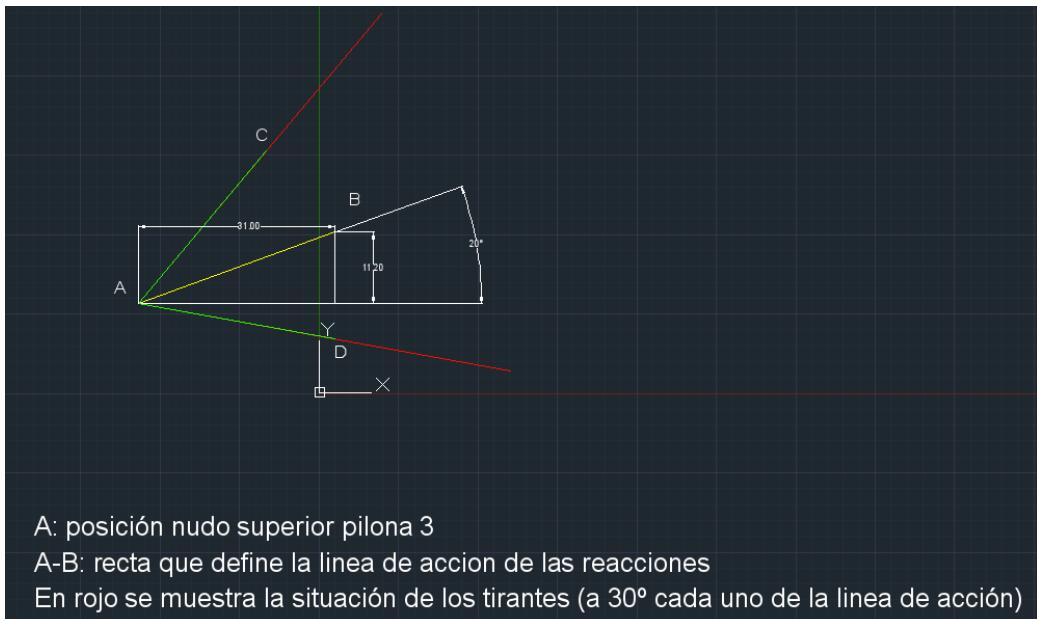


Figura A5-14. Vista superior del atirantado de la pilona 3. Método

COORDENADAS C: -8,27;38,26;3,50

COORDENADAS D: 2,47;8,55;3,50

A continuación, se sitúan los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

-7º Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pilona para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

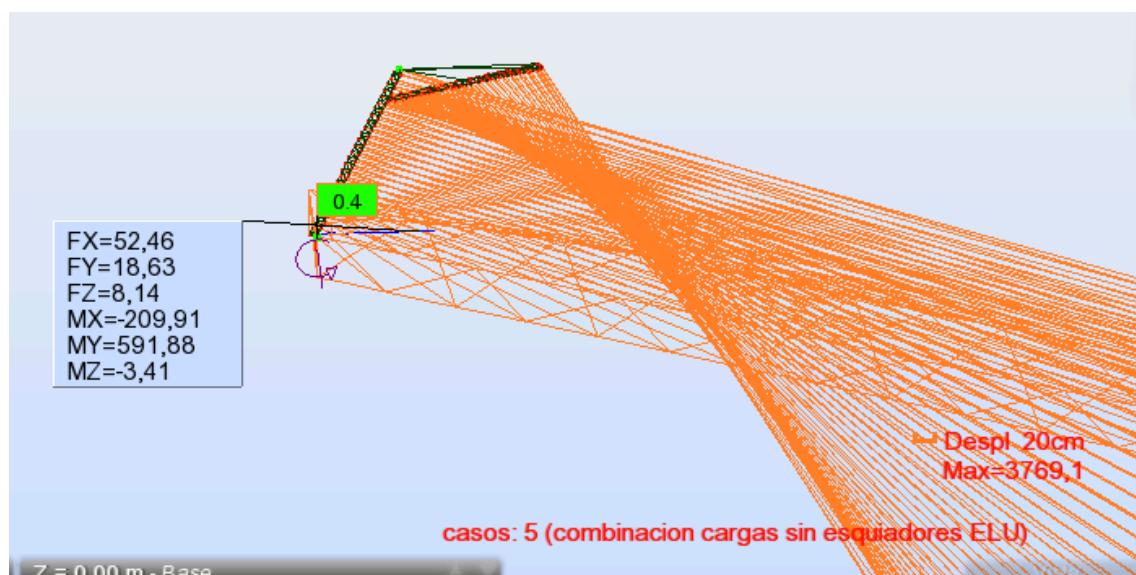


Figura A5-15. Pilona 3 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

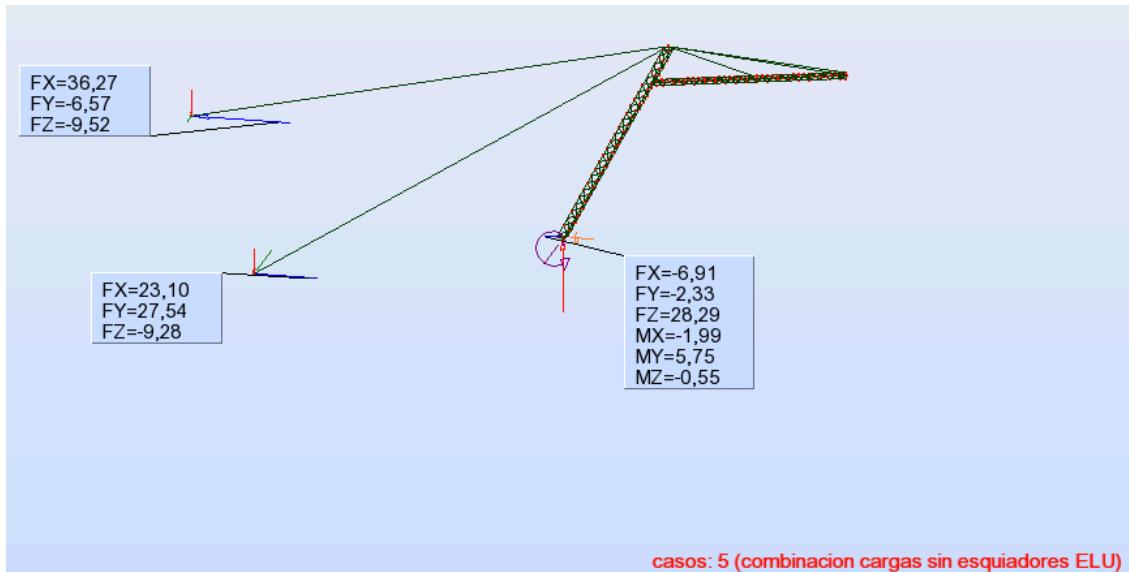


Figura A5-16. Reacciones de la pilona 3 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

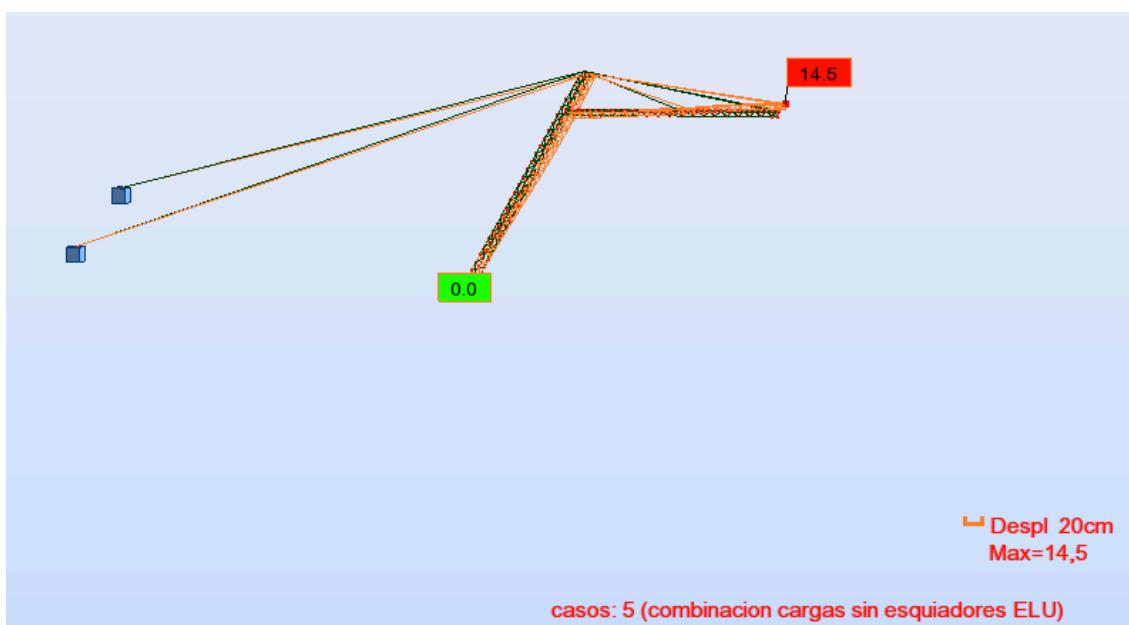


Figura A5-17. Deformación de la pilona 3 con tirantes

-8º El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener la pilona.

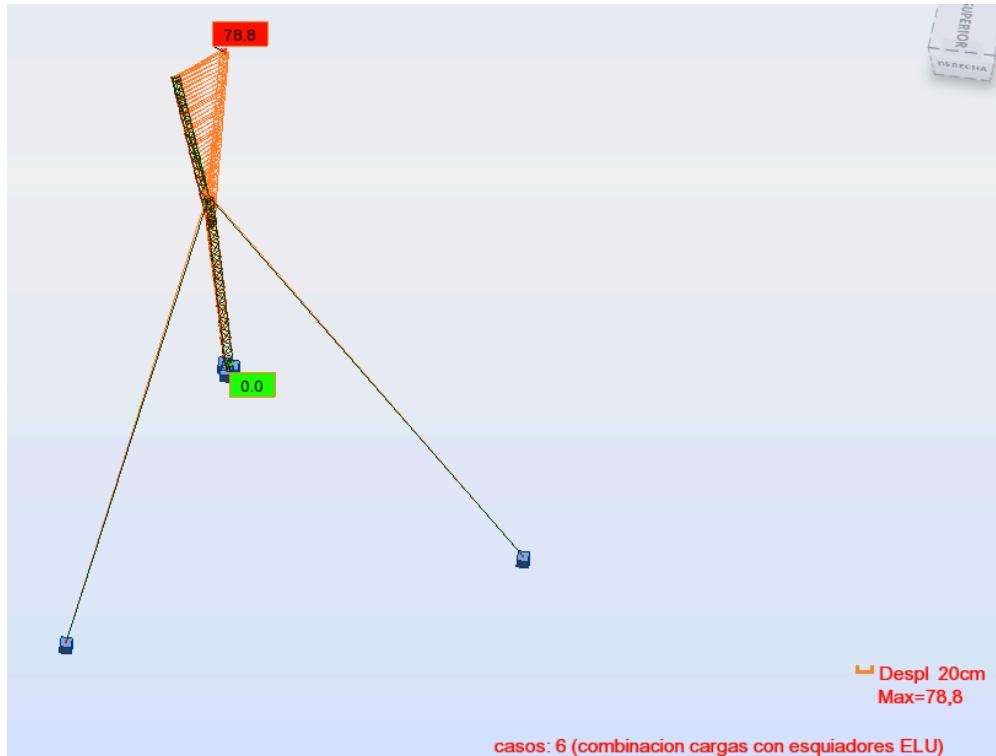


Figura A5-18. Juego de la pilona 3 tras implementar esquiadores

Como vemos, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar un mecanismo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

-9º Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en el eje z, y que simplemente impida el desplazamiento de los nudos de unión.

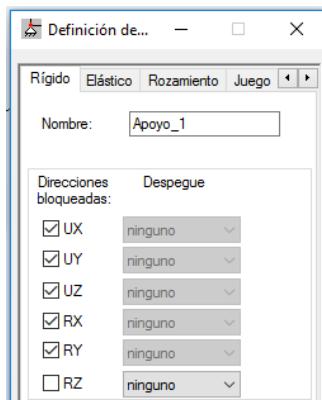


Figura A5-19. Definición de apoyo

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas

a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.



Figura A5-20. Representación gráfica del apoyo pilona 3

-10º Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura.

Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

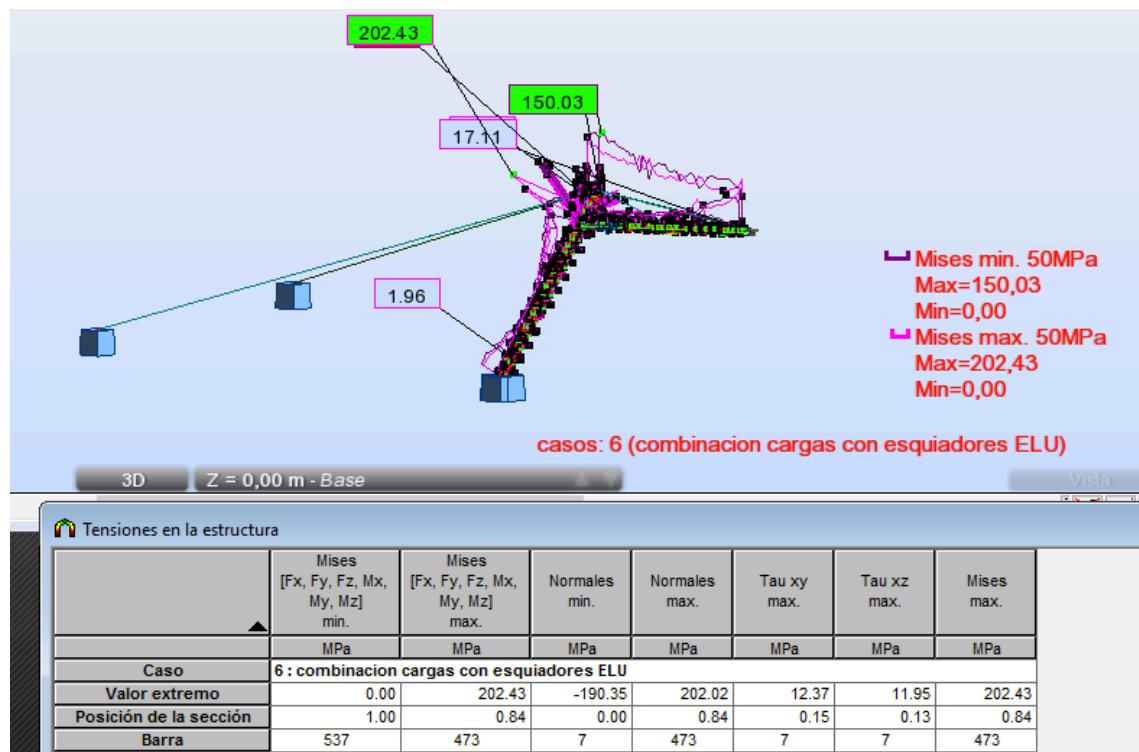


Figura A5-21. Tensiones máximas de las barras de la pilona 3. Extremos globales

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 202,43 MPa, este valor es menor al límite elástico, por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pilona.

PILONA 5

Una vez aplicadas las cargas en la pilona y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado límite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

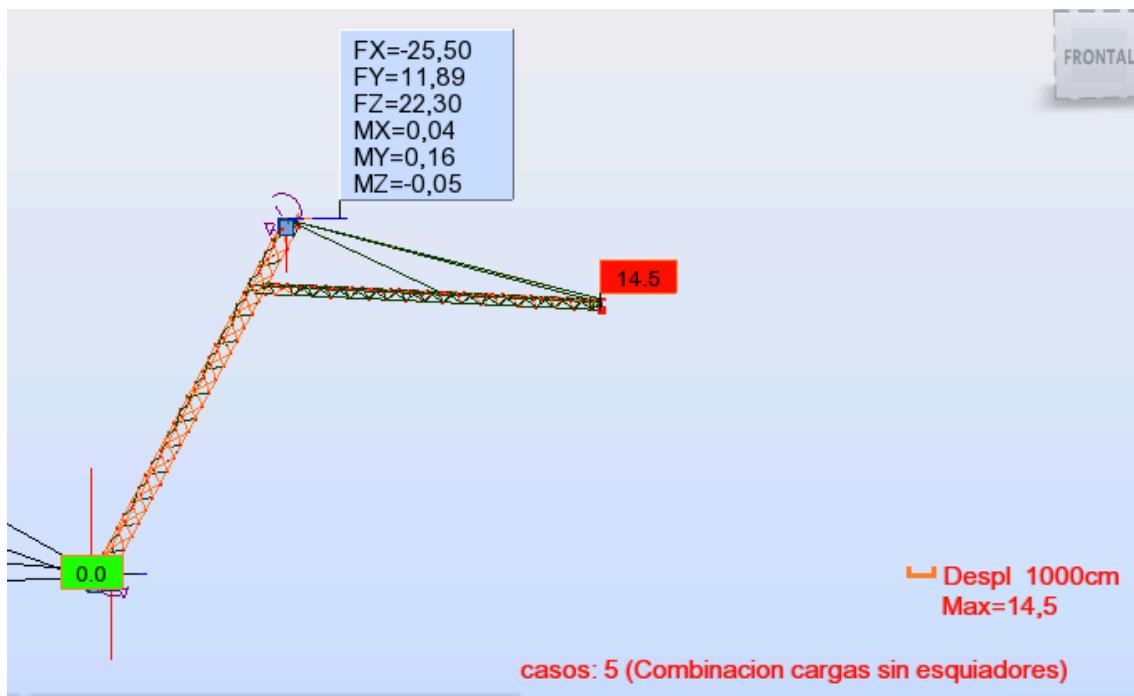


Figura A5-22. Reacciones superiores pilona 5 para calcular tirantes

En este caso $F_x=-25,5$, $F_y=11,89$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x=-16,62; y=13,47; z=11,92$$

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para las pilonas 2 y 3, se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -34,65;38,78;3,50

COORDENADAS D: -47,96;10,24;3,50

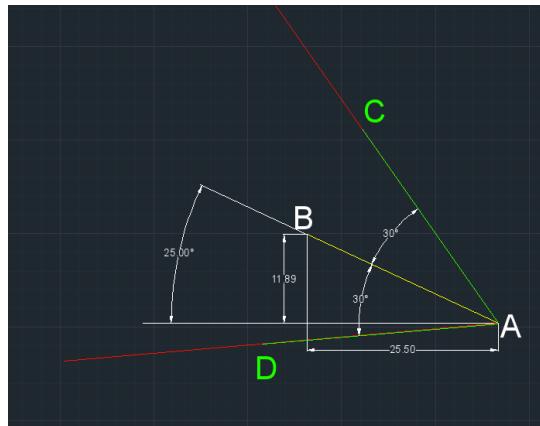


Figura A5-23. Coordenadas puntos C y D

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pilona para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

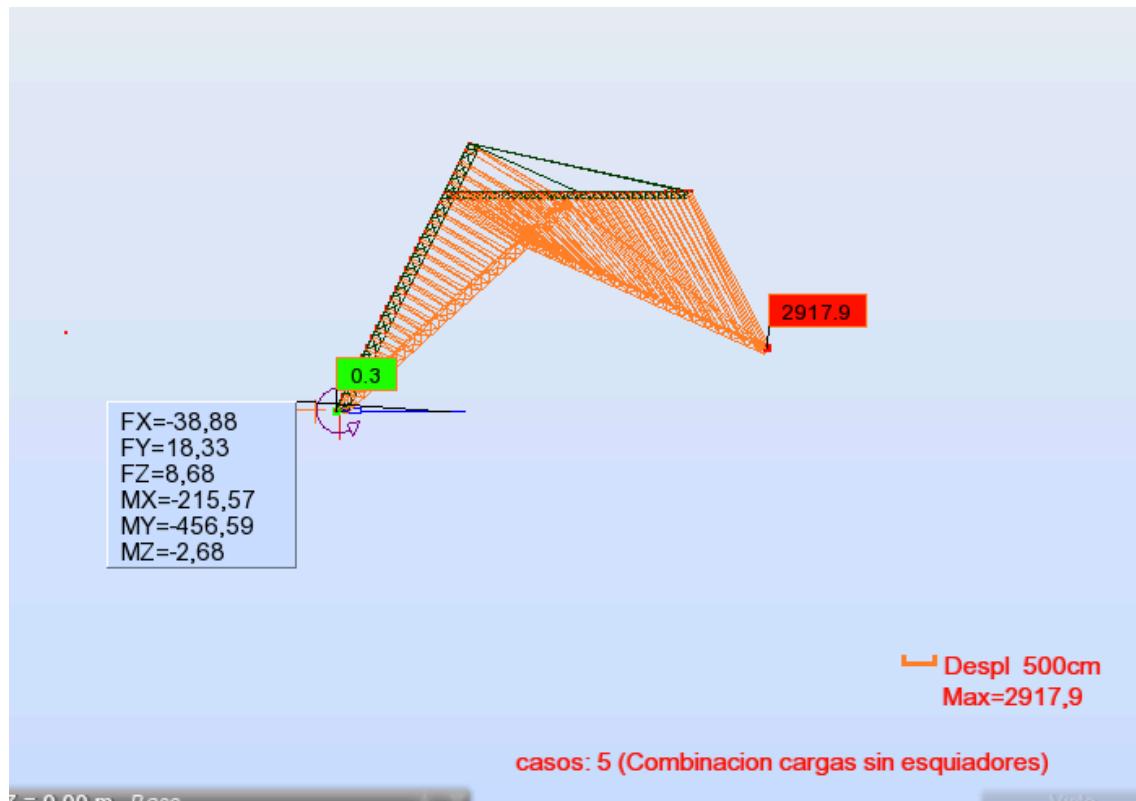


Figura A5-24. Pilona 5 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa.

En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

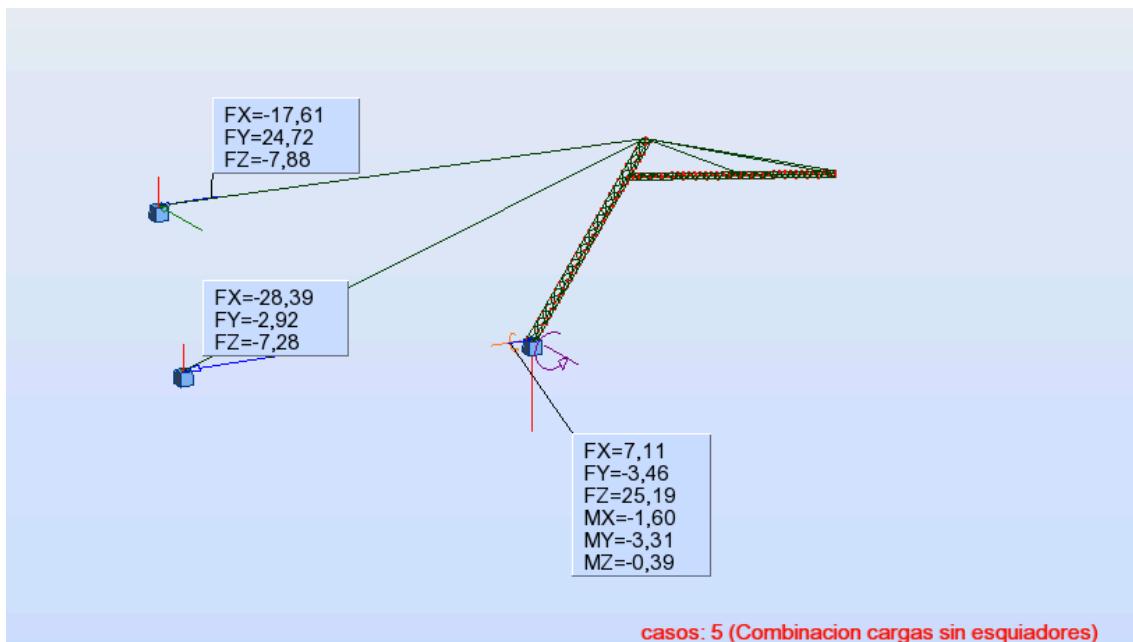


Figura A5-25. Reacciones de la pilona 5 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

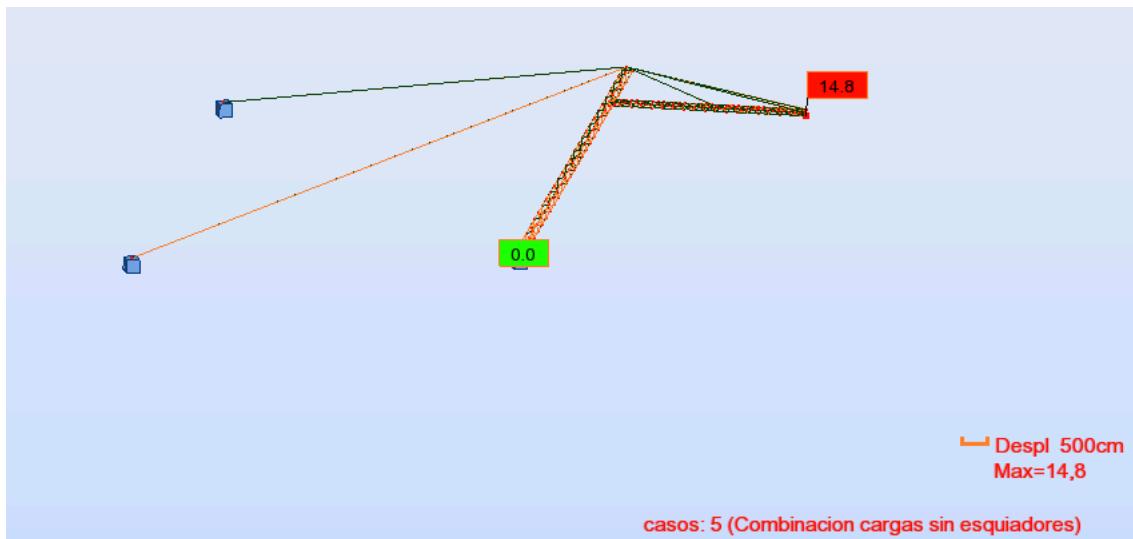


Figura A5-26. Deformación de la pilona 5 con tirantes

El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener la pilona.

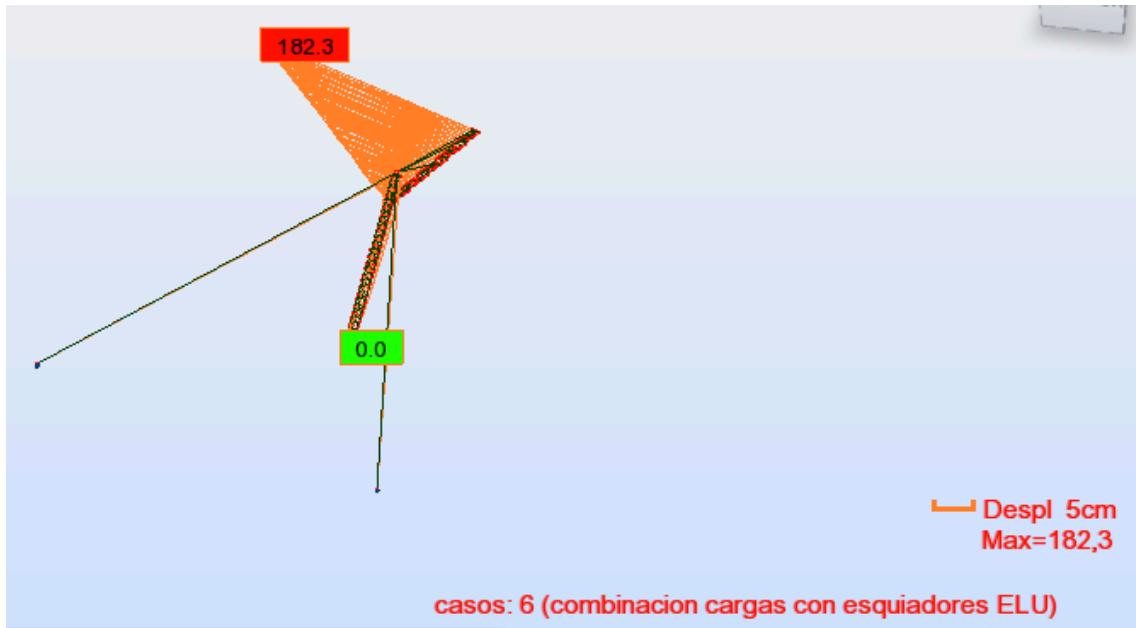


Figura A5-27. Juego de la pilona 5 tras implementar esquiadores

Como se mencionó en las anteriores pilonas, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar el mismo mecanismo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en z, y que impida el desplazamiento de los nudos de unión.

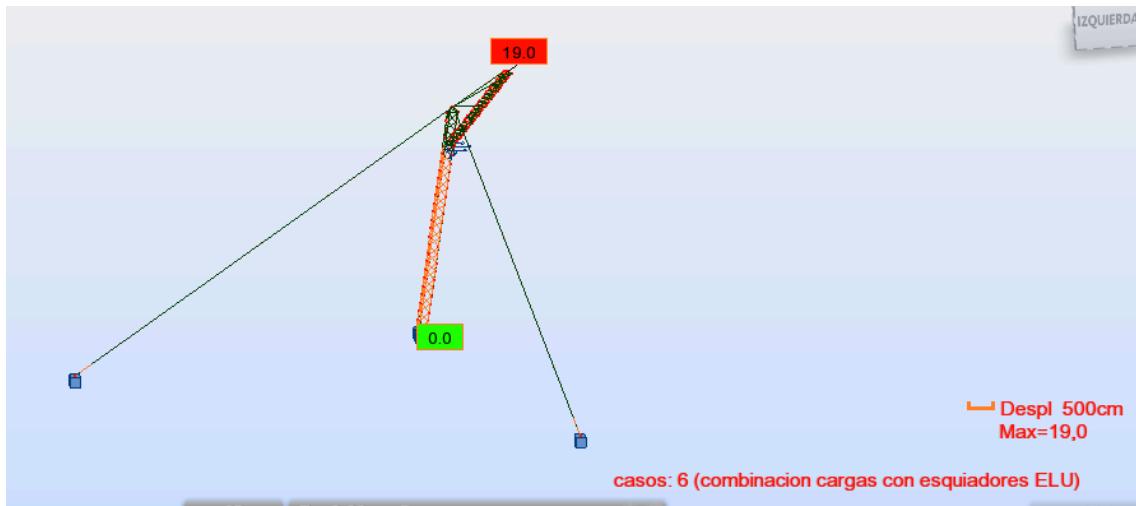


Figura A5-28. Apoyo elegido para permitir el juego del mástil horizontal

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.

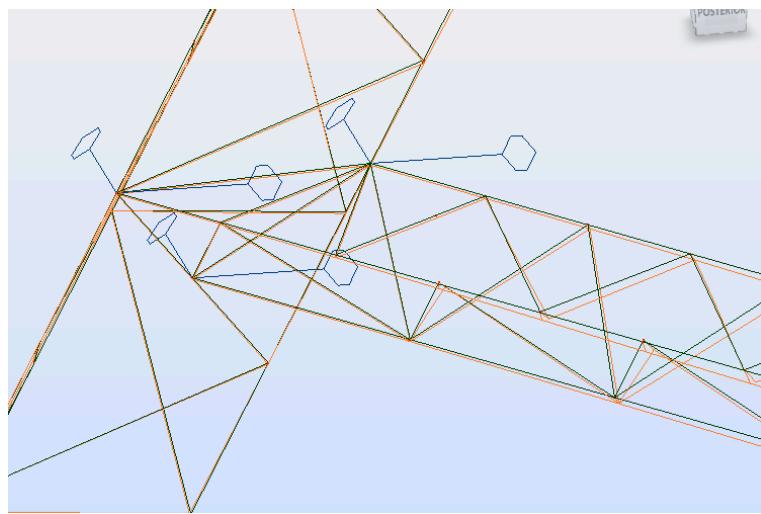


Figura A5-29. Representación gráfica del apoyo Pilona 5

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

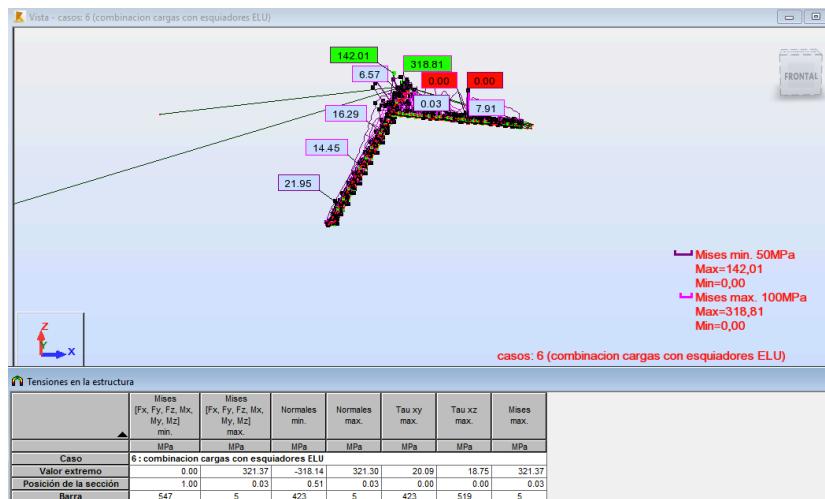


Figura A5-30. Tensiones máximas de las barras de la pilona 5. Extremos globales

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 321,37 MPa, este valor es menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pilona. Si se desease un mayor coeficiente de seguridad se habría de cambiar la sección de las barras con las que no se estuviese conforme.

PILONA 4

Una vez aplicadas las cargas en la pilona y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables, carga del contrapeso y carga del cable tirante y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado límite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.



Figura A5-31. Reacciones superiores pilona 4 para calcular tirantes

En este caso $F_x = -1,46$, $F_y = 31,3$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x = 6,71; y = -0,18; z = 12,97$$

En esta ocasión, la altura del nodo superior es de 12,97. Por lo tanto si mantenemos los 15° y los 3,5 metros de altura respecto a la base de la pilona de los anclajes de los tirantes, aplicando la siguiente fórmula:

$$\tan 15 = \frac{12,97 - 3,5}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 35,34m. La longitud del cable será de 36,59 metros.

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para las pilonas 2 y 3, se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -12,54;29,46;3,50

COORDENADAS D: 23,11;31,12;3,50

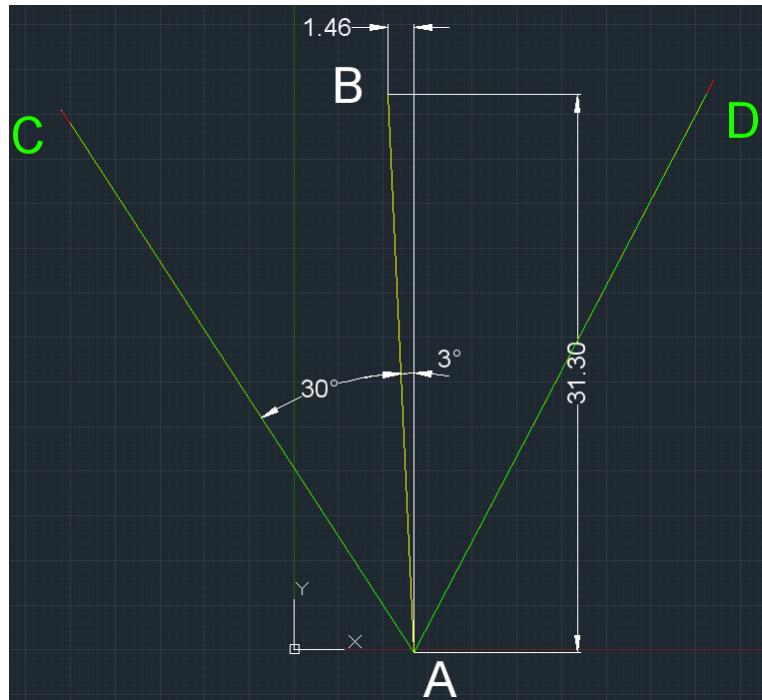


Figura A5-32. Vista superior del atirantado de la pilona 4.

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pilona para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

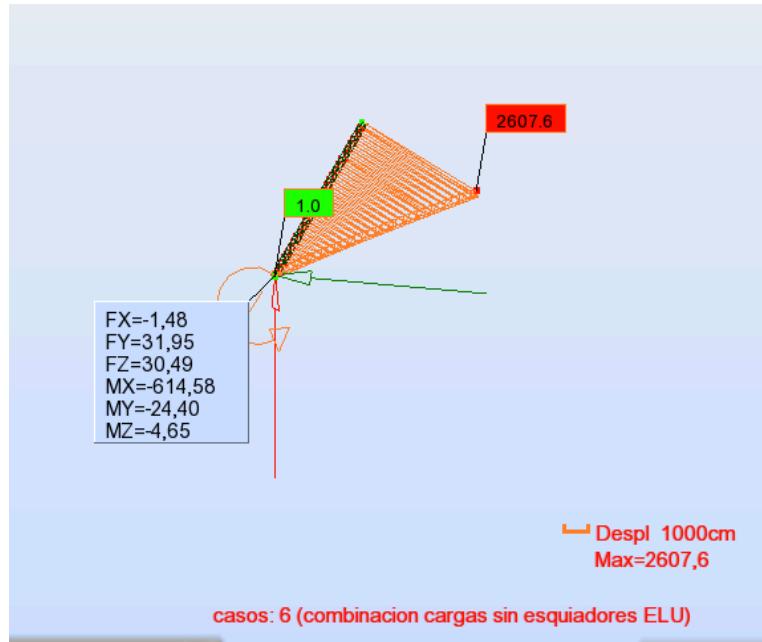
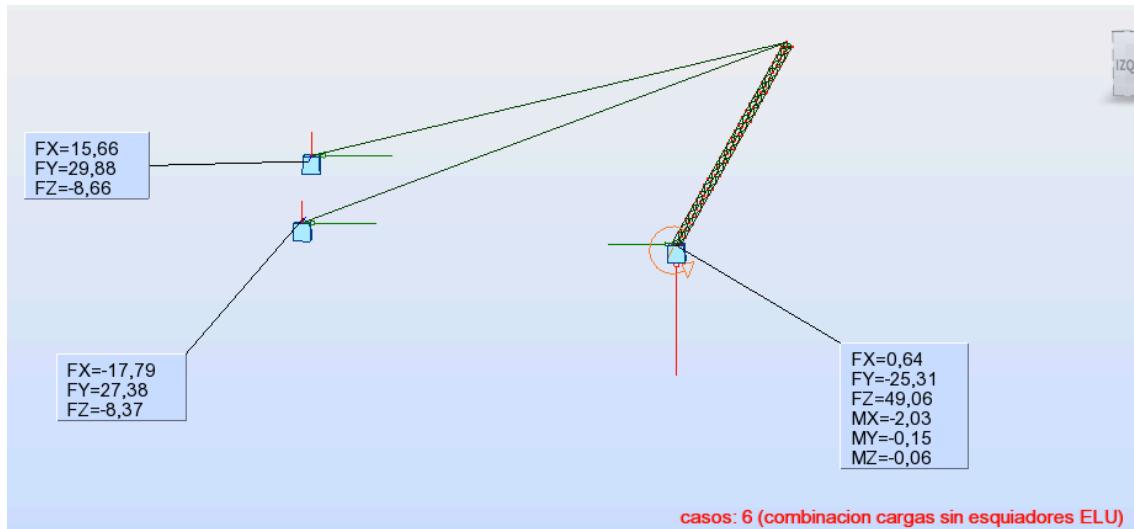


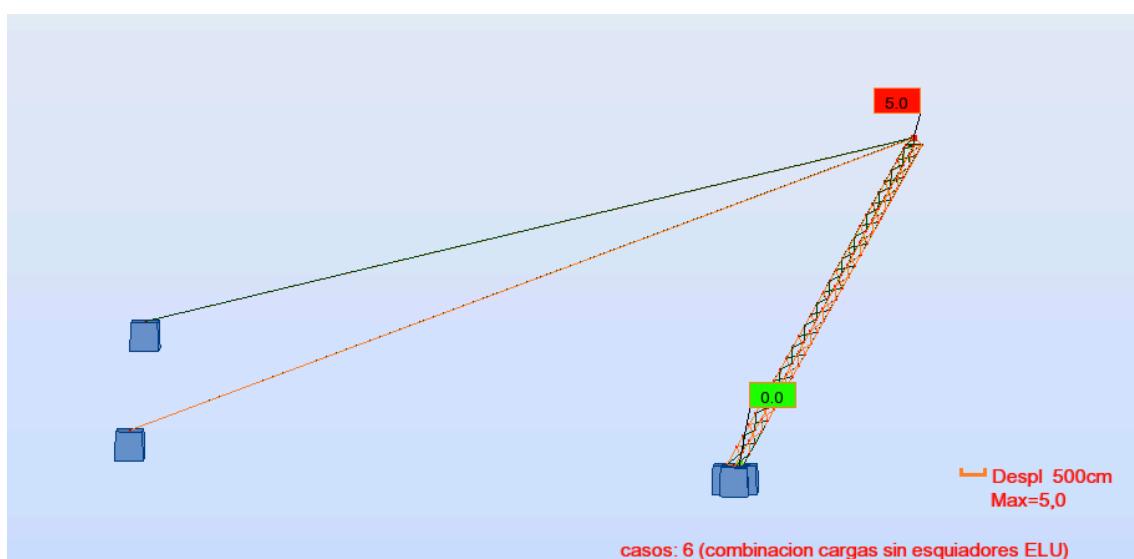
Figura A5-33. Pilona 4 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente

Imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.



Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.



En este caso, al incorporar la carga de los esquiadores, no obtendremos ningún juego ya que esta pilona no tiene ningún mástil horizontal, por lo tanto, no existe unión entre el mástil vertical y el horizontal, aun así, se simulará la carga para que quede demostrado que no causa ninguna deformación excesiva.

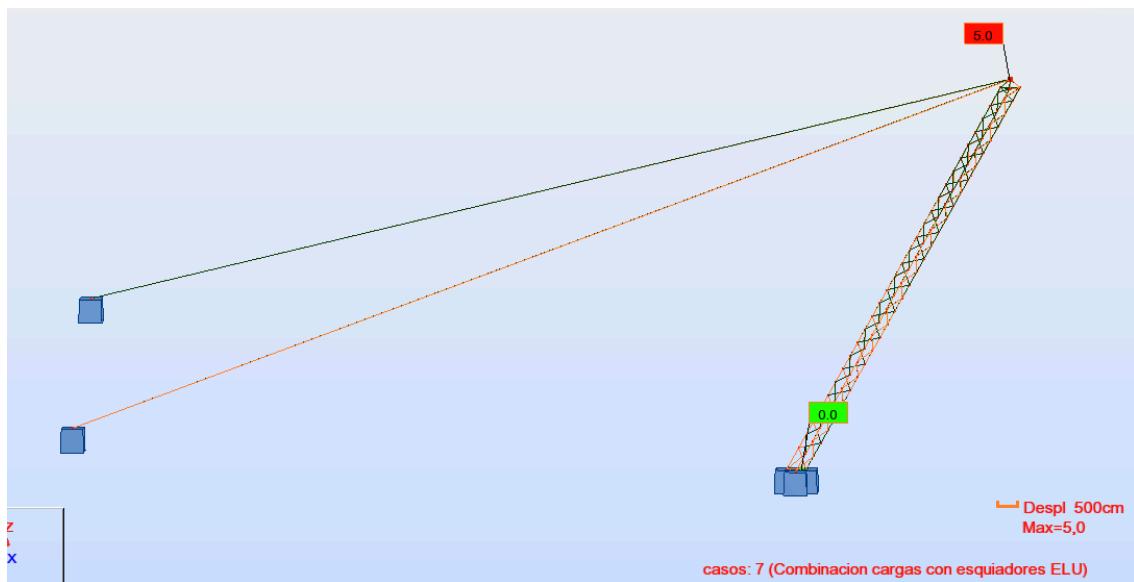


Figura A5-36. Juego de la pilona 4 tras implementar esquiadores

Por último, se realizará un análisis detallado de tensiones de todas las barras.

Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

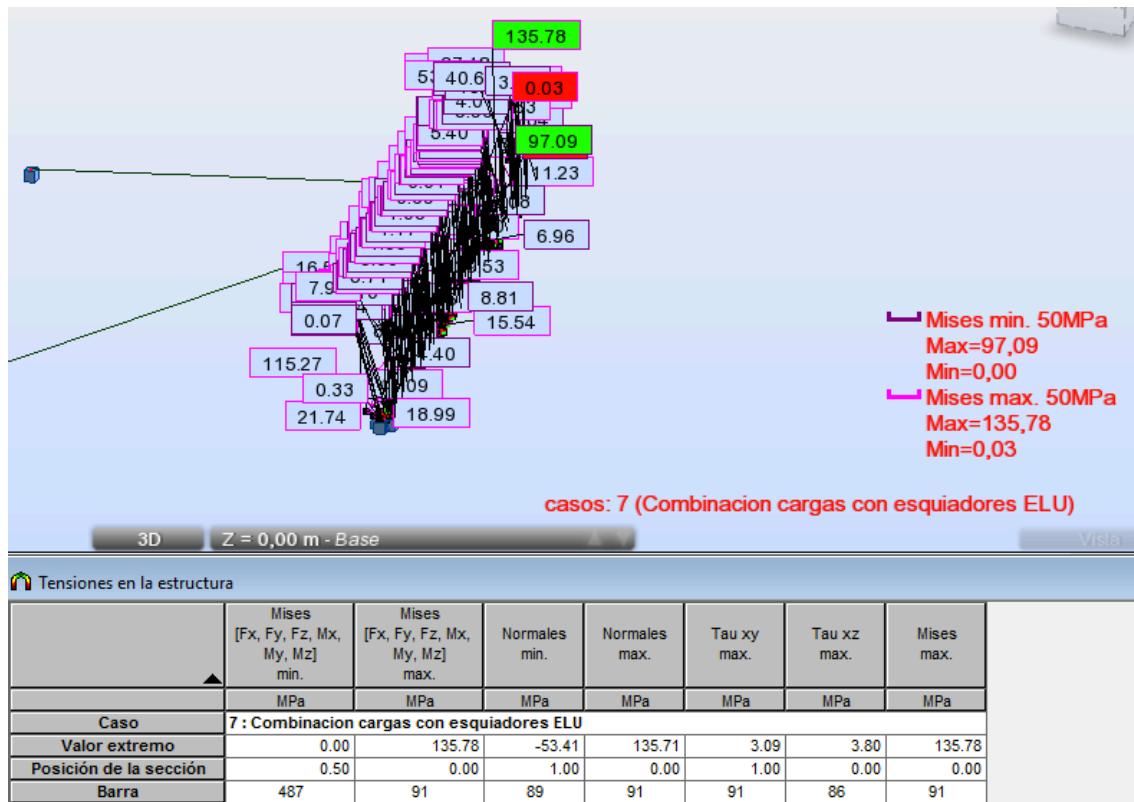


Figura A5-37. Tensiones máximas de las barras de la pilona 4

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 135,78 MPa, este valor es bastante menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pilona.

PILONA 1

Una vez aplicadas las cargas en la pilona y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado límite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

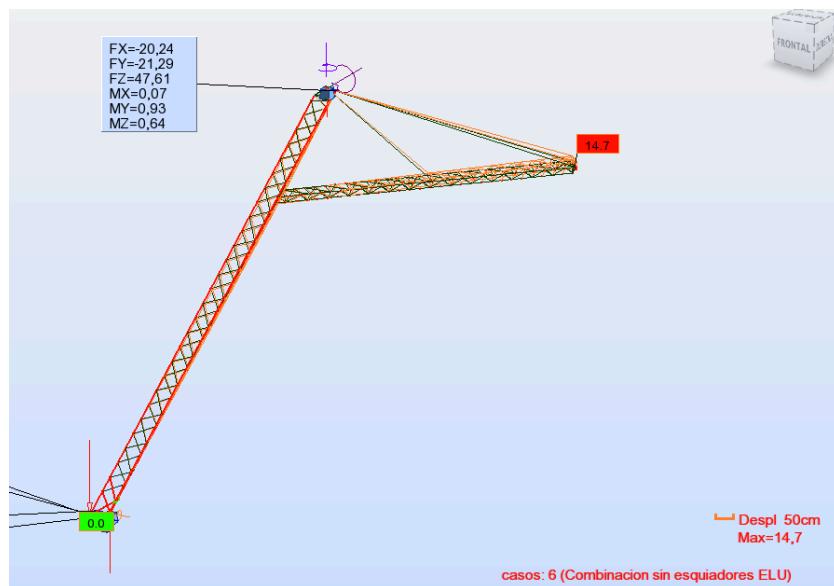


Figura A5-38. Reacciones superiores pilona 1 para calcular tirantes

En este caso $F_x = -20,24$; $F_y = -21,29$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x = 9,08; y = -5,84; z = 12,97$$

Al igual que pasa con la pilona 4, la altura del nodo superior es de 12,97. Por lo tanto si mantenemos los 15° y los 3,5 metros de altura respecto a la base de la pilona de los anclajes de los tirantes, aplicando la siguiente fórmula:

$$\tan 15 = \frac{12,97 - 3,5}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 35,34m. La longitud del cable será de 36,59 metros.

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -24,73; -16,11;3,50

COORDENADAS D: 0,53; -40,13;3,50

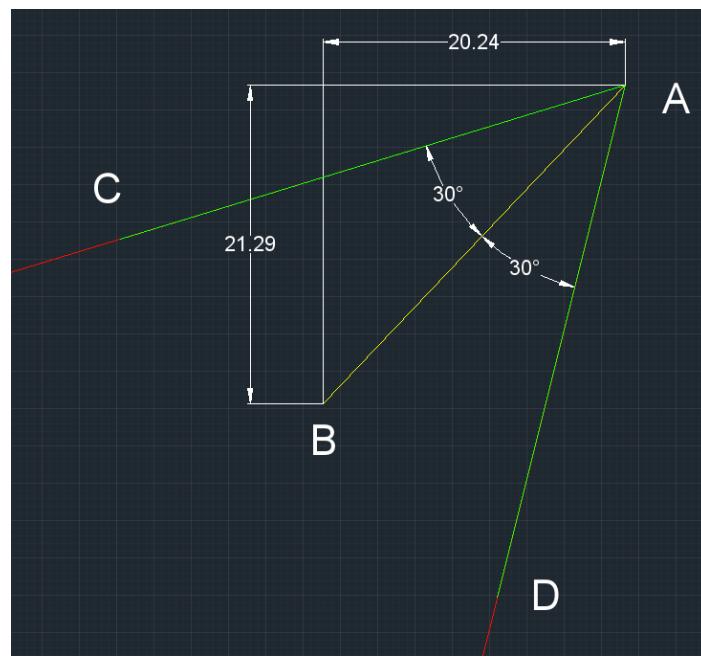


Figura A5-39. Vista superior del atirantado de la pilona 2. Método

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS. Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pilona para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

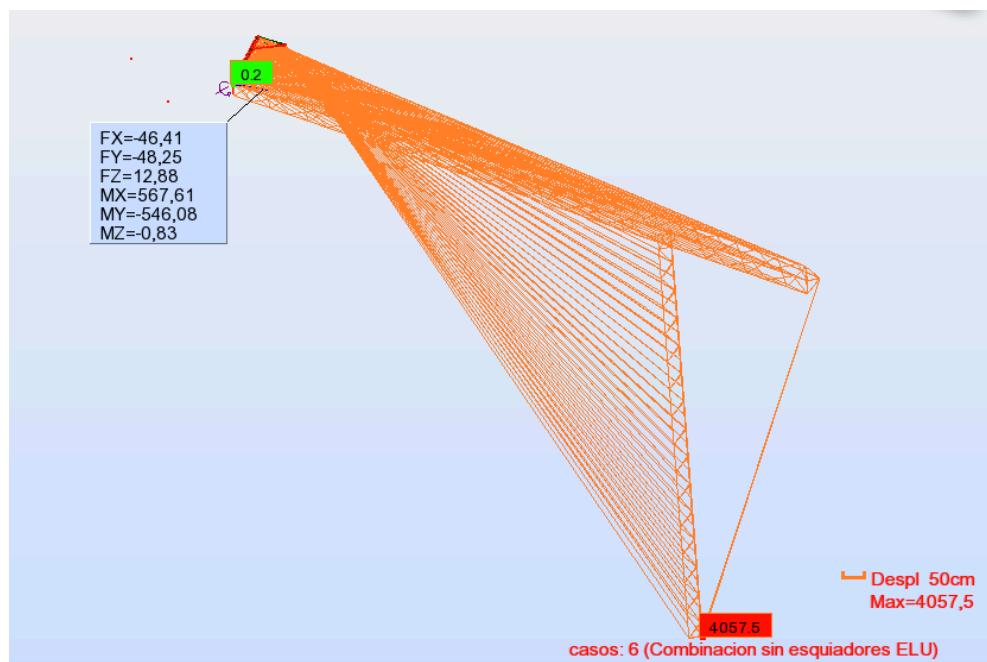


Figura A5-40. Pilona 1 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

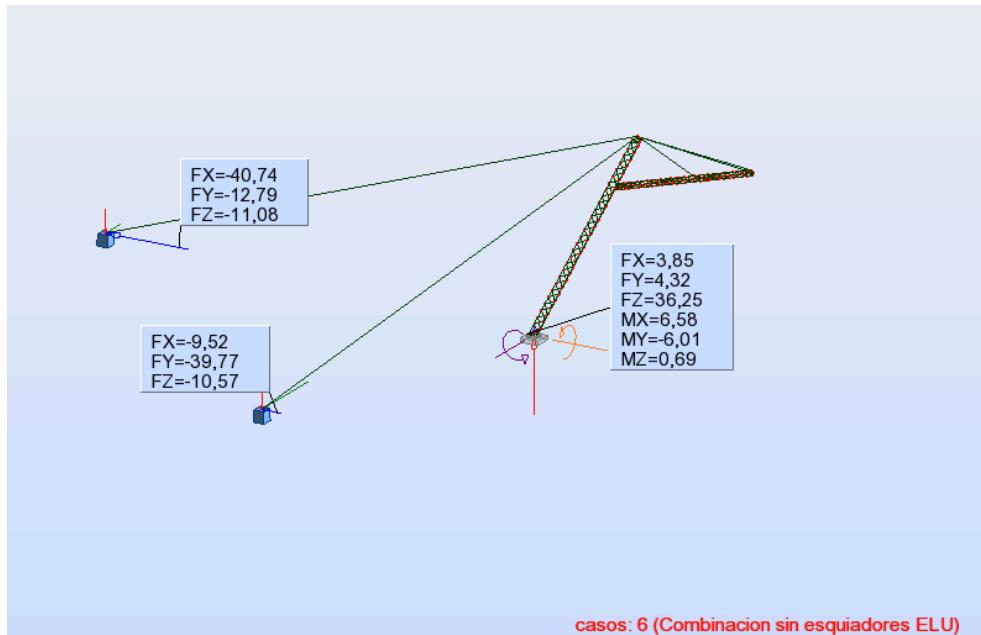


Figura A5-41. Reacciones de la pilona 1 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

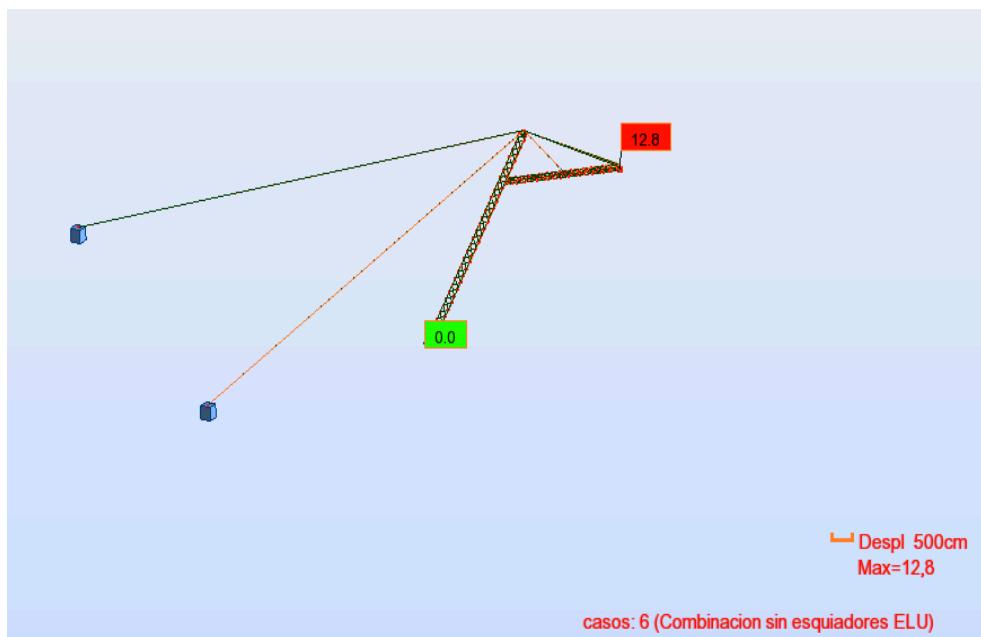


Figura A5-42. Deformación de la pilona 5 con tirantes

En este caso, la pilona motora por condiciones técnicas tiene la característica de ser la única pilona cuyo mástil horizontal no debe girar, por lo tanto, se deberá imponer en la conexión de los mástiles una conexión que minimice al máximo este giro.

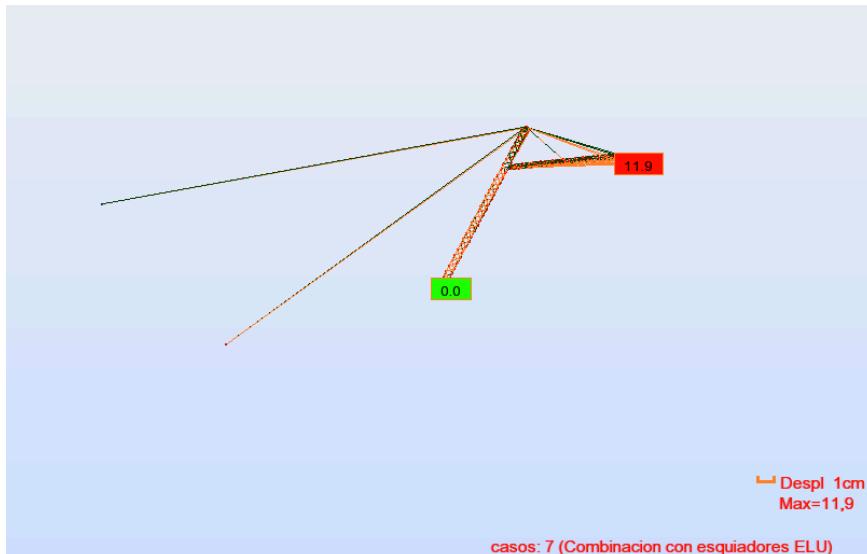


Figura A5-43. Juego de la pilona motora tras implementar esquiadores

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

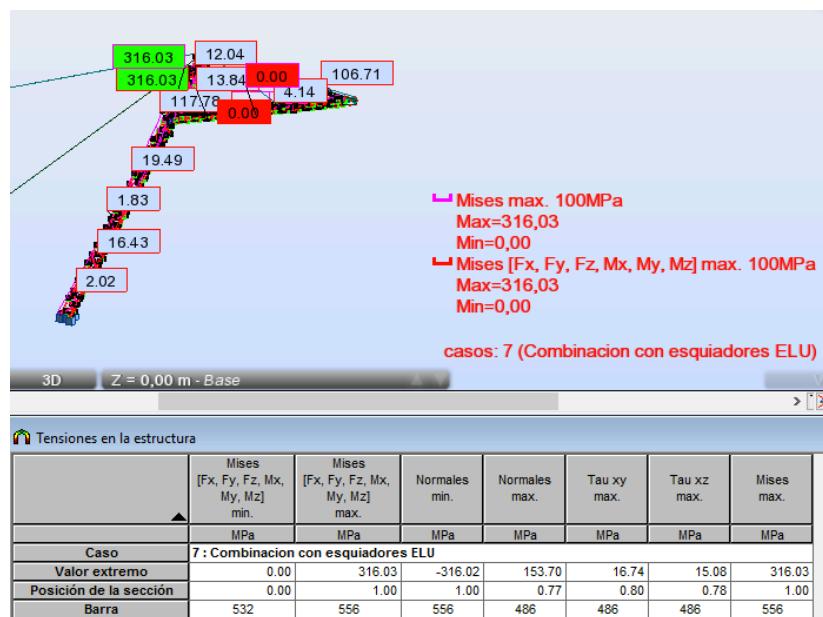


Figura A5-44. Tensiones máximas de las barras de la pilona 2

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 316,03 MPa, este valor es menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pilona. Si se desease un mayor coeficiente de seguridad se habría de cambiar la sección de las barras con las que no se estuviese conforme.

EFFECTO DEL CAMBIO DE SECCIÓN

Una vez finalizado el análisis frente a cargas de las distintas pilonas se va a estudiar el efecto que tiene el cambio de sección cuando una pilona está sometida a un estado tensional cualquiera.

Como se ve, para las secciones del prediseño, la tensión de 421,5 y 360 de las barras 472 y 473 supera el valor del límite elástico, por lo tanto, deberemos cambiar la sección de las barras 472,473 y 474 ya que son las 3 barras de mayor longitud de la estructura. (Barras principales del mástil vertical) La sección del prediseño era: TRON 48X2,9.

Esta sección será sustituida por una: TRON 48X4

- Resultados con TRON 48X2,9
(NO ADMISIBLES → Tensión máxima=421,25>345)

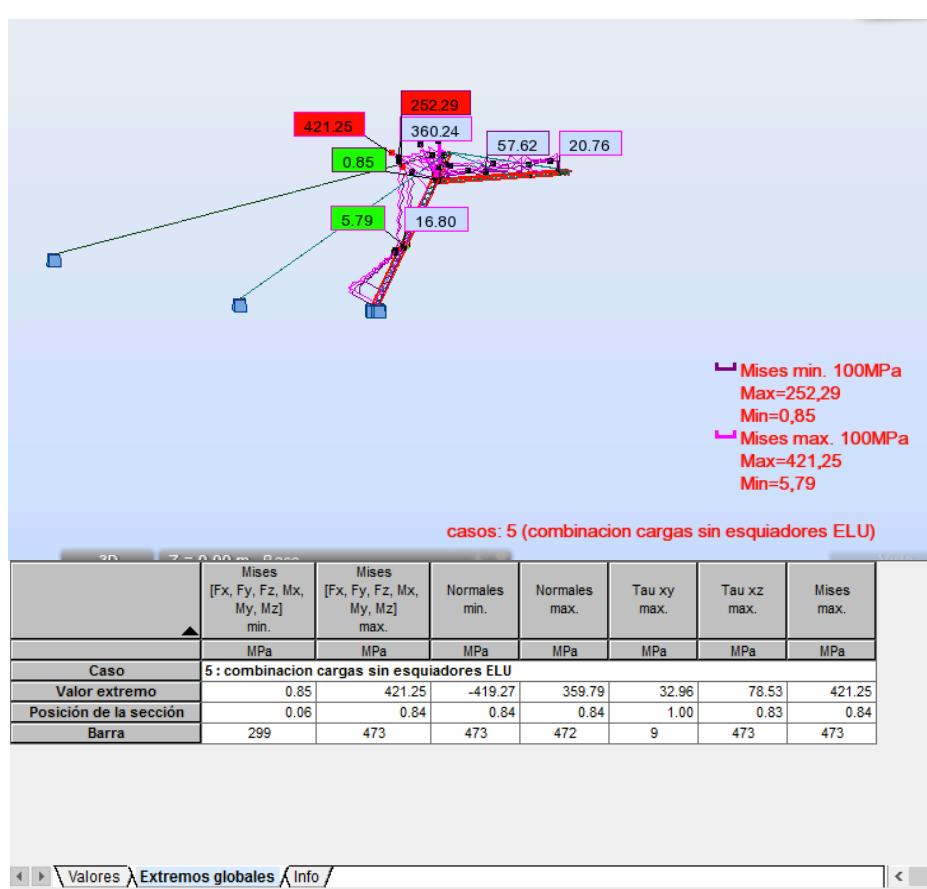


Figura A5-45 Resultados con TRON 48X2,9

- Resultados con TRON 48X4 (ADMISIBLES → Tension máxima= 330,82<345)

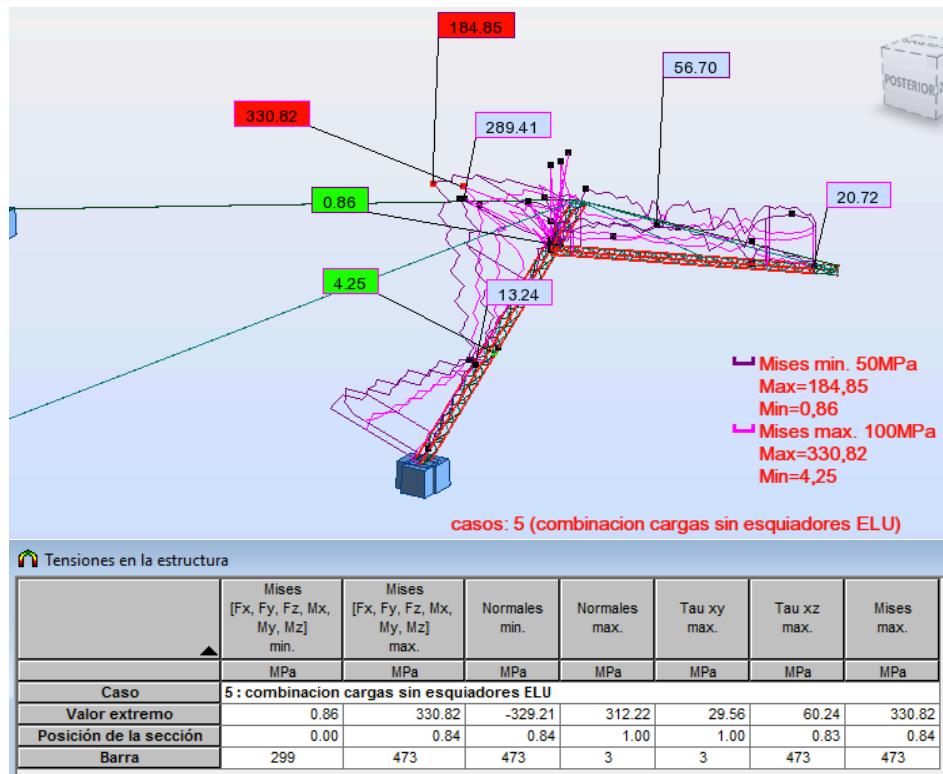


Figura A5-46 Resultados con TRON 48X4

Como se puede observar, el valor de la tensión se ha reducido notablemente, ahora está por debajo del valor del límite elástico, por lo tanto, la solución de modificar la sección ha sido acertada.

ANEXO 6: Tensiones de las barras de las pilonas: Tablas

TENSIONES BARRAS PILONA 1

| Barra / Caso | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | Normales min. | Normales max. | Tau xy min. | Tau xy max. | Tau xz min. | Tau xz max. | Tangentes T min. | Tangentes T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. | Nombre del caso |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 12V\1\7 | 0.14 | 45.18 | -43.32 | 45.03 | -6.48 | 6.25 | -6.24 | 6.65 | 0.00 | 6.78 | 0.14 | 45.18 | 0.16 | 45.22 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 23V\1\7 | 0.19 | 14.12 | -12.01 | 14.01 | -0.5 | 0.4 | -0.4 | 0.5 | 0.21 | 0.31 | 0.19 | 0.22 | 0.16 | 0.23 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 36V\1\7 | 9.89 | 18.08 | 9.89 | 18.07 | -0.15 | 0.16 | -0.12 | 0.35 | 0.00 | 0.35 | 9.89 | 18.08 | 9.90 | 18.09 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 37V\1\7 | 13.35 | 16.09 | -16.09 | -13.34 | -0.03 | 0.02 | -0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 13.35 | 16.09 | 13.35 | 16.09 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 38V\1\7 | 11.43 | 18.72 | 11.43 | 18.72 | -0.04 | 0.04 | -0.03 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 11.44 | 18.73 | 11.44 | 18.73 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 39V\1\7 | 14.03 | 16.50 | -16.50 | -14.03 | -0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.13 | 0.00 | 0.23 | 14.03 | 16.50 | 14.03 | 16.50 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 40V\1\7 | 11.83 | 19.43 | 11.83 | 19.45 | -0.03 | 0.06 | -0.03 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 11.83 | 19.45 | 11.83 | 19.45 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 41V\1\7 | 14.65 | 17.27 | -17.27 | -14.65 | -0.03 | 0.05 | -0.07 | 0.05 | 0.00 | 0.07 | 14.65 | 17.27 | 14.65 | 17.27 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 42V\1\7 | 12.28 | 20.29 | 12.28 | 20.29 | -0.01 | 0.03 | -0.01 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 12.28 | 20.29 | 12.28 | 20.29 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 43V\1\7 | 15.10 | 17.79 | 15.10 | 17.79 | -0.05 | 0.05 | -0.09 | 0.07 | 0.01 | 0.09 | 15.10 | 17.79 | 15.10 | 17.79 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 44V\1\7 | 12.71 | 21.13 | 12.71 | 21.13 | -0.00 | 0.02 | -0.00 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 12.71 | 21.13 | 12.71 | 21.13 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 45V\1\7 | 16.05 | 18.33 | -18.33 | -16.05 | -0.06 | 0.07 | -0.11 | 0.08 | 0.01 | 0.11 | 16.05 | 18.33 | 16.05 | 18.33 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 46V\1\7 | 13.09 | 22.00 | 13.09 | 22.00 | -0.00 | 0.01 | -0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 13.09 | 22.00 | 13.09 | 22.00 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 47V\1\7 | 16.35 | 19.24 | -19.24 | -16.35 | -0.08 | 0.08 | -0.12 | 0.08 | 0.02 | 0.12 | 16.35 | 19.24 | 16.35 | 19.24 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 48V\1\7 | 13.54 | 23.33 | 13.54 | 23.33 | -0.03 | 0.01 | -0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 13.54 | 23.33 | 13.54 | 23.33 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 49V\1\7 | 16.55 | 20.33 | -20.33 | -16.55 | -0.08 | 0.08 | -0.14 | 0.08 | 0.01 | 0.14 | 16.55 | 20.33 | 16.55 | 20.33 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 50V\1\7 | 13.85 | 23.76 | 13.85 | 23.76 | -0.00 | 0.00 | -0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 13.85 | 23.76 | 13.85 | 23.76 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 51V\1\7 | 11.05 | 21.24 | -21.24 | -11.05 | -0.01 | 0.02 | -0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 11.05 | 21.24 | 11.05 | 21.24 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 52V\1\7 | 13.35 | 25.58 | 13.35 | 25.58 | -0.08 | 0.09 | -0.12 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 13.35 | 25.58 | 13.35 | 25.58 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 53V\1\7 | 14.71 | 23.78 | -23.78 | -14.71 | -0.05 | 0.01 | -0.13 | 0.01 | 0.00 | 0.13 | 14.71 | 23.78 | 14.71 | 23.78 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 54V\1\7 | 9.98 | 29.70 | 9.98 | 29.69 | -0.38 | 0.24 | -0.50 | 0.27 | 0.06 | 0.50 | 9.98 | 29.70 | 9.98 | 29.70 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 55V\1\7 | 17.90 | 32.14 | -32.11 | -17.85 | -0.76 | 0.74 | -0.61 | 0.94 | 0.42 | 0.94 | 17.90 | 32.14 | 17.92 | 32.15 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 56V\1\7 | 2.05 | 6.50 | 2.05 | 6.50 | -0.03 | 0.02 | -0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 2.05 | 6.50 | 2.05 | 6.50 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 57V\1\7 | 0.71 | 53.36 | -34.58 | 53.30 | -1.79 | 1.16 | -2.32 | 0.78 | 0.38 | 2.32 | 0.71 | 53.36 | 0.82 | 53.38 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 58V\1\7 | 0.22 | 26.80 | -26.77 | 7.85 | -0.82 | 0.26 | -0.87 | 0.32 | 0.06 | 0.87 | 0.22 | 26.80 | 0.25 | 26.80 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 59V\1\7 | 1.50 | 29.22 | -2.30 | 29.16 | -1.15 | 0.95 | -0.74 | 1.41 | 0.50 | 1.41 | 1.50 | 29.22 | 1.73 | 29.24 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 60V\1\7 | 4.94 | 20.26 | -20.20 | -4.68 | -0.82 | 1.00 | -0.17 | 0.59 | 0.07 | 0.17 | 4.94 | 20.26 | 5.02 | 20.28 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 61V\1\7 | 3.12 | 18.88 | -18.88 | -1.91 | -0.18 | 0.18 | -0.18 | 0.08 | 0.00 | 0.18 | 3.12 | 18.88 | 3.12 | 18.88 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 62V\1\7 | 6.32 | 16.67 | -16.64 | -6.23 | -0.63 | 0.55 | -0.69 | 0.64 | 0.38 | 0.69 | 6.32 | 16.67 | 6.35 | 16.67 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 85V\1\7 | 2.68 | 19.26 | -19.08 | 0.73 | -2.86 | 1.70 | -2.56 | 2.12 | 0.78 | 2.89 | 2.68 | 19.26 | 2.99 | 19.32 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 87V\1\7 | 0.83 | 5.05 | -5.03 | 0.23 | -0.23 | 0.29 | -0.34 | 0.11 | 0.00 | 0.37 | 0.83 | 5.05 | 0.06 | 5.06 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 88V\1\7 | 2.46 | 19.55 | -19.54 | -2.46 | -0.03 | 0.03 | -0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.05 | 2.46 | 19.55 | 2.46 | 19.55 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 90V\1\7 | 1.16 | 21.61 | -21.45 | 17.58 | -2.61 | 2.57 | -3.75 | 1.57 | 0.46 | 3.79 | 1.16 | 21.77 | 1.34 | 21.88 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 92V\1\7 | 0.22 | 6.68 | -6.67 | 3.33 | -0.33 | 0.17 | -0.25 | 0.36 | 0.09 | 0.36 | 0.22 | 6.68 | 0.25 | 6.68 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 93V\1\7 | 0.06 | 4.73 | -1.43 | 4.73 | -0.05 | 0.04 | -0.18 | 0.06 | 0.00 | 0.18 | 0.06 | 4.73 | 0.07 | 4.73 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 94V\1\7 | 0.05 | 4.28 | -0.18 | 4.28 | -0.02 | 0.02 | -0.03 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 0.05 | 4.28 | 0.19 | 4.28 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 95V\1\7 | 0.03 | 4.11 | -0.70 | 4.11 | -0.02 | 0.06 | -0.07 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 0.03 | 4.10 | 0.04 | 4.10 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 98V\1\7 | 0.44 | 4.27 | -4.27 | -0.40 | -0.08 | 0.03 | -0.09 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.44 | 4.27 | 0.45 | 4.27 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 99V\1\7 | 0.14 | 5.06 | -0.26 | 5.10 | -0.09 | 0.11 | -0.13 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.14 | 5.10 | 0.16 | 5.10 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 101V\1\7 | 1.14 | 4.20 | -4.20 | -1.13 | -0.03 | 0.03 | -0.09 | 0.05 | 0.00 | 0.09 | 1.14 | 4.20 | 1.14 | 4.20 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 102V\1\7 | 0.11 | 5.11 | -5.11 | -0.34 | -0.16 | 0.18 | -0.18 | 0.18 | 0.03 | 0.18 | 0.11 | 5.11 | 0.13 | 5.11 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 104V\1\7 | 1.85 | 4.24 | -4.24 | -1.85 | -0.09 | 0.07 | -0.13 | 0.15 | 0.00 | 0.15 | 1.85 | 4.24 | 1.85 | 4.24 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 105V\1\7 | 0.71 | 5.56 | -0.59 | 5.57 | -0.23 | 0.25 | -0.28 | 0.34 | 0.09 | 0.35 | 0.71 | 5.59 | 0.75 | 5.59 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 108V\1\7 | 1.13 | 4.59 | -4.58 | -2.17 | -0.16 | 0.16 | -0.21 | 0.23 | 0.07 | 0.22 | 1.13 | 4.59 | 1.13 | 4.59 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 110V\1\7 | 2.55 | 5.02 | -5.01 | 5.51 | -0.25 | 0.25 | -0.31 | 0.30 | 0.15 | 0.31 | 2.55 | 5.02 | 2.56 | 5.03 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 111V\1\7 | 1.42 | 6.36 | -6.32 | -0.42 | -0.43 | -0.47 | 0.53 | 0.25 | 0.53 | 1.42 | 6.36 | 1.48 | 6.38 | Combinacion con esquidadores ELU | |
| 113V\1\7 | 2.45 | 5.55 | -5.51 | -2.37 | -0.35 | 0.37 | -0.43 | 0.40 | 0.23 | 0.43 | 2.45 | 5.55 | 2.48 | 5.56 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 115V\1\7 | 2.19 | 6.10 | -6.07 | -0.55 | -0.52 | -0.64 | 0.63 | 0.37 | 0.64 | 2.19 | 6.10 | 2.26 | 6.13 | Combinacion con esquidadores ELU | |
| 116V\1\7 | 1.54 | 7.11 | -7.12 | -1.54 | -0.77 | 0.77 | -0.75 | 0.77 | 0.00 | 0.78 | 1.54 | 7.11 | 1.54 | 7.12 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 117V\1\7 | 1.79 | 11.33 | -3.25 | 11.05 | -1.53 | 1.21 | -1.46 | 1.44 | 0.96 | 1.54 | 1.79 | 11.33 | 2.07 | 11.42 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 119V\1\7 | 0.16 | 20.05 | -20.04 | 6.53 | -0.65 | 0.16 | -0.50 | 0.33 | 0.00 | 0.65 | 0.16 | 20.05 | 0.18 | 20.05 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 120V\1\7 | 0.36 | 51.55 | -37.38 | 51.55 | -0.27 | 0.55 | -0.12 | 0.39 | 0.20 | 0.39 | 0.36 | 51.55 | 0.41 | 51.55 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 121V\1\7 | 4.15 | 66.48 | -39.08 | 66.48 | -3.51 | 5.15 | -5.15 | 5.15 | 0.33 | 5.40 | 4.15 | 66.48 | 0.35 | 66.48 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 123V\1\7 | 5.94 | 77.70 | -77.16 | 41.49 | -5.34 | 5.44 | -6.74 | 4.20 | 3.04 | 6.75 | 5.94 | 77.70 | 6.83 | 77.88 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 125V\1\7 | 0.72 | 93.82 | -4.14 | 93.81 | -0.76 | 0.00 | -0.82 | 0.00 | 0.32 | 0.82 | 0.72 | 93.82 | 0.83 | 93.82 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 126V\1\7 | 32.34 | 57.33 | -57.31 | -32.29 | -1.20 | 0.70 | -0.96 | 1.09 | 0.53 | 1.21 | 32.34 | 57.33 | 32.34 | 57.34 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 127V\1\7 | 32.81 | 57.33 | -57.31 | -32.29 | -1.20 | 0.70 | -0.96 | 1.09 | 0.53 | 1.21 | 32.81 | 57.33 | 32.81 | 57.34 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 128V\1\7 | 31.12 | 53.96 | -53.93 | -31.36 | -1.06 | 1.06 | -1.34 | 0.94 | 0.59 | 1.34 | 31.12 | 53.96 | 31.13 | 53.97 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 129V\1\7 | 29.89 | 52.28 | -29.89 | 52.28 | -0.15 | 0.02 | -0.33 | 0.01 | 0.02 | 0.33 | 29.89 | 52.28 | 29.89 | 52.28 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 134V\1\7 | 0.22 | 5.37 | -5.35 | 0.59 | -0.18 | 0.26 | -0.27 | 0.33 | 0.07 | 0.33 | 0.22 | 5.37 | 0.26 | 5.37 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 135V\1\7 | 0.14 | 5.92 | -0.74 | 0.91 | -0.10 | 0.11 | -0.20 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.14 | 5.92 | 0.15 | 5.92 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 137V\1\7 | 0.49 | 4.60 | -4.59 | -0.34 | -0.14 | 0.14 | -0.26 | 0.21 | 0.01 | 0.26 | 0.49 | 4.60 | 0.54 | 4.60 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 139V\1\7 | 0.17 | 4.95 | -0.15 | 4.96 | -0.03 | 0.04 | -0.06 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.17 | 4.97 | 0.17 | 4.97 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 140V\1\7 | 0.39 | 3.89 | -3.88 | -0.31 | -0.11 | 0.08 | -0.15 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.39 | 3.89 | 0.41 | 3.89 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 141V\1\7 | 0.07 | 4.38 | -4.38 | 4.43 | -0.05 | 0.08 | -0.12 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 0.07 | 4.43 | 0.08 | 4.43 | Combinacion con esquidadores ELU |
| 143V\1\7 | 0.04 | 3.63 | -3.63 | -0.13 | -0.04 | 0.04 | -0.08 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|------|-------|-------|--------|-------|--------|---------------------------------|
| 475\ t\ t7 | 0.04 | 115.36 | -67.84 | 115.28 | -7.10 | 8.40 | -8.75 | 6.86 | 0.01 | 8.83 | 0.04 | 115.36 | 0.04 | 115.38 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 481\ t\ t7 | 23.73 | 40.35 | -40.32 | -23.69 | -0.97 | 0.74 | -1.05 | 0.80 | 0.50 | 1.05 | 23.73 | 40.35 | 23.75 | 40.36 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 482\ t\ t7 | 1.39 | 18.73 | -2.33 | 18.58 | -1.37 | 1.08 | -1.44 | 1.10 | 0.79 | 1.44 | 1.39 | 18.73 | 1.60 | 18.78 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 484\ t\ t7 | 0.84 | 153.65 | -6.42 | 152.80 | -9.42 | 6.37 | -18.66 | 10.49 | 0.00 | 18.66 | 0.84 | 153.65 | 0.97 | 153.93 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 485\ t\ t7 | 0.65 | 68.90 | -68.90 | 42.82 | -3.83 | 6.22 | -3.85 | 5.05 | 0.02 | 6.23 | 0.65 | 68.90 | 0.75 | 68.90 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 486\ t\ t7 | 1.06 | 153.74 | -130.97 | 153.70 | -12.72 | 16.74 | -10.46 | 15.08 | 0.04 | 16.76 | 1.06 | 153.74 | 1.22 | 153.75 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 488\ t\ t7 | 1.78 | 78.49 | -78.44 | 31.06 | -1.75 | 1.83 | -5.43 | 5.28 | 0.02 | 5.43 | 1.78 | 78.49 | 2.03 | 78.51 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 489\ t\ t7 | 12.63 | 34.51 | -34.41 | -12.37 | -1.57 | 1.33 | -1.66 | 1.42 | 0.91 | 1.69 | 12.63 | 34.51 | 12.71 | 34.54 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 490\ t\ t7 | 18.35 | 27.34 | -27.33 | -18.33 | -0.55 | 0.42 | -0.56 | 0.57 | 0.28 | 0.58 | 18.35 | 27.34 | 18.36 | 27.34 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 491\ t\ t7 | 18.98 | 28.57 | -28.53 | -18.92 | -0.96 | 0.92 | -0.94 | 1.12 | 0.56 | 1.12 | 18.98 | 28.57 | 19.00 | 28.58 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 492\ t\ t7 | 16.09 | 32.29 | -32.28 | -16.07 | -0.45 | 0.28 | -0.47 | 0.44 | 0.18 | 0.47 | 16.09 | 32.29 | 16.09 | 32.29 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 493\ t\ t7 | 12.82 | 33.69 | -33.69 | -12.81 | -0.19 | 0.11 | -0.38 | 0.09 | 0.00 | 0.38 | 12.82 | 33.69 | 12.82 | 33.69 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 494\ t\ t7 | 11.09 | 33.12 | -33.11 | -11.09 | -0.11 | 0.03 | -0.30 | 0.03 | 0.00 | 0.30 | 11.09 | 33.12 | 11.09 | 33.12 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 495\ t\ t7 | 7.94 | 34.36 | -34.36 | -7.94 | -0.08 | 0.02 | -0.25 | 0.02 | 0.00 | 0.25 | 7.94 | 34.36 | 7.94 | 34.36 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 496\ t\ t7 | 9.50 | 32.41 | -32.40 | -9.48 | -0.53 | 0.39 | -0.58 | 0.50 | 0.23 | 0.58 | 9.50 | 32.41 | 9.51 | 32.42 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 497\ t\ t7 | 8.70 | 37.13 | -37.09 | -8.52 | -1.02 | 0.99 | -0.97 | 1.22 | 0.57 | 1.22 | 8.70 | 37.13 | 8.76 | 37.15 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 498\ t\ t7 | 5.14 | 37.81 | -37.78 | -4.73 | -1.23 | 0.96 | -1.42 | 0.94 | 0.53 | 1.42 | 5.14 | 37.81 | 5.27 | 37.82 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 499\ t\ t7 | 1.21 | 38.60 | -38.58 | 3.18 | -0.89 | 0.83 | -1.02 | 0.88 | 0.52 | 1.02 | 1.21 | 38.60 | 1.40 | 38.61 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 500\ t\ t7 | 3.19 | 61.06 | -60.90 | 15.79 | -2.38 | 3.08 | -2.34 | 3.30 | 1.55 | 3.32 | 3.19 | 61.06 | 3.67 | 61.12 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 501\ t\ t7 | 6.08 | 22.69 | 6.01 | 22.68 | -0.61 | 0.37 | -0.75 | 0.34 | 0.12 | 0.75 | 6.08 | 22.69 | 6.10 | 22.70 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 503\ t\ t7 | 0.31 | 28.11 | -28.11 | 26.63 | -0.37 | 0.00 | -0.85 | 0.00 | 0.17 | 0.85 | 0.31 | 28.11 | 0.35 | 28.11 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 504\ t\ t7 | 1.03 | 10.25 | -4.41 | 10.11 | -1.03 | 0.87 | -1.12 | 0.86 | 0.56 | 1.13 | 1.03 | 10.25 | 1.19 | 10.30 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 505\ t\ t7 | 0.10 | 13.11 | -7.24 | 13.11 | -0.03 | 0.25 | -0.36 | 0.03 | 0.00 | 0.36 | 0.10 | 13.11 | 0.11 | 13.11 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 506\ t\ t7 | 0.24 | 13.47 | -7.32 | 13.46 | -0.22 | 0.62 | -0.58 | 0.31 | 0.10 | 0.62 | 0.24 | 13.47 | 0.28 | 13.47 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 507\ t\ t7 | 0.11 | 14.95 | -6.98 | 14.94 | -0.11 | 0.57 | -0.37 | 0.22 | 0.04 | 0.57 | 0.11 | 14.95 | 0.13 | 14.96 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 508\ t\ t7 | 0.14 | 17.68 | -7.10 | 17.67 | -0.13 | 0.59 | -0.42 | 0.24 | 0.01 | 0.59 | 0.14 | 17.68 | 0.16 | 17.69 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 509\ t\ t7 | 0.07 | 21.59 | -8.44 | 21.59 | -0.00 | 0.34 | -0.22 | 0.01 | 0.03 | 0.34 | 0.07 | 21.59 | 0.08 | 21.59 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 510\ t\ t7 | 0.55 | 22.68 | -7.67 | 22.67 | -0.22 | 0.60 | -0.71 | 0.22 | 0.01 | 0.71 | 0.55 | 22.68 | 0.63 | 22.68 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 511\ t\ t7 | 0.19 | 28.99 | -13.62 | 28.97 | -0.72 | 0.70 | -1.38 | 0.35 | 0.01 | 1.38 | 0.19 | 28.99 | 0.22 | 29.00 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 512\ t\ t7 | 0.12 | 23.68 | -7.91 | 23.68 | -0.13 | 0.66 | -0.56 | 0.16 | 0.00 | 0.66 | 0.12 | 23.68 | 0.14 | 23.68 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 513\ t\ t7 | 1.70 | 33.18 | -12.96 | 33.11 | -0.95 | 1.76 | -1.44 | 1.33 | 0.64 | 1.76 | 1.70 | 33.18 | 1.96 | 33.20 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 514\ t\ t7 | 1.77 | 33.05 | -10.64 | 33.02 | -0.98 | 1.60 | -1.64 | 1.03 | 0.65 | 1.65 | 1.77 | 33.05 | 2.04 | 33.06 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 515\ t\ t7 | 0.95 | 40.73 | -20.67 | 40.63 | -2.06 | 0.97 | -2.19 | 0.95 | 0.48 | 2.19 | 0.95 | 40.73 | 1.10 | 40.76 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 518\ t\ t7 | 0.06 | 38.97 | -10.58 | 38.96 | -0.52 | 0.17 | -0.11 | 1.03 | 0.03 | 1.03 | 0.06 | 38.97 | 0.07 | 38.97 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 519\ t\ t7 | 0.24 | 25.11 | -25.07 | 14.75 | -0.42 | 1.28 | -1.28 | 0.44 | 0.13 | 1.28 | 0.24 | 25.11 | 0.27 | 25.12 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 520\ t\ t7 | 0.10 | 16.45 | -8.63 | 16.42 | -0.29 | 0.56 | -0.21 | 0.85 | 0.00 | 0.85 | 0.10 | 16.45 | 0.11 | 16.46 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 521\ t\ t7 | 0.99 | 7.27 | -7.13 | 2.49 | -0.76 | 0.96 | -0.97 | 0.83 | 0.54 | 0.99 | 0.99 | 7.27 | 1.14 | 7.32 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 522\ t\ t7 | 0.34 | 6.91 | -2.69 | 6.88 | -0.31 | 0.48 | -0.35 | 0.53 | 0.18 | 0.53 | 0.34 | 6.91 | 0.39 | 6.91 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 523\ t\ t7 | 0.41 | 8.45 | -8.41 | 3.86 | -0.64 | 0.35 | -0.64 | 0.43 | 0.23 | 0.64 | 0.41 | 8.45 | 0.47 | 8.46 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 524\ t\ t7 | 0.84 | 12.34 | -8.93 | 12.21 | -1.01 | 0.71 | -1.07 | 0.74 | 0.46 | 1.07 | 0.84 | 12.34 | 0.97 | 12.38 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 525\ t\ t7 | 1.20 | 6.79 | -6.50 | 6.36 | -0.94 | 1.15 | -1.06 | 1.12 | 0.70 | 1.18 | 1.20 | 6.79 | 1.39 | 6.89 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 526\ t\ t7 | 0.54 | 8.67 | -8.59 | 8.62 | -0.42 | 0.60 | -0.62 | 0.48 | 0.28 | 0.62 | 0.54 | 8.67 | 0.63 | 8.69 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 527\ t\ t7 | 0.08 | 7.30 | -7.29 | 7.07 | -0.38 | 0.13 | -0.40 | 0.16 | 0.02 | 0.40 | 0.08 | 7.30 | 0.09 | 7.30 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 528\ t\ t7 | 0.04 | 8.74 | -8.74 | 8.51 | -0.02 | 0.27 | -0.10 | 0.14 | 0.01 | 0.27 | 0.04 | 8.74 | 0.04 | 8.74 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 529\ t\ t7 | 3.76 | 18.24 | -17.40 | 17.22 | -3.12 | 3.12 | -2.95 | 3.38 | 2.15 | 3.45 | 3.76 | 18.24 | 4.34 | 18.50 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 530\ t\ t7 | 1.17 | 8.54 | -8.22 | 8.34 | -1.04 | 1.04 | -0.96 | 1.21 | 0.64 | 1.21 | 1.17 | 8.54 | 1.35 | 8.60 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 531\ t\ t7 | 0.00 | 2.61 | -2.61 | 2.55 | -0.00 | 0.00 | -0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 2.61 | 0.00 | 2.61 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 532\ t\ t7 | 0.00 | 2.61 | -2.61 | 2.55 | -0.00 | 0.00 | -0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 2.61 | 0.00 | 2.61 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 533\ t\ t7 | 0.20 | 9.46 | -9.45 | 9.34 | -0.36 | 0.17 | -0.22 | 0.39 | 0.07 | 0.39 | 0.20 | 9.46 | 0.23 | 9.46 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 534\ t\ t7 | 0.93 | 3.95 | -3.71 | 3.60 | -0.83 | 0.82 | -0.81 | 0.93 | 0.54 | 0.94 | 0.93 | 3.95 | 1.07 | 4.03 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 535\ t\ t7 | 0.00 | 2.61 | -2.61 | 2.55 | -0.00 | 0.00 | -0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 2.61 | 0.00 | 2.61 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 539\ t\ t7 | 1.32 | 31.96 | -31.84 | 31.57 | -2.38 | 1.17 | -1.91 | 1.69 | 0.75 | 2.38 | 1.32 | 31.96 | 1.52 | 32.00 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 540\ t\ t7 | 0.03 | 18.56 | -18.56 | 17.95 | -0.06 | 0.29 | -0.05 | 0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.03 | 18.56 | 0.03 | 18.56 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 541\ t\ t7 | 3.78 | 19.79 | -18.31 | 18.90 | -3.11 | 3.29 | -2.96 | 3.52 | 2.14 | 3.59 | 3.78 | 19.79 | 4.36 | 20.07 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 542\ t\ t7 | 4.61 | 31.79 | -30.81 | 30.82 | -4.87 | 3.60 | -4.57 | 3.98 | 2.63 | 4.93 | 4.61 | 31.79 | 5.33 | 32.11 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 543\ t\ t7 | 0.12 | 55.39 | -42.79 | 55.37 | -0.32 | 1.72 | -0.35 | 1.60 | 0.00 | 1.72 | 0.12 | 55.39 | 0.13 | 55.39 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 548\ t\ t7 | 3.59 | 37.97 | -37.54 | 18.25 | -2.81 | 3.86 | -2.87 | 3.89 | 2.00 | 3.97 | 3.59 | 37.97 | 4.15 | 38.12 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 549\ t\ t7 | 0.15 | 42.44 | -42.39 | 35.73 | -1.11 | 1.61 | -0.70 | 2.40 | 0.04 | 2.40 | 0.15 | 42.44 | 0.17 | 42.46 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 551\ t\ t7 | 0.11 | 16.10 | -16.05 | 12.59 | -0.29 | 0.74 | -0.27 | 0.88 | 0.01 | 0.89 | 0.11 | 16.10 | 0.12 | 16.11 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 552\ t\ t7 | 0.59 | 17.17 | -9.33 | 17.10 | -0.53 | 1.22 | -0.88 | 0.93 | 0.32 | 1.22 | 0.59 | 17.17 | 0.68 | 17.19 | Combinacion con esquiadores ELU |
| 556\ t\ t7 | 75.04 | 316.03 | -316.02 | -74.74 | -7.68 | 8.26 | -7.87 | 8.01 | 0.05 | 8.42 | 75.04 | 316.03 | 75.14 | 316.03 | Combinacion con esquiadores ELU |

| | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | Normales min. | Normales max. | Tau xy min. | Tau xy max. | Tau xz min. | Tau xz max. | Tangentes T min. | Tangentes T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa |
| Caso | 7 : Combinacion con esquiadores ELU | | | | | | | | | | | | | |
| Valor extremo | 0.00 | 316.03 | -316.02 | 153.70 | -12.72 | 16.74 | -18.66 | 15.08 | 0.00 | 18.66 | 0.00 | 316.03 | 0.00 | 316.03 |
| Posición de la sección | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.77 | 0.74 | 0.80 | 0.76 | 0.78 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Barra | 532 | 556 | 556 | 486 | 486 | 486 | 484 | 486 | 532 | 484 | 532 | 556 | 532 | 556 |

Tabla A6-1. Tensiones barras pilona 1

| Barra / Caso | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | Normales min. | Normales max. | Tau xy min. | Tau xy max. | Tau xz min. | Tau xz max. | Tangentes T min. | Tangentes T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. | Nombre del caso |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|--|--|
| 10\1\14 | 2.37 | 150.60 | -150.52 | 3.89 | -0.92 | 4.95 | -1.46 | 3.01 | 0.60 | 4.95 | 2.37 | 150.60 | 2.74 | 150.62 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 12\1\14 | 1.50 | 37.27 | -35.84 | 37.19 | -2.18 | 2.1 | -1.33 | 2.11 | 0.79 | 2.19 | 1.50 | 37.27 | 1.73 | 37.29 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 14\1\14 | 0.47 | 250.31 | -122.95 | 250.15 | -19.32 | 20.62 | -19.18 | 16.39 | 0.08 | 20.66 | 0.47 | 250.31 | 0.50 | 250.52 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 16\1\14 | 36.80 | 317.24 | -35.99 | 10.06 | -10.48 | 8.48 | -0.48 | 0.60 | 10.50 | 36.80 | 317.24 | 37.07 | 317.25 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 57\1\14 | 0.16 | 14.44 | -1.72 | 1.5 | -0.04 | 0.12 | -0.12 | 1.02 | 0.09 | 1.05 | 0.16 | 1.74 | 0.09 | 1.74 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 576\1\14 | 0.58 | 152.64 | 150.50 | 152.42 | -9.34 | 11.68 | -7.61 | 10.05 | 0.00 | 11.69 | 0.58 | 152.64 | 0.66 | 152.72 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 577\1\14 | 0.92 | 220.39 | -44.96 | 219.82 | -9.34 | 4.60 | -35.29 | 12.47 | 0.00 | 35.29 | 0.92 | 220.39 | 1.02 | 220.58 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 579\1\14 | 52.88 | 60.41 | 52.87 | 60.40 | -0.67 | 0.62 | -0.77 | 0.63 | 0.41 | 0.78 | 52.88 | 60.41 | 52.88 | 60.42 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 580\1\14 | 58.96 | 66.82 | -58.96 | -0.05 | 0.08 | -0.12 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 58.96 | 66.82 | 58.96 | 66.82 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 581\1\14 | 0.67 | 84.95 | -84.95 | 44.15 | -3.01 | 2.86 | -3.02 | 2.88 | 0.00 | 3.32 | 0.67 | 84.95 | 0.75 | 84.95 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 582\1\14 | 10.47 | 19.74 | -19.73 | -10.46 | -0.14 | 0.21 | -0.12 | 0.28 | 0.04 | 0.28 | 10.47 | 19.74 | 10.47 | 19.74 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 583\1\14 | 11.61 | 19.55 | 11.61 | 19.54 | -0.13 | 0.17 | -0.12 | 0.33 | 0.00 | 0.33 | 11.61 | 19.55 | 11.62 | 19.55 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 584\1\14 | 14.34 | 18.23 | -14.34 | -0.01 | 0.02 | -0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 14.34 | 18.23 | 14.34 | 18.23 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 585\1\14 | 13.29 | 19.96 | -13.29 | -19.97 | -0.03 | 0.05 | -0.03 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 13.29 | 19.98 | 13.29 | 19.98 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 586\1\14 | 15.42 | 18.36 | -15.42 | -0.00 | 0.02 | -0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 15.42 | 18.36 | 15.42 | 18.36 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 587\1\14 | 13.63 | 20.72 | -13.63 | 20.78 | -0.02 | 0.05 | -0.02 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 13.63 | 20.78 | 13.63 | 20.78 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 588\1\14 | 16.08 | 18.97 | -16.08 | -0.02 | 0.04 | -0.08 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 16.08 | 18.97 | 16.08 | 18.97 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 589\1\14 | 14.42 | 21.63 | -14.42 | -1.67 | -0.01 | 0.08 | -0.18 | 0.00 | 0.18 | 14.42 | 21.63 | 14.42 | 21.63 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 590\1\14 | 16.89 | 19.43 | -19.43 | -0.04 | 0.05 | -0.10 | 0.05 | 0.00 | 0.10 | 16.89 | 19.43 | 16.89 | 19.43 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 591\1\14 | 14.40 | 22.52 | -22.54 | -0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 14.40 | 22.54 | 14.40 | 22.54 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 592\1\14 | 17.26 | 20.17 | -17.26 | -0.06 | 0.07 | -0.12 | 0.06 | 0.00 | 0.12 | 17.26 | 20.17 | 17.26 | 20.17 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 593\1\14 | 14.75 | 23.45 | -23.45 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 14.75 | 23.45 | 14.75 | 23.45 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 594\1\14 | 17.38 | 21.30 | -17.38 | -0.08 | 0.07 | -0.14 | 0.06 | 0.00 | 0.14 | 17.38 | 21.30 | 17.38 | 21.30 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 595\1\14 | 15.14 | 24.32 | -15.14 | 24.32 | -0.03 | 0.01 | -0.01 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 15.14 | 24.32 | 15.14 | 24.32 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 596\1\14 | 17.48 | 22.53 | -17.48 | -0.09 | 0.07 | -0.15 | 0.06 | 0.00 | 0.15 | 17.48 | 22.53 | 17.48 | 22.53 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 597\1\14 | 15.34 | 25.35 | -15.34 | 25.35 | -0.01 | 0.00 | -0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 15.34 | 25.35 | 15.34 | 25.35 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 598\1\14 | 17.99 | 23.40 | -17.99 | -0.01 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 17.99 | 23.40 | 17.99 | 23.40 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 599\1\14 | 14.97 | 27.38 | 14.96 | 27.38 | -0.30 | 0.15 | -0.19 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 14.97 | 27.38 | 14.97 | 27.38 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 600\1\14 | 13.31 | 27.90 | -13.30 | -0.14 | 0.01 | -0.18 | 0.01 | 0.01 | 0.18 | 13.31 | 27.90 | 13.31 | 27.90 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 601\1\14 | 5.20 | 36.67 | 5.16 | -0.45 | 0.18 | -0.59 | 0.18 | 0.00 | 0.59 | 5.20 | 36.67 | 5.22 | 36.67 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 602\1\14 | 16.41 | 39.73 | -39.69 | -16.30 | -0.13 | 0.08 | -0.83 | 1.44 | 0.57 | 16.41 | 39.73 | 16.45 | 39.75 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 603\1\14 | 2.57 | 94.75 | -36.51 | 94.65 | -2.90 | 2.44 | -1.13 | 4.54 | 0.47 | 2.57 | 94.75 | 2.59 | 94.79 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 604\1\14 | 1.05 | 122.80 | -34.79 | 122.80 | -1.49 | 0.37 | -2.42 | 0.27 | 0.07 | 2.42 | 1.05 | 122.80 | 1.11 | 122.80 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 605\1\14 | 5.73 | 84.36 | -5.62 | -0.86 | 0.10 | -1.09 | 0.09 | 0.03 | 1.09 | 5.73 | 84.36 | 5.76 | 84.36 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 606\1\14 | 18.08 | 88.20 | 17.92 | 88.15 | -1.70 | 1.41 | -0.77 | 2.51 | 0.31 | 2.52 | 18.08 | 88.20 | 18.14 | 88.22 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 610\1\14 | 8.10 | 21.34 | -21.21 | -7.84 | -1.83 | 1.32 | -1.99 | 1.29 | 0.52 | 2.02 | 8.10 | 21.34 | 8.19 | 21.39 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 616\1\14 | 3.05 | 15.49 | 2.53 | 15.37 | -1.14 | 0.96 | -1.14 | 1.13 | 0.70 | 1.18 | 3.05 | 15.49 | 3.21 | 15.53 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 617\1\14 | 0.00 | 3.66 | -3.66 | -0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 618\1\14 | 1.23 | 7.08 | 1.22 | 7.08 | -0.09 | 0.09 | -0.23 | 0.10 | 0.00 | 0.23 | 1.23 | 7.08 | 1.24 | 7.08 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 619\1\14 | 0.11 | 1.81 | -1.79 | 1.56 | -0.20 | 0.15 | -0.28 | 0.23 | 0.05 | 0.28 | 0.11 | 1.81 | 0.12 | 1.82 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 620\1\14 | 0.28 | 2.86 | -2.80 | 2.30 | -0.28 | 0.34 | -0.36 | 0.41 | 0.15 | 0.41 | 0.28 | 2.86 | 0.32 | 2.89 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 622\1\14 | 0.16 | 2.16 | -1.51 | 2.14 | -0.17 | 0.14 | -0.19 | 0.23 | 0.05 | 0.23 | 0.16 | 2.16 | 0.18 | 2.17 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 623\1\14 | 0.03 | 2.09 | -1.60 | 2.08 | -0.07 | 0.06 | -0.10 | 0.15 | 0.00 | 0.15 | 0.03 | 2.09 | 0.04 | 2.09 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 624\1\14 | 0.08 | 1.78 | -1.38 | 1.76 | -0.11 | 0.08 | -0.16 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.08 | 1.78 | 0.10 | 1.78 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 625\1\14 | 0.03 | 1.80 | -1.57 | 1.80 | -0.03 | 0.03 | -0.07 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.03 | 1.80 | 0.04 | 1.80 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 626\1\14 | 0.00 | 2.30 | -2.11 | 2.30 | -0.03 | 0.00 | -0.06 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 2.30 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 627\1\14 | 0.07 | 2.46 | -2.46 | 1.50 | -0.12 | 0.15 | -0.22 | 0.16 | 0.02 | 0.22 | 0.07 | 2.46 | 0.08 | 2.47 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 628\1\14 | 0.09 | 3.15 | -1.39 | 3.15 | -0.11 | 0.07 | -0.13 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.09 | 3.15 | 0.10 | 3.15 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 629\1\14 | 0.22 | 3.04 | -3.01 | 1.39 | -0.21 | 0.26 | -0.33 | 0.26 | 0.10 | 0.33 | 0.22 | 3.04 | 0.25 | 3.04 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 630\1\14 | 0.22 | 4.01 | -1.55 | 4.00 | -0.22 | 0.17 | -0.22 | 0.31 | 0.04 | 0.31 | 0.22 | 4.01 | 0.25 | 4.02 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 631\1\14 | 0.54 | 4.48 | -4.42 | 1.46 | -0.42 | 0.49 | -0.46 | 0.57 | 0.26 | 0.57 | 0.54 | 4.48 | 0.62 | 4.50 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 632\1\14 | 3.83 | 7.65 | -3.79 | 7.64 | -0.26 | 0.30 | -0.35 | 0.39 | 0.12 | 0.39 | 3.83 | 7.65 | 3.84 | 7.66 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 633\1\14 | 0.36 | 3.64 | -3.60 | 1.33 | -0.31 | 0.37 | -0.35 | 0.44 | 0.18 | 0.44 | 0.36 | 3.64 | 0.41 | 3.65 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 634\1\14 | 0.48 | 8.31 | -8.30 | 0.07 | -0.32 | 0.19 | -0.27 | 0.35 | 0.11 | 0.36 | 0.48 | 8.31 | 0.54 | 8.31 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 635\1\14 | 2.69 | 6.28 | -6.28 | -2.67 | -0.13 | 0.08 | -0.15 | 0.17 | 0.02 | 0.17 | 2.69 | 6.28 | 2.69 | 6.28 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 636\1\14 | 1.89 | 7.20 | -1.89 | 7.27 | -0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 1.89 | 7.27 | 1.89 | 7.27 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 637\1\14 | 0.36 | 4.86 | -1.71 | 4.83 | -0.33 | 0.27 | -0.32 | 0.43 | 0.11 | 0.43 | 0.36 | 4.86 | 0.42 | 4.87 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 638\1\14 | 3.43 | 6.21 | -6.21 | -3.42 | -0.07 | 0.09 | -0.10 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 3.43 | 6.21 | 3.43 | 6.21 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 639\1\14 | 2.33 | 7.39 | -2.33 | 7.47 | -0.07 | 0.09 | -0.11 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 2.33 | 7.39 | 2.33 | 7.47 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 640\1\14 | 0.45 | 5.93 | -1.89 | 5.87 | -0.43 | 0.34 | -0.40 | 0.53 | 0.17 | 0.45 | 0.35 | 5.93 | 0.52 | 5.93 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 641\1\14 | 4.18 | 6.18 | -4.18 | -0.04 | 0.02 | -0.09 | 0.08 | 0.00 | 0.09 | 4.18 | 6.18 | 4.18 | 6.18 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 642\1\14 | 2.79 | 7.59 | -2.78 | 7.67 | -0.15 | 0.18 | -0.21 | 0.27 | 0.03 | 0.27 | 2.79 | 7.67 | 2.80 | 7.67 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 643\1\14 | 0.76 | 10.71 | -10.63 | 6.44 | -0.65 | 0.93 | -0.69 | 1.01 | 0.44 | 1.01 | 0.76 | 10.71 | 0.88 | 10.74 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 644\1\14 | 4.52 | 6.53 | -4.52 | -0.12 | 0.12 | -0.18 | 0.17 | 0.04 | 0.18 | 4.52 | 6.53 | 4.53 | 6.53 | combinacion de cargas con esquidadores EUU | |
| 645\1\14 | 3.28 | 7.82 | -3.25 | 7.86 | -0.24 | 0.26 | -0.30 | 0.35 | 0.11 | 0.35 | 3.28 | 7.87 | 3.29 | 7.88 | combinacion de cargas con esquidadores EUU |
| 646\1\14 | 0.70 | 4.30 | -4.22 | 0.70 | -0.48 | 0. | | | | | | | | | |

| 683/t/t4 | 3.03 | 15.34 | 2.56 | 15.24 | -0.93 | 1.02 | -1.08 | 1.05 | 0.65 | 1.10 | 3.03 | 15.34 | 3.18 | 15.38 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
|----------|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--|--|
| 684/t/t4 | 0.09 | 43.99 | -24.87 | 43.99 | -0.74 | 0.15 | -0.74 | 0.18 | 0.00 | 0.74 | 0.09 | 43.99 | 0.10 | 43.99 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 685/t/t4 | 0.03 | 52.06 | -33.34 | 52.05 | -0.27 | 0.93 | -0.26 | 1.15 | 0.00 | 1.16 | 0.03 | 52.06 | 0.04 | 52.07 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 686/t/t4 | 0.41 | 18.50 | -0.57 | 18.50 | -0.49 | 0.50 | -0.48 | 0.54 | 0.00 | 1.09 | 0.03 | 18.50 | 0.21 | 18.50 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 687/t/t4 | 2.00 | 81.11 | -55.50 | 80.95 | -1.85 | 3.97 | -2.74 | 3.19 | 1.15 | 3.98 | 2.00 | 81.11 | 2.31 | 81.16 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 688/t/t4 | 0.68 | 47.83 | -46.39 | 47.78 | -1.66 | 0.68 | -1.24 | 1.24 | 0.39 | 1.66 | 0.68 | 47.83 | 0.79 | 47.84 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 689/t/t4 | 3.89 | 41.67 | -12.17 | 41.32 | -3.06 | 3.26 | -3.54 | 2.95 | 2.06 | 3.59 | 3.89 | 41.67 | 4.49 | 41.78 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 690/t/t4 | 0.17 | 49.79 | -18.59 | 49.78 | -0.57 | 0.08 | -0.47 | 0.13 | 0.00 | 0.57 | 0.17 | 49.79 | 0.20 | 49.79 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 691/t/t4 | 5.02 | 111.43 | -82.48 | 110.92 | -4.09 | 7.84 | -5.87 | 6.14 | 2.71 | 7.85 | 5.02 | 111.43 | 5.80 | 111.60 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 692/t/t4 | 2.87 | 231.74 | -215.90 | 231.43 | -4.12 | 12.10 | -7.43 | 8.13 | 1.64 | 12.11 | 2.87 | 231.74 | 3.31 | 231.85 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 693/t/t4 | 7.31 | 100.07 | -98.83 | 99.28 | -8.27 | 5.76 | -7.26 | 6.94 | 4.21 | 8.29 | 7.31 | 100.07 | 8.44 | 100.34 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 694/t/t4 | 9.51 | 33.93 | -2.21 | 31.24 | -7.42 | 7.72 | -7.67 | 7.61 | 5.59 | 8.07 | 9.93 | 33.93 | 11.38 | 34.79 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 695/t/t4 | 0.02 | 14.75 | -14.76 | 10.97 | -0.12 | 0.51 | -0.59 | 0.12 | 0.00 | 0.59 | 0.02 | 14.75 | 0.02 | 14.76 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 696/t/t4 | 0.04 | 7.97 | -4.19 | 0.01 | 0.09 | 0.17 | 0.01 | 0.00 | 0.17 | 0.04 | 7.97 | 0.04 | 7.97 | combinacion de cargas con esquidadores ELU | |
| 697/t/t4 | 0.41 | 33.67 | -33.63 | 30.19 | -0.76 | 0.95 | -0.46 | 1.43 | 0.10 | 1.43 | 0.41 | 33.67 | 0.47 | 33.68 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 700/t/t4 | 0.60 | 33.01 | -32.96 | 23.37 | -0.43 | 1.36 | -0.72 | 1.02 | 0.12 | 1.36 | 0.60 | 33.01 | 0.69 | 33.02 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 701/t/t4 | 0.70 | 21.29 | -21.14 | 17.14 | -0.70 | 1.68 | -0.95 | 1.48 | 0.40 | 1.69 | 0.70 | 21.29 | 0.81 | 21.34 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 702/t/t4 | 9.46 | 79.99 | -78.52 | 71.65 | -7.44 | 10.62 | -8.83 | 9.32 | 5.45 | 10.65 | 9.46 | 79.99 | 10.93 | 80.48 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 703/t/t4 | 1.33 | 42.27 | -38.77 | 42.18 | -2.30 | 1.71 | -1.16 | 3.01 | 0.56 | 3.01 | 1.33 | 42.27 | 1.54 | 42.30 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 704/t/t4 | 7.05 | 58.27 | -56.83 | 48.15 | -8.13 | 5.59 | -7.46 | 6.35 | 4.05 | 8.16 | 7.05 | 58.27 | 8.14 | 58.74 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 705/t/t4 | 1.15 | 47.83 | -41.00 | 49.09 | -0.59 | 1.01 | -1.03 | 1.53 | 0.36 | 1.15 | 1.03 | 47.83 | 1.35 | 48.04 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 706/t/t4 | 14.94 | 97.00 | -90.54 | 94.38 | -14.29 | 11.34 | -13.66 | 12.05 | 3.34 | 14.60 | 16.84 | 97.00 | 17.14 | 97.86 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 707/t/t4 | 0.50 | 54.26 | -54.26 | 46.98 | -0.45 | 0.00 | -1.45 | 0.00 | 0.27 | 1.45 | 0.50 | 54.26 | 0.57 | 54.26 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 708/t/t4 | 24.87 | 66.02 | -55.63 | 55.93 | -19.04 | 20.47 | -20.54 | 19.05 | 14.18 | 21.41 | 24.87 | 66.02 | 28.72 | 69.13 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 712/t/t4 | 0.07 | 9.99 | -9.41 | 9.98 | -0.14 | 0.40 | -0.18 | 0.43 | 0.03 | 0.43 | 0.07 | 9.99 | 0.08 | 9.99 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 714/t/t4 | 0.42 | 7.58 | -7.49 | 6.90 | -0.62 | 0.39 | -0.73 | 0.17 | 0.73 | 0.42 | 7.58 | 0.48 | 7.60 | combinacion de cargas con esquidadores ELU | |
| 715/t/t4 | 0.12 | 11.35 | -11.34 | 11.18 | -0.04 | 0.31 | -0.05 | 0.34 | 0.00 | 0.34 | 0.12 | 11.35 | 0.14 | 11.35 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 716/t/t4 | 0.10 | 8.99 | -8.99 | 8.78 | -0.18 | 0.00 | -0.19 | 0.00 | 0.04 | 0.19 | 0.10 | 8.99 | 0.12 | 9.00 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 717/t/t4 | 0.18 | 1.58 | -1.53 | 1.52 | -0.35 | 0.67 | -0.57 | 0.57 | 0.08 | 0.82 | 0.18 | 1.57 | 0.21 | 1.58 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 718/t/t4 | 0.01 | 4.35 | -3.97 | 4.32 | -0.01 | 0.04 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 4.35 | 0.01 | 4.35 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 721/t/t4 | 0.01 | 13.45 | -13.45 | 13.36 | -0.10 | 0.37 | -0.09 | 0.51 | 0.00 | 0.51 | 0.01 | 13.45 | 0.01 | 13.45 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 722/t/t4 | 0.11 | 8.65 | -8.61 | 8.45 | -0.57 | 0.19 | -0.48 | 0.32 | 0.06 | 0.57 | 0.11 | 8.65 | 0.12 | 8.66 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 723/t/t4 | 0.19 | 2.83 | -2.57 | 2.80 | -0.26 | 0.22 | -0.24 | 0.33 | 0.11 | 0.33 | 0.19 | 2.83 | 0.22 | 2.84 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 724/t/t4 | 0.02 | 8.06 | -8.02 | 8.06 | -0.07 | 0.27 | -0.12 | 0.24 | 0.00 | 0.27 | 0.02 | 8.06 | 0.02 | 8.05 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 725/t/t4 | 0.51 | 20.00 | -19.97 | 19.61 | -0.92 | 0.46 | -0.52 | 0.93 | 0.28 | 0.93 | 0.51 | 20.00 | 0.59 | 20.01 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 726/t/t4 | 0.12 | 25.58 | -25.32 | 25.57 | -0.88 | 0.18 | -0.49 | 0.41 | 0.06 | 0.88 | 0.12 | 25.58 | 0.14 | 25.58 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 727/t/t4 | 0.06 | 45.91 | -45.89 | 45.19 | -0.12 | 1.42 | -0.19 | 0.94 | 0.01 | 1.42 | 0.06 | 45.91 | 0.07 | 45.92 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 728/t/t4 | 0.06 | 39.45 | -38.83 | 39.45 | -0.06 | 1.00 | -0.05 | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 39.45 | 0.06 | 39.46 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 729/t/t4 | 0.01 | 29.16 | -28.34 | 29.15 | -1.04 | 0.17 | -0.86 | 0.21 | 0.00 | 1.05 | 0.01 | 29.16 | 0.01 | 29.16 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 730/t/t4 | 0.13 | 36.65 | -36.00 | 36.65 | -0.04 | 0.95 | -0.08 | 0.69 | 0.05 | 0.96 | 0.13 | 36.65 | 0.15 | 36.65 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 731/t/t4 | 0.73 | 7.96 | -7.89 | 7.24 | -0.66 | 0.59 | -0.69 | 0.64 | 0.41 | 0.71 | 0.73 | 7.96 | 0.84 | 7.98 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 732/t/t4 | 0.19 | 4.95 | -4.95 | 7.68 | -0.23 | 0.39 | -0.45 | 0.27 | 0.11 | 0.45 | 0.19 | 7.70 | 0.22 | 7.71 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 733/t/t4 | 4.25 | 178.53 | -178.09 | 159.07 | -4.77 | 9.75 | -4.32 | 10.39 | 2.38 | 10.41 | 4.25 | 178.53 | 4.89 | 178.67 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 734/t/t4 | 2.66 | 26.86 | -5.94 | 26.57 | -2.58 | 2.01 | -2.57 | 2.11 | 1.46 | 2.65 | 2.66 | 26.86 | 3.07 | 26.96 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 735/t/t4 | 0.12 | 14.12 | -14.10 | 10.75 | -0.25 | 0.80 | -0.34 | 0.71 | 0.05 | 0.80 | 0.12 | 14.12 | 0.14 | 14.13 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 736/t/t4 | 1.01 | 18.08 | -15.31 | 17.98 | -1.51 | 0.93 | -1.64 | 0.89 | 0.52 | 1.64 | 1.01 | 18.08 | 1.17 | 18.11 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 737/t/t4 | 0.04 | 12.45 | -12.44 | 12.44 | -0.12 | 1.42 | -0.59 | 1.27 | 0.05 | 1.27 | 0.04 | 12.45 | 0.05 | 12.46 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 738/t/t4 | 0.64 | 20.03 | -19.97 | 15.90 | -0.68 | 1.43 | -0.69 | 1.50 | 0.36 | 1.50 | 0.64 | 20.03 | 0.73 | 20.05 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 739/t/t4 | 2.03 | 13.57 | -10.06 | 13.24 | -2.02 | 1.61 | -2.12 | 1.60 | 1.09 | 2.15 | 2.03 | 13.57 | 2.34 | 13.68 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 740/t/t4 | 1.44 | 23.11 | -22.93 | 18.91 | -1.20 | 2.48 | -1.81 | 1.91 | 0.76 | 2.48 | 1.44 | 23.11 | 1.66 | 23.17 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 741/t/t4 | 0.23 | 7.95 | -4.70 | 7.94 | -0.35 | 0.18 | -0.21 | 0.40 | 0.06 | 0.40 | 0.23 | 7.95 | 0.27 | 7.95 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 742/t/t4 | 0.00 | 2.60 | -2.60 | 2.54 | -0.00 | 0.00 | -0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 2.60 | 0.00 | 2.61 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 743/t/t4 | 0.01 | 27.43 | -27.16 | 27.42 | -0.10 | 0.52 | -0.54 | 0.11 | 0.00 | 0.55 | 0.01 | 27.43 | 0.01 | 27.43 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 744/t/t4 | 1.42 | 30.60 | -30.44 | 30.44 | -1.15 | 1.93 | -1.87 | 1.29 | 0.80 | 1.94 | 1.42 | 30.60 | 1.63 | 30.64 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 745/t/t4 | 0.50 | 15.18 | -11.75 | 15.13 | -0.68 | 0.68 | -0.50 | 1.11 | 0.23 | 1.11 | 0.50 | 15.18 | 0.57 | 15.69 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 746/t/t4 | 0.24 | 68.22 | -66.61 | 68.22 | -1.82 | 0.37 | -2.15 | 0.33 | 0.01 | 2.15 | 0.24 | 68.22 | 0.26 | 68.23 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 747/t/t4 | 0.28 | 84.00 | -82.72 | 84.00 | -0.36 | 2.83 | -0.58 | 1.59 | 0.10 | 2.83 | 0.28 | 84.00 | 0.30 | 84.00 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 748/t/t4 | 0.01 | 11.08 | -7.28 | 11.08 | -0.29 | 0.05 | -0.27 | 0.06 | 0.00 | 0.29 | 0.01 | 11.08 | 0.01 | 11.08 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 749/t/t4 | 0.84 | 70.28 | -69.73 | 70.27 | -1.33 | 0.00 | -0.90 | 0.00 | 0.45 | 1.33 | 0.84 | 70.28 | 0.96 | 70.28 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 750/t/t4 | 0.03 | 24.62 | -23.08 | 24.59 | -0.42 | 1.48 | -0.50 | 1.27 | 0.01 | 1.48 | 0.03 | 24.62 | 0.03 | 24.63 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 751/t/t4 | 2.16 | 16.62 | -13.41 | 16.28 | -1.82 | 2.12 | -2.28 | 1.75 | 1.21 | 2.30 | 2.16 | 16.62 | 2.49 | 16.73 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 752/t/t4 | 0.09 | 86.66 | -86.64 | 83.29 | -0.34 | 2.84 | -0.38 | 2.68 | 0.01 | 2.85 | 0.09 | 86.66 | 0.10 | 86.67 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 753/t/t4 | 0.17 | 167.10 | -165.43 | 165.43 | -4.57 | 0.32 | -0.49 | 0.01 | 0.01 | 4.57 | 167.10 | 0.18 | 167.12 | combinacion de cargas con esquidadores ELU | |
| 754/t/t4 | 0.66 | 14.66 | -14.66 | 14.66 | -0.76 | 0.71 | -1.05 | 0.51 | 0.26 | 14.66 | 0.66 | 14.66 | 0.77 | 14.68 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 755/t/t4 | 0.14 | 33.59 | -33.59 | 33.54 | -1.42 | 0.50 | -0.49 | 1.59 | 0.05 | 1.59 | 0.14 | 33.59 | 0.16 | 33.61 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 756/t/t4 | 7.52 | 73.57 | -63.17 | 72.45 | -5.85 | 8.61 | -7.35 | 7.20 | 4.26 | 8.63 | 7.52 | 73.57 | 8.68 | 73.94 | combinacion de cargas con esquidadores ELU |
| 757/t/t4 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |

| Barra / Caso | Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) min. | Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) max. | Normales min. | Normales max. | Tau_xy min. | Tau_xy max. | Tau_xz min. | Tau_xz max. | Tangentes_T min. | Tangentes_T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. | Nombre del caso | |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|---|---|---|
| | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | | |
| 3\ /t6 | 10.28 | 165.27 | -165.11 | -9.41 | -1.33 | 6.49 | -2.03 | 4.48 | 0.13 | 6.50 | 10.28 | 165.27 | 10.55 | 165.33 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 4\ /t6 | 1.36 | 37.62 | 37.53 | -1.09 | 2.22 | -1.15 | 2.26 | 0.97 | 2.27 | 1.36 | 1.57 | 37.62 | 1.57 | 37.62 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 5\ /t6 | 1.12 | 96.51 | 107.65 | 1.11 | 11.35 | 11.45 | 11.44 | 0.00 | 11.90 | 1.12 | 107.92 | 1.12 | 108.00 | 1.12 | 108.00 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 7\ /t6 | 56.10 | 191.12 | 190.35 | -55.57 | 12.28 | 12.37 | 12.39 | 11.95 | 0.01 | 12.54 | 56.10 | 191.12 | 56.27 | 191.38 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 9\ /t6 | 9.53 | 60.47 | -60.23 | 57.24 | 10.45 | 9.65 | -9.89 | 10.34 | 0.00 | 10.52 | 9.53 | 60.47 | 10.66 | 60.54 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 35\ /t6 | 9.53 | 18.12 | -18.12 | -9.52 | -0.13 | 0.19 | -0.11 | 0.26 | 0.03 | 0.26 | 9.53 | 18.12 | 9.53 | 18.12 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 36\ /t6 | 10.68 | 17.92 | 10.67 | 17.92 | -0.12 | 0.16 | -0.11 | 0.31 | 0.00 | 0.31 | 10.68 | 17.92 | 10.68 | 17.92 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 37\ /t6 | 13.17 | 16.79 | -16.79 | -13.17 | -0.01 | 0.02 | -0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 13.17 | 16.79 | 13.17 | 16.79 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 38\ /t6 | 12.15 | 18.49 | 12.15 | 18.50 | -0.03 | 0.05 | -0.03 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 12.15 | 18.50 | 12.15 | 18.50 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 39\ /t6 | 14.20 | 16.98 | -16.98 | -14.20 | -0.00 | 0.02 | -0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 14.20 | 16.98 | 14.20 | 16.98 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 40\ /t6 | 12.51 | 19.50 | 12.51 | 19.50 | -0.02 | 0.00 | -0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 12.51 | 19.50 | 12.51 | 19.50 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 41\ /t6 | 14.48 | 17.60 | 14.48 | -17.60 | -0.02 | 0.04 | -0.07 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 14.48 | 17.60 | 14.48 | 17.60 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 42\ /t6 | 12.91 | 20.13 | 12.91 | 20.17 | -0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 12.91 | 20.17 | 12.91 | 20.17 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 43\ /t6 | 15.64 | 18.08 | -18.07 | -15.64 | -0.04 | 0.05 | -0.09 | 0.05 | 0.00 | 0.09 | 15.64 | 18.08 | 15.64 | 18.08 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 44\ /t6 | 13.31 | 21.01 | 13.31 | 21.03 | -0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 13.31 | 21.03 | 13.31 | 21.03 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 45\ /t6 | 16.11 | 18.72 | -18.72 | -16.11 | -0.06 | 0.05 | -0.11 | 0.06 | 0.00 | 0.11 | 16.11 | 18.72 | 16.11 | 18.72 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 46\ /t6 | 13.67 | 21.92 | 13.67 | 21.92 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 13.67 | 21.92 | 13.67 | 21.92 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 47\ /t6 | 16.28 | 19.80 | -16.28 | -0.07 | 0.07 | -0.13 | 0.06 | 0.00 | 0.13 | 16.28 | 19.80 | 16.28 | 19.80 | combinacion cargas con esquidadores EUU | | |
| 48\ /t6 | 14.08 | 22.78 | 14.08 | 22.78 | -0.02 | 0.02 | -0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 14.08 | 22.78 | 14.08 | 22.78 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 49\ /t6 | 16.42 | 20.97 | -16.42 | -0.09 | 0.08 | -0.15 | 0.07 | 0.01 | 0.15 | 16.42 | 20.97 | 16.42 | 20.97 | combinacion cargas con esquidadores EUU | | |
| 50\ /t6 | 14.24 | 23.77 | 14.24 | 23.77 | -0.03 | 0.02 | -0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 14.24 | 23.77 | 14.24 | 23.77 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 51\ /t6 | 16.97 | 17.79 | -16.97 | -17.79 | -0.03 | 0.03 | -0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.09 | 16.97 | 17.79 | 16.97 | 17.79 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 52\ /t6 | 14.14 | 25.53 | 14.14 | 25.53 | -0.16 | 0.07 | -0.09 | 0.30 | 0.00 | 0.30 | 14.14 | 25.53 | 14.15 | 25.54 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 53\ /t6 | 13.35 | 25.37 | -13.35 | -25.37 | -0.20 | 0.07 | -0.26 | 0.07 | 0.00 | 0.26 | 13.35 | 25.37 | 13.35 | 25.37 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 54\ /t6 | 7.40 | 32.01 | 7.39 | 32.01 | -0.10 | 0.01 | -0.27 | 0.00 | 0.02 | 0.27 | 7.40 | 32.01 | 7.40 | 32.01 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 55\ /t6 | 16.16 | 34.85 | -16.16 | -34.84 | -0.62 | 0.61 | -0.39 | 0.90 | 0.22 | 0.90 | 16.16 | 34.85 | 16.17 | 34.86 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 56\ /t6 | 1.60 | 84.89 | -31.92 | 84.82 | -1.98 | 1.57 | -0.79 | 3.23 | 0.06 | 3.23 | 1.60 | 84.89 | 1.85 | 84.91 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 57\ /t6 | 0.93 | 109.01 | 29.35 | 109.01 | -0.82 | 0.13 | -1.79 | 0.06 | 0.01 | 1.79 | 0.93 | 109.01 | 1.07 | 109.01 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 58\ /t6 | 5.82 | 75.85 | -5.82 | 75.84 | -5.68 | -0.96 | 0.28 | -1.21 | 0.19 | 0.00 | 1.21 | 5.82 | 75.85 | 5.82 | 75.85 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 59\ /t6 | 10.45 | 79.93 | 10.45 | 79.93 | -1.13 | 1.14 | -0.48 | 2.41 | 0.04 | 2.41 | 10.45 | 79.93 | 10.45 | 79.93 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 73\ /t6 | 0.12 | 13.27 | 13.26 | 10.06 | -0.32 | 0.46 | 0.12 | 0.94 | 0.06 | 0.95 | 0.12 | 13.27 | 0.14 | 13.28 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 74\ /t6 | 0.04 | 6.28 | -6.26 | 5.81 | -0.52 | 0.14 | -0.11 | 0.70 | 0.01 | 0.70 | 0.04 | 6.28 | 0.04 | 6.29 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 75\ /t6 | 0.59 | 6.09 | -5.15 | 5.85 | -1.78 | 0.83 | -1.45 | 1.23 | 0.00 | 1.26 | 0.59 | 6.09 | 0.69 | 6.17 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 76\ /t6 | 7.24 | 19.45 | -19.33 | -7.00 | -1.69 | 1.21 | -1.83 | 1.19 | 0.48 | 1.86 | 7.24 | 19.45 | 7.32 | 19.50 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 77\ /t6 | 10.62 | 19.99 | -19.91 | -10.47 | -1.22 | 1.23 | -1.50 | 1.08 | 0.46 | 1.52 | 10.62 | 19.99 | 10.67 | 20.02 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 78\ /t6 | 0.90 | 11.99 | -11.69 | 11.67 | -1.18 | 2.36 | -1.40 | 2.21 | 0.48 | 2.40 | 0.90 | 11.99 | 1.04 | 12.09 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 87\ /t6 | 2.89 | 6.67 | 2.86 | 6.65 | -0.24 | 0.28 | -0.33 | 0.36 | 0.11 | 0.36 | 2.89 | 6.67 | 2.91 | 6.67 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 92\ /t6 | 0.35 | 7.43 | -7.42 | 6.68 | -0.30 | 0.19 | -0.25 | 0.34 | 0.10 | 0.34 | 0.35 | 7.43 | 0.40 | 7.43 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 93\ /t6 | 0.63 | 6.13 | 0.61 | 6.13 | -0.19 | 0.08 | -0.08 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.63 | 6.13 | 0.63 | 6.13 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 95\ /t6 | 1.97 | 5.49 | -1.97 | 5.49 | -1.95 | -0.12 | 0.07 | 0.14 | 0.16 | 0.01 | 1.97 | 5.49 | 1.98 | 5.49 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 96\ /t6 | 1.27 | 6.30 | 1.27 | 6.30 | -0.00 | 0.02 | -0.04 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 1.27 | 6.30 | 1.27 | 6.30 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 98\ /t6 | 2.67 | 5.46 | -2.67 | 5.46 | -2.67 | -0.06 | 0.03 | -0.09 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 2.67 | 5.46 | 2.68 | 5.46 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 99\ /t6 | 1.71 | 6.51 | 1.71 | 6.59 | -0.07 | 0.05 | -0.12 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 1.71 | 6.59 | 1.71 | 6.59 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 101\ /t6 | 3.44 | 5.42 | -3.44 | -3.44 | -0.04 | 0.02 | -0.09 | 0.08 | 0.00 | 0.09 | 3.44 | 5.42 | 3.44 | 5.42 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 102\ /t6 | 2.16 | 6.75 | 2.15 | 6.80 | -0.15 | 0.17 | -0.20 | 0.26 | 0.02 | 0.26 | 2.16 | 6.80 | 2.17 | 6.80 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 104\ /t6 | 3.79 | 5.76 | -5.76 | -5.78 | -0.11 | 0.11 | -0.17 | 0.17 | 0.03 | 0.17 | 3.79 | 5.76 | 3.79 | 5.76 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 105\ /t6 | 2.63 | 6.97 | 2.60 | 7.00 | -0.23 | 0.25 | -0.29 | 0.34 | 0.10 | 0.34 | 2.63 | 7.02 | 2.64 | 7.02 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 106\ /t6 | 4.09 | 6.16 | 4.09 | 6.16 | -4.02 | -4.07 | -0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 4.09 | 6.16 | 4.09 | 6.16 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 108\ /t6 | 3.15 | 7.13 | 3.11 | 7.13 | -0.32 | 0.33 | -0.39 | 0.42 | 0.18 | 0.42 | 3.15 | 7.16 | 3.17 | 7.16 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 110\ /t6 | 4.40 | 6.59 | 4.40 | 6.59 | -6.58 | -4.37 | -0.27 | 0.30 | -0.33 | 0.35 | 4.40 | 6.59 | 4.41 | 6.60 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 111\ /t6 | 3.41 | 7.68 | -1.33 | 7.64 | -0.42 | 0.42 | -0.48 | 0.51 | 0.26 | 0.52 | 3.41 | 7.68 | 3.43 | 7.69 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 113\ /t6 | 4.05 | 7.38 | -3.99 | -3.99 | -0.36 | 0.41 | -0.47 | 0.41 | 0.23 | 0.47 | 4.05 | 7.38 | 4.07 | 7.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 114\ /t6 | 3.30 | 8.26 | 3.18 | 8.21 | -0.51 | 0.52 | -0.62 | 0.58 | 0.33 | 0.62 | 3.30 | 8.26 | 3.34 | 8.28 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 116\ /t6 | 3.42 | 8.84 | -8.78 | -3.21 | -0.57 | 0.72 | -0.70 | 0.45 | 0.05 | 0.72 | 3.42 | 8.84 | 3.49 | 8.86 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 117\ /t6 | 1.70 | 11.98 | -0.38 | 11.81 | -1.25 | 1.00 | -1.23 | 1.17 | 0.79 | 1.25 | 1.70 | 11.98 | 1.94 | 12.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 119\ /t6 | 0.07 | 18.99 | -2.57 | 18.99 | -0.40 | 0.05 | -0.32 | 0.09 | 0.00 | 0.40 | 0.07 | 18.99 | 0.09 | 18.99 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 120\ /t6 | 0.02 | 4.94 | -3.20 | 4.94 | -0.08 | 0.06 | -0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 4.94 | 0.03 | 4.94 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 122\ /t6 | 3.60 | 57.33 | -32.57 | 57.00 | -7.00 | 4.49 | -5.37 | 4.05 | 2.08 | 4.50 | 3.60 | 57.33 | 41.5 | 57.44 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 123\ /t6 | 3.67 | 66.81 | -66.49 | 40.91 | -3.83 | 4.07 | -5.17 | 2.88 | 1.99 | 5.18 | 3.67 | 66.81 | 4.24 | 66.92 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 125\ /t6 | 0.38 | 75.04 | -3.57 | 75.03 | -0.99 | 0.19 | -1.13 | 0.18 | 0.00 | 1.14 | 0.38 | 75.04 | 0.43 | 75.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 126\ /t6 | 21.49 | 50.88 | -21.45 | 50.88 | -0.97 | 0.35 | -0.56 | 0.87 | 0.20 | 0.97 | 21.49 | 50.88 | 21.50 | 50.88 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 128\ /t6 | 26.66 | 39.56 | -26.66 | 39.56 | -0.25 | 0.05 | -0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 26.66 | 39.56 | 26.66 | 39.56 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 134\ /t6 | 0.25 | 2.89 | -2.84 | 1.97 | -0.24 | 0.30 | -0.33 | 0.38 | 0.12 | 0.38 | 0.25 | 2.89 | 0.29 | 2.91 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 136\ /t6 | 0.14 | 2.43 | -1.41 | 2.41 | -0.15 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 299\t\16 | 121.46 | 154.69 | 121.43 | 154.66 | -1.43 | 1.65 | -1.89 | 1.27 | 0.84 | 1.89 | 121.46 | 154.69 | 121.47 | 154.69 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 388\t\16 | 1.42 | 36.36 | -36.14 | 29.36 | -1.58 | 2.75 | -3.11 | 1.35 | 0.81 | 3.11 | 1.42 | 36.36 | 1.64 | 36.44 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 388\t\16 | 0.27 | 24.85 | -6.81 | 24.85 | -0.01 | 0.38 | -0.01 | 0.42 | 0.09 | 0.42 | 0.27 | 24.85 | 0.31 | 24.85 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 388\t\16 | 1.67 | 9.95 | -4.01 | 9.76 | -1.74 | 1.04 | -0.98 | 0.68 | 0.33 | 1.13 | 1.67 | 9.95 | 1.23 | 9.95 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 391\t\16 | 1.18 | 12.50 | -5.55 | 12.33 | -0.85 | 1.38 | -1.15 | 1.19 | 0.61 | 1.38 | 1.18 | 12.50 | 1.36 | 12.56 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 400\t\16 | 2.27 | 17.87 | -14.24 | 17.51 | -1.76 | 2.35 | -2.18 | 2.04 | 1.29 | 2.37 | 2.27 | 17.87 | 2.63 | 17.99 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 415\t\16 | 1.09 | 11.05 | -4.73 | 10.93 | -0.76 | 1.18 | -1.03 | 1.02 | 0.55 | 1.18 | 1.09 | 11.05 | 1.24 | 11.10 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 417\t\16 | 1.12 | 11.72 | -6.41 | 11.58 | -0.87 | 1.27 | -1.13 | 1.12 | 0.64 | 1.27 | 1.12 | 11.72 | 1.29 | 11.77 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 419\t\16 | 1.04 | 10.04 | -5.11 | 9.90 | -0.82 | 1.14 | -1.05 | 1.03 | 0.60 | 1.15 | 1.04 | 10.04 | 1.20 | 10.09 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 421\t\16 | 0.64 | 16.62 | -9.36 | 16.51 | -0.59 | 1.29 | -1.15 | 0.82 | 0.36 | 1.29 | 0.64 | 16.62 | 0.74 | 16.66 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 423\t\16 | 5.71 | 16.39 | -6.46 | 13.83 | -5.02 | 4.99 | -5.38 | 5.20 | 3.21 | 5.47 | 5.71 | 16.35 | 6.60 | 17.14 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 425\t\16 | 3.27 | 14.46 | -7.12 | 13.49 | -3.31 | 3.06 | -2.2 | 2.65 | 1.66 | 3.14 | 3.27 | 14.46 | 3.18 | 14.47 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 427\t\16 | 1.77 | 13.20 | -6.42 | 12.85 | -1.55 | 1.77 | -1.49 | 1.95 | 1.00 | 1.95 | 1.77 | 13.20 | 2.05 | 13.32 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 429\t\16 | 0.02 | 21.47 | -21.04 | 21.47 | -0.19 | 0.79 | -0.42 | 0.50 | 0.01 | 0.79 | 0.02 | 21.47 | 0.02 | 21.48 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 431\t\16 | 4.58 | 22.28 | -17.77 | 21.21 | -4.40 | 3.52 | -3.87 | 4.16 | 2.60 | 4.49 | 4.58 | 22.28 | 5.29 | 22.64 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 433\t\16 | 4.43 | 16.01 | -13.13 | 14.76 | -3.38 | 3.99 | -3.55 | 3.84 | 2.51 | 4.03 | 4.43 | 16.01 | 5.12 | 16.41 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 435\t\16 | 7.31 | 23.51 | -20.90 | 20.80 | -5.59 | 6.17 | -5.69 | 6.18 | 4.15 | 6.43 | 7.31 | 23.51 | 8.44 | 24.32 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 437\t\16 | 2.96 | 17.36 | -16.69 | 16.68 | -2.30 | 2.73 | -2.81 | 2.33 | 1.62 | 2.88 | 2.96 | 17.36 | 3.42 | 17.58 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 439\t\16 | 6.37 | 36.28 | -34.83 | 32.59 | -5.30 | 5.85 | -6.30 | 4.97 | 3.58 | 6.38 | 6.37 | 36.28 | 7.36 | 36.75 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 440\t\16 | 0.12 | 7.22 | -2.2 | 6.24 | -0.32 | 0.43 | -0.3 | 0.45 | 0.10 | 0.45 | 0.12 | 7.22 | 0.13 | 7.23 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 441\t\16 | 0.07 | 10.38 | -7.56 | -0.03 | 0.26 | -0.04 | 0.29 | 0.00 | 0.29 | 0.07 | 0.08 | 10.38 | 0.09 | 10.39 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 442\t\16 | 0.00 | 5.96 | -3.28 | 5.95 | -0.16 | 0.03 | -0.16 | 0.08 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 5.96 | 0.00 | 5.96 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 443\t\16 | 0.55 | 12.76 | -12.72 | 9.61 | -0.65 | 0.62 | -0.81 | 0.54 | 0.32 | 0.81 | 0.55 | 12.76 | 0.64 | 12.77 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 444\t\16 | 0.69 | 17.09 | -10.10 | 17.04 | -1.09 | 0.50 | -1.02 | 0.64 | 0.31 | 1.09 | 0.69 | 17.09 | 0.79 | 17.11 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 470\t\16 | 47.58 | 55.21 | -55.20 | -0.53 | 0.49 | -0.64 | 0.49 | 0.29 | 0.64 | 47.58 | 55.21 | 47.58 | 55.21 | combinacion cargas con esquidores ELU | |
| 471\t\16 | 53.44 | 60.64 | -53.44 | -0.06 | 0.08 | 0.12 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 53.44 | 60.64 | 53.44 | 60.64 | combinacion cargas con esquidores ELU | |
| 472\t\16 | 0.36 | 144.45 | -141.81 | 144.45 | -8.97 | 10.96 | -7.26 | 9.47 | 0.00 | 10.27 | 144.45 | 0.38 | 144.73 | combinacion cargas con esquidores ELU | |
| 474\t\16 | 0.71 | 202.43 | -45.66 | 202.02 | -1.54 | 3.14 | -3.48 | 10.22 | 0.00 | 3.18 | 0.71 | 202.43 | 0.03 | 202.56 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 474\t\16 | 0.57 | 77.89 | -77.89 | 40.45 | -2.63 | 2.56 | -2.69 | 2.52 | 0.03 | 2.92 | 0.57 | 77.89 | 0.66 | 77.96 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 479\t\16 | 0.00 | 3.66 | -3.66 | 3.66 | -0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 3.66 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 485\t\16 | 1.22 | 13.02 | -12.93 | 3.33 | -1.09 | 0.87 | -1.07 | 1.06 | 0.64 | 1.12 | 1.22 | 13.02 | 1.41 | 13.05 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 486\t\16 | 2.47 | 6.71 | -6.70 | -2.40 | -0.36 | 0.28 | -0.40 | 0.41 | 0.16 | 0.41 | 2.47 | 6.71 | 2.50 | 6.72 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 487\t\16 | 2.17 | 7.07 | -7.06 | -2.12 | -0.25 | 0.25 | -0.33 | 0.34 | 0.10 | 0.34 | 2.17 | 7.07 | 2.18 | 7.08 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 488\t\16 | 0.74 | 9.32 | -9.30 | 0.15 | -0.48 | 0.30 | -0.50 | 0.45 | 0.19 | 0.50 | 0.74 | 9.32 | 0.85 | 9.33 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 489\t\16 | 3.58 | 13.31 | -12.35 | 3.29 | -0.75 | 2.88 | -2.91 | 2.90 | 2.05 | 3.03 | 3.58 | 13.31 | 4.13 | 13.52 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 490\t\16 | 0.05 | 9.53 | -9.49 | 0.77 | -0.57 | 0.50 | -0.64 | 0.65 | 0.50 | 0.85 | 0.53 | 9.53 | 0.98 | 9.54 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 491\t\16 | 0.62 | 26.76 | -26.73 | 14.99 | -0.67 | 0.57 | -0.50 | 0.91 | 0.19 | 0.91 | 0.62 | 26.76 | 0.71 | 26.76 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 492\t\16 | 0.23 | 21.49 | -21.49 | 9.21 | -0.26 | 0.23 | -0.43 | 0.23 | 0.01 | 0.43 | 0.23 | 21.49 | 0.26 | 21.49 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 493\t\16 | 0.49 | 13.90 | -13.88 | 3.90 | -0.40 | 0.41 | -0.56 | 0.42 | 0.16 | 0.56 | 0.49 | 13.90 | 0.57 | 13.90 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 494\t\16 | 1.06 | 26.87 | -26.80 | 17.41 | -1.54 | 0.88 | -1.50 | 1.10 | 0.60 | 1.55 | 1.06 | 26.87 | 1.22 | 26.89 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 495\t\16 | 1.14 | 15.54 | -15.46 | 14.88 | -0.90 | 1.03 | -1.16 | 0.95 | 0.57 | 1.16 | 1.14 | 15.54 | 1.31 | 15.57 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 496\t\16 | 0.14 | 11.49 | -11.49 | 5.27 | -0.25 | 0.14 | -0.33 | 0.23 | 0.02 | 0.33 | 0.14 | 11.49 | 0.16 | 11.49 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 497\t\16 | 0.47 | 17.27 | -17.27 | 15.03 | -0.62 | 0.57 | -0.78 | 0.7 | 0.27 | 0.78 | 0.47 | 17.27 | 0.54 | 17.27 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 498\t\16 | 1.18 | 13.48 | -13.48 | 10.99 | -0.2 | 1.09 | -1.13 | 1.05 | 0.65 | 1.25 | 1.18 | 13.48 | 1.16 | 13.48 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 499\t\16 | 2.47 | 24.43 | -23.62 | 24.11 | -1.93 | 2.23 | -2.25 | 2.08 | 1.41 | 2.33 | 2.47 | 24.43 | 2.85 | 24.53 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 500\t\16 | 1.29 | 35.14 | -35.06 | 34.90 | -1.62 | 1.33 | -1.95 | 1.18 | 0.68 | 1.95 | 1.29 | 35.14 | 1.49 | 35.17 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 501\t\16 | 6.69 | 25.30 | -21.39 | 23.28 | -5.21 | 5.72 | -5.28 | 5.79 | 3.83 | 6.00 | 6.69 | 25.30 | 7.71 | 25.94 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 506\t\16 | 0.11 | 9.32 | -9.32 | 7.71 | -0.00 | 0.13 | -0.21 | 0.00 | 0.05 | 0.21 | 0.11 | 9.32 | 0.13 | 9.32 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 507\t\16 | 0.62 | 13.83 | -13.75 | 11.87 | -0.52 | 0.94 | -0.94 | 0.60 | 0.34 | 0.95 | 0.62 | 13.83 | 0.71 | 13.86 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 508\t\16 | 2.31 | 18.48 | -15.65 | 18.15 | -2.22 | 1.70 | -1.87 | 2.13 | 1.24 | 2.26 | 2.31 | 18.48 | 2.67 | 18.59 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 509\t\16 | 0.01 | 13.48 | -13.48 | 10.60 | -0.17 | 0.60 | -0.70 | 0.7 | 0.20 | 0.70 | 0.01 | 13.48 | 0.01 | 13.48 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 510\t\16 | 0.24 | 35.61 | -35.38 | 34.75 | -1.91 | 3.77 | -3.77 | 2.46 | 1.28 | 3.75 | 2.24 | 35.61 | 2.88 | 35.68 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 511\t\16 | 0.24 | 15.92 | -12.66 | 15.91 | -0.18 | 0.61 | -0.35 | 0.45 | 0.03 | 0.61 | 0.24 | 15.92 | 0.28 | 15.93 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 512\t\16 | 0.31 | 9.28 | -4.59 | 9.27 | -0.17 | 0.49 | -0.36 | 0.35 | 0.07 | 0.49 | 0.31 | 9.28 | 0.36 | 9.29 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 513\t\16 | 3.05 | 25.26 | -14.06 | 24.88 | -2.64 | 2.32 | -2.63 | 2.42 | 1.72 | 2.74 | 3.05 | 25.26 | 3.52 | 25.38 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 514\t\16 | 0.78 | 26.95 | -15.65 | 26.93 | -0.35 | 1.12 | -0.79 | 0.65 | 0.09 | 1.12 | 0.78 | 26.95 | 0.90 | 26.96 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 515\t\16 | 1.72 | 25.18 | -24.87 | 1.46 | -2.69 | 1.93 | -2.28 | 0.98 | 0.26 | 1.72 | 25.18 | 1.99 | 25.29 | combinacion cargas con esquidores ELU | |
| 516\t\16 | 0.58 | 28.85 | -14.13 | 28.84 | -0.33 | 0.72 | -0.50 | 0.62 | 0.20 | 0.72 | 0.58 | 28.85 | 0.67 | 28.85 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 517\t\16 | 1.75 | 28.85 | -28.85 | 27.05 | -1.75 | 1.58 | -1.58 | 1.52 | 0.44 | 1.53 | 1.75 | 28.85 | 2.02 | 28.86 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 518\t\16 | 1.65 | 31.43 | -14.21 | 31.15 | -1.25 | 1.32 | -1.54 | 1.12 | 0.75 | 1.54 | 1.65 | 31.43 | 1.81 | 31.45 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 519\t\16 | 1.16 | 27.85 | -9.44 | 27.83 | -0.47 | 0.96 | -0.90 | 0.60 | 0.30 | 0.96 | 1.16 | 27.85 | 1.34 | 27.85 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 522\t\16 | 0.56 | 10.44 | -2.00 | 10.43 | -0.33 | 0.48 | -0.38 | 0.52 | 0.20 | 0.56 | 10.44 | 0.65 | 10.45 | combinacion cargas con esquidores ELU | |
| 523\t\16 | 0.04 | 9.92 | -3.07 | 9.91 | -0.16 | 0.33 | -0.41 | 0.44 | 0.23 | 0.45 | 0.04 | 9.92 | 0.05 | 9.92 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 524\t\16 | 0.36 | 11.26 | -3.74 | 11.36 | -0.26 | 0.40 | -0.24 | 0.50 | 0.08 | 0.51 | 0.36 | 11.36 | 0.42 | 11.37 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 525\t\16 | 0.02 | 7.82 | -7.87 | 0.70 | -0.10 | 0.03 | -0.22 | 0.03 | 0.00 | 0.22 | 0.02 | 7.87 | 0.02 | 7.87 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 526\t\16 | 0.23 | 15.25 | -4.07 | 15.22 | -0.30 | 0.52 | -0.24 | 0.68 | 0.04 | 0.69 | 0.23 | 15.25 | 0.27 | 15.26 | combinacion cargas con esquidores ELU |
| 527\t\16 | 0.02 | 8.26 | -2.26 | 8.26 | -0.07 | 0.48 | -0.48 | 0.48 | 0.04 | 0.48 | 0.02 | 8.26 | 0.07 | 8 | |

TENSIONES BARRAS PILONA 4

| Barra / Caso | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | | Normales min. | | Normales max. | | Tau xy min. | | Tau xy max. | | Tau xz min. | | Tau xz max. | | Tangentes T min. | | Tangentes T max. | | Mises min. | | Mises max. | | Tresca min. | | Tresca max. | | Nombre del caso |
|--------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|---------------|------|---------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|------------------|--|------------------|--|------------|--|------------|--|-------------|--|-------------|--|--|
| | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | MPa | | |
| 35\t\t7 | 10.49 | | 18.99 | | 10.49 | | 18.99 | | -0.10 | | 0.16 | | -0.11 | | 0.21 | | 0.03 | | 0.21 | | 10.49 | | 18.99 | | 10.49 | | 18.99 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 36\t\t7 | 5.69 | | 21.74 | | -21.74 | | -5.68 | | -0.19 | | 0.01 | | -0.02 | | 0.23 | | 0.00 | | 0.23 | | 5.69 | | 21.74 | | 5.69 | | 21.74 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 37\t\t7 | 6.71 | | 19.74 | | 6.70 | | 19.74 | | -0.26 | | 0.09 | | -0.08 | | 0.33 | | 0.00 | | 0.33 | | 6.71 | | 19.74 | | 6.72 | | 19.75 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 38\t\t7 | 8.71 | | 17.02 | | -17.02 | | -8.71 | | -0.05 | | 0.02 | | -0.06 | | 0.16 | | 0.00 | | 0.16 | | 8.71 | | 17.02 | | 8.71 | | 17.02 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 39\t\t7 | 6.79 | | 18.63 | | 6.79 | | 18.63 | | -0.07 | | 0.05 | | -0.02 | | 0.23 | | 0.04 | | 0.23 | | 6.79 | | 18.63 | | 6.79 | | 18.63 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 40\t\t7 | 8.12 | | 16.52 | | -16.51 | | -8.12 | | -0.06 | | 0.04 | | -0.06 | | 0.19 | | 0.00 | | 0.19 | | 8.12 | | 16.52 | | 8.12 | | 16.52 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 41\t\t7 | 6.66 | | 17.38 | | 6.66 | | 17.38 | | -0.06 | | 0.04 | | -0.02 | | 0.21 | | 0.03 | | 0.21 | | 6.66 | | 17.38 | | 6.66 | | 17.38 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 42\t\t7 | 7.70 | | 15.57 | | -15.57 | | -7.70 | | -0.05 | | 0.04 | | -0.06 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 7.70 | | 15.57 | | 7.70 | | 15.57 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 43\t\t7 | 6.29 | | 16.50 | | 6.28 | | 16.50 | | -0.05 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.21 | | 0.03 | | 0.21 | | 6.29 | | 16.50 | | 6.29 | | 16.50 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 44\t\t7 | 7.26 | | 14.76 | | -14.76 | | -7.26 | | -0.04 | | 0.05 | | -0.06 | | 0.19 | | 0.00 | | 0.19 | | 7.26 | | 14.76 | | 7.26 | | 14.76 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 45\t\t7 | 5.98 | | 15.54 | | 5.98 | | 15.54 | | -0.04 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.20 | | 0.03 | | 0.20 | | 5.98 | | 15.54 | | 5.98 | | 15.54 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 46\t\t7 | 6.80 | | 13.95 | | -6.80 | | -0.04 | | 0.05 | | -0.05 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 0.18 | | 6.80 | | 13.95 | | 6.80 | | 13.95 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 47\t\t7 | 5.64 | | 14.61 | | 5.64 | | 14.61 | | -0.04 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.19 | | 0.03 | | 0.19 | | 5.64 | | 14.61 | | 5.64 | | 14.61 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 48\t\t7 | 6.34 | | 13.15 | | -13.15 | | -6.34 | | -0.03 | | 0.05 | | -0.05 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 6.34 | | 13.15 | | 6.34 | | 13.15 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 49\t\t7 | 5.29 | | 13.68 | | 5.29 | | 13.76 | | -0.03 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.19 | | 0.03 | | 0.19 | | 5.29 | | 13.76 | | 5.30 | | 13.76 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 50\t\t7 | 5.85 | | 12.37 | | -12.37 | | -5.85 | | -0.03 | | 0.05 | | -0.04 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 5.85 | | 12.37 | | 5.85 | | 12.37 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 51\t\t7 | 4.64 | | 13.12 | | 4.64 | | 13.22 | | -0.03 | | 0.05 | | -0.01 | | 0.18 | | 0.02 | | 0.18 | | 4.64 | | 13.22 | | 4.64 | | 13.22 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 52\t\t7 | 5.35 | | 11.61 | | -11.61 | | -5.34 | | -0.02 | | 0.05 | | -0.04 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 5.35 | | 11.61 | | 5.35 | | 11.61 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 53\t\t7 | 3.92 | | 12.58 | | 3.92 | | 12.67 | | -0.02 | | 0.05 | | -0.01 | | 0.18 | | 0.02 | | 0.18 | | 3.92 | | 12.67 | | 3.92 | | 12.67 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 54\t\t7 | 4.82 | | 10.87 | | -10.87 | | -4.82 | | -0.02 | | 0.05 | | -0.04 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 4.82 | | 10.87 | | 4.82 | | 10.87 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 55\t\t7 | 3.23 | | 12.00 | | 3.23 | | 12.09 | | -0.02 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.17 | | 0.01 | | 0.17 | | 3.23 | | 12.09 | | 3.23 | | 12.09 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 56\t\t7 | 4.24 | | 10.20 | | -10.20 | | -4.24 | | -0.02 | | 0.05 | | -0.03 | | 0.18 | | 0.00 | | 0.18 | | 4.24 | | 10.20 | | 4.24 | | 10.20 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 57\t\t7 | 2.52 | | 11.50 | | 2.51 | | 11.58 | | -0.02 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.17 | | 0.01 | | 0.17 | | 2.52 | | 11.58 | | 2.52 | | 11.58 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 58\t\t7 | 3.87 | | 9.21 | | -9.21 | | -3.87 | | -0.01 | | 0.04 | | -0.03 | | 0.16 | | 0.00 | | 0.16 | | 3.87 | | 9.21 | | 3.87 | | 9.21 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 59\t\t7 | 1.95 | | 10.69 | | 1.95 | | 10.69 | | -0.01 | | 0.04 | | -0.00 | | 0.15 | | 0.00 | | 0.15 | | 1.95 | | 10.69 | | 1.95 | | 10.69 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 60\t\t7 | 2.39 | | 9.73 | | -9.73 | | -2.39 | | -0.00 | | 0.04 | | -0.01 | | 0.19 | | 0.00 | | 0.19 | | 2.39 | | 9.73 | | 2.39 | | 9.73 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 61\t\t7 | 1.06 | | 11.03 | | 1.05 | | 11.03 | | -0.07 | | 0.02 | | -0.01 | | 0.19 | | 0.00 | | 0.19 | | 1.06 | | 11.03 | | 1.06 | | 11.03 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 62\t\t7 | 2.43 | | 7.72 | | -7.72 | | -2.42 | | -0.16 | | 0.04 | | -0.16 | | 0.17 | | 0.00 | | 0.17 | | 2.43 | | 7.72 | | 2.44 | | 7.72 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 64\t\t7 | 0.00 | | 0.33 | | -0.33 | | 0.33 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.07 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.33 | | 0.00 | | 0.33 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 65\t\t7 | 0.00 | | 0.33 | | -0.33 | | 0.33 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.07 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.33 | | 0.00 | | 0.33 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 66\t\t7 | 0.00 | | 0.33 | | -0.33 | | 0.33 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.07 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.33 | | 0.00 | | 0.33 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 85\t\t7 | 6.66 | | 18.13 | | -18.10 | | -6.50 | | -0.65 | | 1.08 | | -1.07 | | 0.79 | | 0.30 | | 1.10 | | 6.66 | | 18.13 | | 6.72 | | 18.14 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 86\t\t7 | 26.06 | | 88.55 | | 25.99 | | 88.48 | | -2.96 | | 0.59 | | -0.45 | | 3.80 | | 0.03 | | 3.82 | | 26.06 | | 88.55 | | 26.08 | | 88.58 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 87\t\t7 | 2.88 | | 11.80 | | -11.78 | | -2.80 | | -0.35 | | 0.39 | | -0.48 | | 0.44 | | 0.20 | | 0.48 | | 2.88 | | 11.80 | | 2.91 | | 11.80 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 88\t\t7 | 0.22 | | 37.48 | | -5.72 | | 37.48 | | -0.06 | | 0.61 | | -2.08 | | 0.01 | | 0.12 | | 2.08 | | 0.22 | | 37.48 | | 0.25 | | 37.48 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 89\t\t7 | 28.41 | | 53.42 | | -53.41 | | -28.37 | | -0.66 | | 1.16 | | -0.38 | | 1.61 | | 0.01 | | 1.62 | | 28.41 | | 53.42 | | 28.43 | | 53.42 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 90\t\t7 | 1.52 | | 10.35 | | -10.33 | | -1.41 | | -0.53 | | 0.38 | | -0.48 | | 0.57 | | 0.16 | | 0.58 | | 1.52 | | 10.35 | | 1.56 | | 10.36 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 91\t\t7 | 69.22 | | 135.78 | | 69.21 | | 135.71 | | -0.61 | | 3.09 | | -4.24 | | 0.43 | | 0.01 | | 4.27 | | 69.22 | | 135.78 | | 69.23 | | 135.80 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 92\t\t7 | 3.25 | | 9.03 | | 3.10 | | 8.99 | | -0.60 | | 0.45 | | -0.56 | | 0.61 | | 0.35 | | 0.61 | | 3.25 | | 9.03 | | 3.29 | | 9.05 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 93\t\t7 | 4.00 | | 8.96 | | -8.92 | | -3.88 | | -0.57 | | 0.48 | | -0.60 | | 0.60 | | 0.35 | | 0.60 | | 4.00 | | 8.96 | | 4.04 | | 8.98 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 95\t\t7 | 4.47 | | 7.82 | | 4.35 | | 7.76 | | -0.59 | | 0.52 | | -0.59 | | 0.63 | | 0.37 | | 0.63 | | 4.47 | | 7.82 | | 4.51 | | 7.83 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 96\t\t7 | 4.22 | | 7.96 | | -7.91 | | -4.13 | | -0.50 | | 0.51 | | -0.57 | | 0.59 | | 0.33 | | 0.59 | | 4.22 | | 7.96 | | 4.25 | | 7.97 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 98\t\t7 | 4.04 | | 7.52 | | 3.95 | | 7.47 | | -0.50 | | 0.43 | | -0.49 | | 0.56 | | 0.29 | | 0.56 | | 4.04 | | 7.52 | | 4.07 | | 7.54 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 99\t\t7 | 3.89 | | 7.60 | | -7.56 | | -3.82 | | -0.43 | | 0.44 | | -0.50 | | 0.53 | | 0.27 | | 0.53 | | 3.89 | | 7.60 | | 3.92 | | 7.61 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 101\t\t7 | 3.38 | | 7.57 | | 3.31 | | 7.54 | | -0.42 | | 0.35 | | -0.48 | | 0.40 | | 0.22 | | 0.49 | | 3.38 | | 7.57 | | 3.40 | | 7.58 | | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 102\t\t7 | 3.32 | | 7.49 | | -7.46 | </td | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|--------|--------|--------|-------|------|-------|------|------|------|-------|--------|-------|--------|--|
| 114\t\t7 | 1.15 | 6.88 | -6.88 | -1.13 | -0.07 | 0.11 | -0.11 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 1.15 | 6.88 | 1.15 | 6.88 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 116\t\t7 | 0.25 | 7.35 | 0.22 | 7.35 | -0.12 | 0.02 | -0.05 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 0.25 | 7.35 | 0.26 | 7.35 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 117\t\t7 | 0.63 | 6.72 | -6.72 | -0.62 | -0.02 | 0.06 | -0.05 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 0.63 | 6.72 | 0.63 | 6.72 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 119\t\t7 | 0.08 | 7.26 | -0.35 | 7.26 | -0.07 | 0.00 | -0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.08 | 7.26 | 0.09 | 7.26 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 120\t\t7 | 0.14 | 6.52 | -6.52 | -0.14 | -0.01 | 0.04 | -0.02 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 0.14 | 6.52 | 0.14 | 6.52 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 122\t\t7 | 0.08 | 7.14 | -0.89 | 7.14 | -0.12 | 0.02 | -0.17 | 0.04 | 0.00 | 0.17 | 0.08 | 7.14 | 0.09 | 7.14 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 123\t\t7 | 0.06 | 6.40 | -6.39 | 0.40 | -0.04 | 0.09 | -0.06 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 0.06 | 6.40 | 0.07 | 6.40 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 125\t\t7 | 0.06 | 6.97 | -1.36 | 6.96 | -0.15 | 0.04 | -0.21 | 0.07 | 0.00 | 0.21 | 0.06 | 6.97 | 0.07 | 6.97 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 126\t\t7 | 0.13 | 6.24 | -6.23 | 0.83 | -0.09 | 0.16 | -0.13 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.13 | 6.24 | 0.15 | 6.24 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 127\t\t7 | 0.02 | 7.62 | -2.44 | 7.60 | -0.28 | 0.10 | -0.33 | 0.15 | 0.01 | 0.33 | 0.02 | 7.62 | 0.03 | 7.62 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 128\t\t7 | 0.08 | 4.73 | -4.73 | 0.81 | -0.07 | 0.03 | -0.06 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.08 | 4.73 | 0.09 | 4.73 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 129\t\t7 | 0.04 | 5.02 | -2.22 | 5.02 | -0.12 | 0.04 | -0.10 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 0.04 | 5.02 | 0.04 | 5.02 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 134\t\t7 | 1.20 | 9.86 | -9.80 | -0.45 | -0.65 | 0.64 | -0.69 | 0.76 | 0.41 | 0.77 | 1.20 | 9.86 | 1.36 | 9.88 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 136\t\t7 | 0.59 | 18.86 | -4.12 | 18.82 | -0.45 | 0.70 | -0.38 | 0.90 | 0.16 | 0.90 | 0.59 | 18.86 | 0.68 | 18.87 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 137\t\t7 | 2.20 | 12.40 | -12.37 | -1.93 | -0.65 | 0.48 | -0.56 | 0.73 | 0.30 | 0.73 | 2.20 | 12.40 | 2.28 | 12.41 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 139\t\t7 | 2.14 | 11.81 | 1.99 | 11.79 | -0.37 | 0.51 | -0.40 | 0.60 | 0.20 | 0.60 | 2.14 | 11.81 | 2.18 | 11.82 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 140\t\t7 | 1.53 | 11.56 | -11.54 | -1.28 | -0.49 | 0.41 | -0.43 | 0.62 | 0.20 | 0.62 | 1.53 | 11.56 | 1.61 | 11.57 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 142\t\t7 | 1.60 | 11.79 | 1.40 | 11.77 | -0.34 | 0.53 | -0.39 | 0.60 | 0.20 | 0.60 | 1.60 | 11.79 | 1.66 | 11.80 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 143\t\t7 | 1.66 | 10.87 | -10.85 | -1.49 | -0.43 | 0.34 | -0.37 | 0.54 | 0.15 | 0.54 | 1.66 | 10.87 | 1.71 | 10.87 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 145\t\t7 | 1.76 | 10.88 | 1.64 | 10.86 | -0.27 | 0.44 | -0.51 | 0.32 | 0.13 | 0.51 | 1.76 | 10.88 | 1.80 | 10.89 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 146\t\t7 | 1.64 | 10.17 | -10.15 | -1.53 | -0.35 | 0.27 | -0.31 | 0.46 | 0.10 | 0.46 | 1.64 | 10.17 | 1.68 | 10.17 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 148\t\t7 | 1.71 | 10.32 | 1.65 | 10.30 | -0.21 | 0.36 | -0.43 | 0.25 | 0.09 | 0.43 | 1.71 | 10.32 | 1.73 | 10.32 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 149\t\t7 | 1.63 | 9.48 | -9.47 | -1.56 | -0.28 | 0.20 | -0.24 | 0.39 | 0.05 | 0.39 | 1.63 | 9.48 | 1.65 | 9.48 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 151\t\t7 | 1.56 | 9.76 | 1.52 | 9.75 | -0.15 | 0.29 | -0.19 | 0.36 | 0.04 | 0.36 | 1.56 | 9.76 | 1.57 | 9.77 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 152\t\t7 | 1.61 | 8.81 | -8.81 | -1.57 | -0.21 | 0.14 | -0.18 | 0.31 | 0.01 | 0.31 | 1.61 | 8.81 | 1.62 | 8.81 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 154\t\t7 | 1.42 | 9.21 | 1.40 | 9.21 | -0.09 | 0.22 | -0.13 | 0.29 | 0.00 | 0.29 | 1.42 | 9.21 | 1.42 | 9.21 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 155\t\t7 | 1.57 | 8.17 | -8.17 | -1.55 | -0.14 | 0.08 | -0.13 | 0.25 | 0.00 | 0.25 | 1.57 | 8.17 | 1.58 | 8.17 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 157\t\t7 | 1.26 | 8.68 | 1.25 | 8.68 | -0.04 | 0.15 | -0.07 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 1.26 | 8.68 | 1.26 | 8.68 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 158\t\t7 | 1.53 | 7.54 | -7.54 | -1.52 | -0.08 | 0.03 | -0.08 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 1.53 | 7.54 | 1.53 | 7.54 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 160\t\t7 | 1.10 | 8.16 | 1.10 | 8.16 | -0.01 | 0.09 | -0.02 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 1.10 | 8.16 | 1.10 | 8.16 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 161\t\t7 | 1.46 | 6.95 | -6.95 | -1.46 | -0.03 | 0.00 | -0.03 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 1.46 | 6.95 | 1.46 | 6.95 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 163\t\t7 | 0.95 | 7.64 | 0.95 | 7.64 | -0.00 | 0.07 | -0.14 | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.95 | 7.64 | 0.95 | 7.64 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 164\t\t7 | 1.37 | 6.39 | -6.39 | -1.36 | -0.08 | 0.02 | -0.08 | 0.17 | 0.00 | 0.17 | 1.37 | 6.39 | 1.37 | 6.39 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 166\t\t7 | 0.77 | 7.16 | 0.75 | 7.16 | -0.03 | 0.11 | -0.18 | 0.06 | 0.00 | 0.18 | 0.77 | 7.16 | 0.77 | 7.16 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 167\t\t7 | 1.25 | 5.85 | -5.85 | -1.24 | -0.12 | 0.07 | -0.13 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 1.25 | 5.85 | 1.26 | 5.85 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 169\t\t7 | 0.66 | 6.63 | 0.62 | 6.63 | -0.07 | 0.15 | -0.11 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.66 | 6.63 | 0.67 | 6.63 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 170\t\t7 | 1.12 | 5.40 | -5.39 | -1.10 | -0.15 | 0.10 | -0.16 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 1.12 | 5.40 | 1.12 | 5.40 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 171\t\t7 | 0.41 | 6.32 | 0.30 | 6.31 | -0.12 | 0.20 | -0.16 | 0.27 | 0.02 | 0.27 | 0.41 | 6.32 | 0.44 | 6.32 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 172\t\t7 | 1.26 | 4.54 | -4.53 | -1.21 | -0.22 | 0.17 | -0.25 | 0.29 | 0.06 | 0.29 | 1.26 | 4.54 | 1.28 | 4.55 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 173\t\t7 | 0.16 | 6.54 | -0.84 | 6.62 | -0.15 | 0.12 | -0.10 | 0.28 | 0.00 | 0.28 | 0.16 | 6.63 | 0.18 | 6.63 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 174\t\t7 | 0.37 | 7.40 | -7.38 | 1.13 | -0.37 | 0.21 | -0.29 | 0.45 | 0.08 | 0.45 | 0.37 | 7.40 | 0.42 | 7.41 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 481\t\t7 | 0.46 | 22.42 | -22.40 | 1.25 | -0.29 | 0.58 | -0.22 | 0.82 | 0.00 | 0.82 | 0.46 | 22.42 | 0.53 | 22.43 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 482\t\t7 | 0.03 | 10.54 | -4.60 | 10.54 | -0.01 | 0.10 | -0.34 | 0.00 | 0.01 | 0.34 | 0.03 | 10.54 | 0.03 | 10.54 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 483\t\t7 | 20.28 | 41.05 | 20.26 | 41.08 | -0.49 | 0.54 | -0.50 | 0.67 | 0.00 | 0.67 | 20.28 | 41.09 | 20.29 | 41.09 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 484\t\t7 | 0.29 | 115.27 | -1.47 | 115.26 | -1.83 | 0.91 | -0.86 | 1.44 | 0.00 | 1.83 | 0.29 | 115.27 | 0.33 | 115.28 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 485\t\t7 | 0.05 | 86.43 | -32.37 | 86.36 | -4.65 | 0.75 | -2.32 | 0.68 | 0.00 | 4.65 | 0.05 | 86.43 | 0.06 | 86.45 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 486\t\t7 | 0.00 | 0.11 | -0.11 | 0.11 | -0.00 | 0.00 | -0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 487\t\t7 | 0.00 | 0.11 | -0.11 | 0.11 | -0.00 | 0.00 | -0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |
| 488\t\t7 | 0.00 | 0.11 | -0.11 | 0.11 | -0.00 | 0.00 | -0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | Combinacion cargas con esquiadores ELU |

TENSIONES BARRAS PILONA 5

Tabla A6-4. Tensiones barras pilona 4

| | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | Normales min. | Normales max. | Tau xy min. | Tau xy max. | Tau xz min. | Tau xz max. | Tangentes T min. | Tangentes T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|-------------|--|
| Caso | | | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | |
| Valor extremo | 0.00 | 135.78 | -53.41 | 135.71 | -4.65 | 3.09 | -4.24 | 3.80 | 0.00 | 4.65 | 0.00 | 135.78 | 0.00 | 135.80 | |
| Posición de la sección | 0.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | |
| Barra | 487 | 91 | 89 | 91 | 485 | 91 | 91 | 86 | 65 | 485 | 487 | 91 | 487 | 91 | |

| Barra / Caso | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min. | Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max. | Normales min. | Normales max. | Tau_xy min. | Tau_xy max. | Tau_xz min. | Tau_xz max. | Tangentes_T min. | Tangentes_T max. | Mises min. | Mises max. | Tresca min. | Tresca max. | Nombre del caso |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|-------------|---|---|
| | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | |
| 1\t\16 | 3.94 | 186.01 | -185.71 | 9.44 | -1.85 | 8.96 | -2.56 | 6.56 | 0.12 | 8.97 | 3.94 | 186.01 | 4.55 | 186.11 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 2\t\16 | 3.29 | 30.32 | -28.28 | 29.86 | -3.25 | 3.24 | 2.42 | 1.85 | 3.26 | 3.29 | 30.32 | 3.78 | 30.47 | 24.66 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 3\t\16 | 9.73 | 290.32 | -290.09 | 16.25 | -1.75 | 11.29 | -9.52 | 8.93 | 0.01 | 11.75 | 9.73 | 290.32 | 11.22 | 290.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 4\t\16 | 0.12 | 32.17 | -32.10 | 18.06 | -1.06 | 16.44 | -0.00 | 8.01 | 0.01 | 3.07 | 0.12 | 32.17 | 0.14 | 32.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 5\t\16 | 0.02 | 85.61 | -84.91 | 73.85 | -9.87 | 10.64 | -10.86 | 9.83 | 0.00 | 11.03 | 0.02 | 85.61 | 0.02 | 85.85 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 6\t\16 | 11.54 | 24.85 | -11.53 | 24.85 | -0.24 | 0.19 | -0.47 | 0.11 | 0.00 | 0.47 | 11.54 | 24.85 | 11.54 | 24.85 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 7\t\16 | 0.35 | 38.58 | -38.58 | 19.64 | -0.00 | 0.34 | -0.00 | 0.67 | 0.20 | 0.67 | 0.35 | 38.58 | 0.41 | 38.58 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 8\t\16 | 1.89 | 15.24 | -1.88 | 15.24 | -0.02 | 0.10 | -0.02 | 0.24 | 0.00 | 0.24 | 1.89 | 15.24 | 1.89 | 15.24 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 9\t\16 | 4.23 | 18.46 | -18.44 | -4.16 | -0.45 | 0.40 | -0.62 | 0.28 | 0.15 | 0.62 | 4.23 | 18.46 | 4.26 | 18.46 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 10\t\16 | 8.04 | 15.92 | -8.02 | 15.92 | -0.30 | 0.20 | -0.28 | 0.37 | 0.08 | 0.37 | 8.04 | 15.92 | 8.04 | 15.92 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 11\t\16 | 11.01 | 12.49 | -12.48 | -11.00 | -0.13 | 0.13 | -0.15 | 0.16 | 0.07 | 0.16 | 11.01 | 12.49 | 11.01 | 12.49 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 12\t\16 | 9.08 | 15.05 | -9.08 | 15.05 | -0.09 | 0.10 | -0.12 | 0.23 | 0.00 | 0.23 | 9.08 | 15.05 | 9.08 | 15.05 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 13\t\16 | 11.16 | 13.64 | -11.16 | -1.15 | 0.16 | -0.20 | 0.15 | 0.07 | 0.20 | 11.16 | 13.64 | 11.16 | 13.64 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 14\t\16 | 0.13 | 16.43 | -0.13 | -0.09 | 0.10 | -0.22 | 0.00 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.13 | 16.43 | 0.13 | 16.43 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 15\t\16 | 11.60 | 14.47 | -11.59 | -0.13 | 0.13 | -0.18 | 0.13 | 0.06 | 0.18 | 11.60 | 14.47 | 11.60 | 14.47 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 16\t\16 | 9.87 | 16.93 | -9.87 | 16.93 | -0.08 | 0.08 | -0.09 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 9.87 | 16.93 | 9.87 | 16.93 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 17\t\16 | 11.98 | 15.34 | -11.97 | -0.13 | 0.13 | -0.18 | 0.13 | 0.05 | 0.18 | 11.98 | 15.34 | 11.98 | 15.34 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 18\t\16 | 10.22 | 17.83 | -10.22 | 17.83 | -0.08 | 0.07 | -0.09 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 10.22 | 17.83 | 10.22 | 17.83 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 19\t\16 | 12.30 | 16.26 | -16.26 | -12.30 | -0.13 | 0.12 | -0.18 | 0.12 | 0.05 | 0.18 | 12.30 | 16.26 | 12.30 | 16.26 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 20\t\16 | 10.63 | 18.69 | -10.63 | 18.69 | -0.08 | 0.07 | -0.09 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 10.63 | 18.69 | 10.63 | 18.69 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 21\t\16 | 12.60 | 17.27 | -12.60 | -0.14 | 0.12 | -0.19 | 0.12 | 0.05 | 0.19 | 12.60 | 17.27 | 12.60 | 17.27 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 22\t\16 | 10.91 | 19.63 | -10.91 | 19.63 | -0.07 | 0.06 | -0.08 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 10.91 | 19.63 | 10.91 | 19.63 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 23\t\16 | 13.84 | 17.89 | -13.84 | -0.08 | 0.07 | -0.12 | 0.07 | 0.01 | 0.12 | 13.84 | 17.89 | 13.84 | 17.89 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 24\t\16 | 10.75 | 21.39 | -10.75 | 21.39 | -0.09 | 0.04 | -0.22 | 0.00 | 0.22 | 10.75 | 21.39 | 10.75 | 21.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 25\t\16 | 9.98 | 21.21 | -9.97 | -0.25 | 0.13 | -0.31 | 0.13 | 0.04 | 0.31 | 9.98 | 21.21 | 9.98 | 21.21 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 26\t\16 | 3.94 | 27.87 | -3.94 | 27.87 | -0.16 | 0.06 | -0.36 | 0.05 | 0.00 | 0.36 | 3.94 | 27.87 | 3.94 | 27.87 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 27\t\16 | 12.01 | 30.96 | -11.99 | -0.45 | 0.51 | -0.26 | 0.76 | 0.10 | 0.76 | 12.01 | 30.96 | 12.02 | 30.96 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 28\t\16 | 1.43 | 76.24 | -31.24 | 76.18 | -1.86 | 1.45 | -0.75 | 2.99 | 0.07 | 3.00 | 1.43 | 76.24 | 1.65 | 76.27 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 29\t\16 | 0.88 | 104.11 | -23.19 | 104.10 | -0.91 | 0.21 | -1.80 | 0.12 | 0.02 | 1.80 | 0.88 | 104.11 | 1.02 | 104.11 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 30\t\16 | 9.71 | 72.87 | -72.87 | -9.66 | -0.76 | 0.12 | -0.97 | 0.11 | 0.00 | 0.97 | 9.71 | 72.87 | 9.73 | 72.87 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 31\t\16 | 18.63 | 76.43 | -18.54 | 76.43 | -1.28 | 1.07 | -0.56 | 1.99 | 0.16 | 1.99 | 18.63 | 76.46 | 18.66 | 76.47 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 32\t\16 | 0.14 | 13.50 | -13.49 | 10.30 | -0.20 | 0.33 | -0.06 | 0.85 | 0.07 | 0.85 | 0.14 | 13.50 | 0.16 | 13.50 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 33\t\16 | 0.65 | 6.12 | -6.00 | 5.63 | -0.69 | 0.25 | -0.21 | 0.2 | 0.01 | 0.83 | 0.05 | 6.12 | 0.06 | 6.13 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 34\t\16 | 5.81 | 4.89 | -5.81 | 5.63 | -1.61 | 0.70 | -1.12 | 1.09 | 1.65 | 5.81 | 5.81 | 5.81 | 5.88 | 5.88 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 35\t\16 | 8.54 | 20.00 | -19.90 | 8.36 | -0.57 | 1.15 | -1.23 | 1.13 | 0.45 | 1.75 | 8.54 | 20.00 | 8.60 | 20.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 36\t\16 | 10.69 | 19.69 | -19.61 | -10.57 | -1.13 | 1.15 | -1.43 | 0.98 | 0.40 | 1.45 | 10.69 | 19.69 | 10.73 | 19.71 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 37\t\16 | 0.90 | 12.03 | -11.75 | 11.70 | -1.19 | 2.40 | -1.44 | 2.23 | 0.48 | 2.43 | 0.90 | 12.03 | 1.04 | 12.14 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 38\t\16 | 0.36 | 2.00 | -1.96 | 1.86 | -0.33 | 0.28 | -0.36 | 0.36 | 0.18 | 0.36 | 0.36 | 2.00 | 0.41 | 2.01 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 39\t\16 | 0.03 | 2.47 | -2.47 | 1.72 | -0.03 | 0.02 | -0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.03 | 2.47 | 0.03 | 2.47 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 40\t\16 | 0.01 | 1.17 | -0.94 | 1.17 | -0.05 | 0.03 | -0.08 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 0.01 | 1.17 | 0.01 | 1.18 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 41\t\16 | 0.04 | 2.60 | -2.60 | 2.53 | -0.09 | 0.08 | -0.14 | 0.19 | 0.00 | 0.19 | 0.04 | 2.60 | 0.04 | 2.61 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 42\t\16 | 0.01 | 1.32 | -1.31 | 0.90 | -0.07 | 0.08 | -0.09 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | 1.32 | 0.01 | 1.32 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 43\t\16 | 0.12 | 2.33 | -2.33 | 1.90 | -0.20 | 0.25 | -0.28 | 0.27 | 0.05 | 0.28 | 0.12 | 2.33 | 0.14 | 2.34 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 44\t\16 | 0.16 | 1.73 | -1.72 | 0.59 | -0.14 | 0.13 | -0.20 | 0.18 | 0.05 | 0.20 | 0.16 | 1.73 | 0.19 | 1.74 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 45\t\16 | 0.24 | 2.54 | -1.35 | 2.50 | -0.26 | 0.27 | -0.33 | 0.35 | 0.13 | 0.35 | 0.24 | 2.55 | 0.28 | 2.56 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 46\t\16 | 0.28 | 2.08 | -2.05 | 0.28 | -0.20 | 0.20 | -0.25 | 0.26 | 0.10 | 0.26 | 0.28 | 2.08 | 0.32 | 2.09 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 47\t\16 | 0.38 | 2.79 | -0.92 | 2.73 | -0.33 | 0.33 | -0.40 | 0.41 | 0.19 | 0.41 | 0.38 | 2.79 | 0.44 | 2.81 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 48\t\16 | 0.38 | 2.45 | -2.40 | -0.02 | -0.26 | 0.28 | -0.33 | 0.32 | 0.16 | 0.33 | 0.45 | 2.45 | 0.51 | 2.46 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 49\t\16 | 0.54 | 3.27 | -0.82 | 3.19 | -0.40 | 0.40 | -0.48 | 0.47 | 0.25 | 0.48 | 0.54 | 3.27 | 0.62 | 3.29 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 50\t\16 | 0.70 | 2.86 | -2.80 | -0.35 | -0.33 | 0.35 | -0.39 | 0.40 | 0.22 | 0.40 | 0.70 | 2.86 | 0.78 | 2.88 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 51\t\16 | 0.68 | 3.52 | -0.33 | 3.43 | -0.48 | 0.47 | -0.56 | 0.55 | 0.31 | 0.56 | 0.68 | 3.52 | 0.78 | 3.55 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 52\t\16 | 0.07 | 3.44 | -3.40 | 0.49 | -0.41 | 0.44 | -0.60 | 0.58 | 0.32 | 0.58 | 0.65 | 3.44 | 0.80 | 3.44 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 53\t\16 | 0.76 | 4.83 | -1.13 | 4.73 | -0.57 | 0.57 | -0.67 | 0.62 | 0.36 | 0.67 | 0.76 | 4.83 | 0.88 | 4.87 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 54\t\16 | 1.03 | 4.54 | -4.43 | 0.23 | -0.59 | 0.71 | -0.71 | 0.71 | 0.47 | 0.71 | 1.03 | 4.54 | 1.18 | 4.58 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 55\t\16 | 1.39 | 8.12 | -4.17 | 7.89 | -1.22 | 0.98 | -1.21 | 1.14 | 0.78 | 1.22 | 1.39 | 8.12 | 1.60 | 8.20 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 56\t\16 | 0.03 | 13.57 | -13.57 | 5.54 | -0.47 | 0.11 | -0.41 | 0.21 | 0.00 | 0.47 | 0.03 | 13.57 | 0.04 | 13.57 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 57\t\16 | 0.09 | 33.87 | -25.48 | 33.87 | -0.01 | 0.16 | -0.00 | 0.74 | 0.04 | 0.74 | 0.09 | 33.87 | 0.10 | 33.87 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 58\t\16 | 0.38 | 2.79 | -3.72 | 3.70 | -0.26 | 0.16 | -0.25 | 0.32 | 0.05 | 0.33 | 0.19 | 2.79 | 0.22 | 2.81 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 59\t\16 | 0.19 | 4.83 | -2.31 | 4.10 | -0.35 | 0.29 | -0.34 | 0.45 | 0.13 | 0.45 | 0.36 | 4.14 | 0.42 | 4.16 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 60\t\16 | 0.46 | 3.77 | -3.70 | 2.12 | -0.41 | 0.49 | -0.46 | 0.56 | 0.27 | 0.56 | 0.46 | 3.77 | 0.53 | 3.79 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 61\t\16 | 0.46 | 4.50 | -3.56 | 4.48 | -0.18 | 0.25 | -0.20 | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.14 | 4.50 | 0.16 | 4.51 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 62\t\16 | 0.05 | 2.29 | -2.25 | 1.74 | -0.12 | 0.10 | -0.14 | 0.23 | 0.00 | 0.23 | 0.05 | 2.29 | 0.06 | 2.29 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 63\t\16 | 0.25 | 2.25 | -2.24 | 2.77 | -0.22 | 0.17 | -0.23 | 0.32 | 0.05 | 0.32 | 0.20 | 2.25 | 0.29 | 2.26 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 64\t\16 | 0.20 | 2.79 | -2.92 | 0.30 | -0.29 | 0.23 | -0.28 | 0.34 | 0.17 | 0.34 | 0.32 | 2.79 | 0.22 | 2.80 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 65\t\16 | 0.32 | 3.48 | -3.45 | -0.29 | 0.23 | -0.28 | 0.39 | 0.08 | 0.39 | 0.28 | 3.48 | 0.32 | 3.49 | 3.49 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---|---|
| 294\l\l6 | 3.66 | 67.60 | -57.11 | 66.92 | -3.58 | 5.44 | -5.99 | 3.17 | 2.03 | 6.00 | 3.66 | 67.60 | 4.22 | 67.82 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 298\l\l6 | 16.34 | 106.82 | -104.09 | 96.91 | -14.68 | 12.70 | -14.77 | 12.70 | 9.32 | 15.29 | 16.34 | 106.82 | 18.84 | 107.71 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 299\l\l6 | 128.05 | 150.35 | 128.94 | 150.15 | -0.5 | 0.48 | -0.76 | 0.59 | 0.30 | 1.01 | 128.05 | 150.35 | 128.95 | 150.35 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 333\l\l6 | 2.98 | 22.41 | -1.05 | -1.88 | 1.46 | -2.13 | 1.51 | 0.98 | 2.45 | 0.05 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 380\l\l6 | 0.08 | 41.51 | 19.62 | 41.48 | -0.42 | 1.41 | -0.41 | 1.54 | 0.00 | 1.54 | 0.08 | 41.51 | 0.09 | 41.52 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 388\l\l6 | 2.05 | 16.12 | -16.03 | -0.95 | -0.77 | 1.22 | -1.04 | 1.06 | 0.55 | 1.22 | 2.05 | 16.12 | 2.28 | 16.15 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 391\l\l6 | 1.86 | 18.11 | -18.02 | 0.72 | -0.84 | 1.37 | -1.13 | 1.19 | 0.59 | 1.37 | 1.86 | 18.11 | 2.12 | 18.14 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 400\l\l6 | 2.39 | 23.94 | -23.70 | 4.48 | -1.63 | 2.23 | -2.05 | 1.93 | 1.19 | 2.25 | 2.39 | 23.94 | 2.76 | 24.02 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 415\l\l6 | 1.89 | 18.92 | -18.83 | 0.55 | -0.89 | 1.39 | -1.17 | 1.22 | 0.64 | 1.39 | 1.89 | 18.92 | 2.17 | 18.95 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 417\l\l6 | 1.01 | 20.31 | -20.26 | 3.93 | -0.62 | 1.07 | -0.89 | 0.92 | 0.43 | 1.08 | 1.01 | 20.31 | 1.16 | 20.32 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 421\l\l6 | 0.59 | 2.03 | -1.91 | 5.34 | -0.54 | 1.26 | -0.68 | 0.7 | 0.3 | 1.21 | 0.59 | 2.03 | 1.22 | 2.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 421\l\l6 | 4.31 | 12.55 | -12.47 | 4.04 | -0.84 | 0.78 | -0.81 | 0.92 | 0.52 | 0.93 | 4.31 | 12.55 | 4.38 | 12.58 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 423\l\l6 | 1.79 | 318.20 | -318.14 | 300.87 | -19.15 | 20.09 | -9.82 | 8.58 | 0.99 | 20.10 | 1.79 | 318.20 | 2.06 | 318.22 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 425\l\l6 | 5.22 | 33.37 | -32.42 | 14.62 | -4.90 | 4.27 | -5.16 | 4.12 | 2.94 | 5.25 | 5.22 | 33.37 | 6.03 | 33.68 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 427\l\l6 | 0.02 | 41.18 | -41.18 | 18.06 | -0.00 | 0.70 | -0.18 | 0.02 | 0.00 | 0.70 | 0.02 | 41.18 | 0.02 | 41.18 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 429\l\l6 | 0.31 | 62.04 | -62.02 | 60.55 | -1.54 | 0.27 | -0.53 | 0.89 | 0.17 | 1.54 | 0.31 | 62.04 | 0.36 | 62.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 431\l\l6 | 0.05 | 129.59 | -129.50 | 106.19 | -1.61 | 6.40 | -2.80 | 4.00 | 0.03 | 6.40 | 0.05 | 129.59 | 0.06 | 129.62 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 435\l\l6 | 7.18 | 45.35 | -45.35 | 35.35 | -0.59 | 4.59 | -6.07 | 3.95 | 3.6 | 6.07 | 8.19 | 45.35 | 8.19 | 45.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 435\l\l6 | 10.47 | 122.69 | -121.53 | 86.25 | -8.17 | 12.56 | -10.32 | 10.51 | 2.90 | 12.58 | 10.47 | 122.69 | 12.09 | 123.08 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 437\l\l6 | 5.07 | 34.46 | -33.68 | 32.04 | -3.89 | 4.60 | -4.50 | 4.10 | 2.88 | 4.74 | 5.07 | 34.46 | 5.85 | 34.71 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 439\l\l6 | 0.32 | 180.63 | -180.63 | 139.21 | -0.01 | 4.21 | -0.63 | 0.16 | 0.01 | 4.21 | 0.32 | 180.63 | 0.34 | 180.63 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 440\l\l6 | 0.05 | 4.33 | -1.30 | 4.33 | -0.04 | 0.05 | -0.14 | 0.05 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 4.33 | 0.06 | 4.33 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 441\l\l6 | 0.23 | 7.08 | -7.05 | 3.51 | -0.26 | 0.33 | -0.26 | 0.41 | 0.11 | 0.41 | 0.23 | 7.08 | 0.26 | 7.05 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 442\l\l6 | 0.18 | 3.76 | -0.18 | 3.75 | -0.09 | 0.12 | -0.15 | 0.15 | 0.04 | 0.15 | 0.18 | 3.76 | 0.20 | 3.76 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 444\l\l6 | 0.59 | 13.38 | -12.34 | 8.13 | -0.54 | 0.54 | -0.54 | 0.57 | 0.33 | 0.84 | 0.59 | 13.38 | 0.68 | 13.40 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 444\l\l6 | 0.70 | 12.04 | -12.04 | 8.45 | -0.76 | 0.56 | -0.79 | 0.54 | 0.11 | 0.76 | 0.70 | 12.04 | 0.91 | 12.09 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 470\l\l6 | 47.96 | 53.83 | -53.83 | 47.95 | -0.52 | 0.49 | -0.61 | 0.51 | 0.05 | 0.62 | 47.96 | 53.83 | 47.96 | 53.84 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 471\l\l6 | 52.88 | 59.76 | -59.76 | 52.88 | -0.08 | 0.10 | -0.15 | 0.21 | 0.00 | 0.21 | 52.88 | 59.76 | 52.88 | 59.76 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 472\l\l6 | 0.62 | 126.33 | -124.29 | 126.13 | -7.82 | 9.71 | -6.37 | 8.57 | 0.00 | 9.71 | 0.62 | 126.33 | 0.72 | 126.40 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 473\l\l6 | 0.59 | 190.29 | -32.83 | 189.85 | -7.65 | 3.48 | -31.42 | 9.75 | 0.00 | 31.43 | 0.59 | 190.29 | 0.68 | 190.44 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 474\l\l6 | 0.08 | 74.40 | -74.40 | 28.84 | -2.30 | 2.24 | -2.35 | 2.22 | 0.00 | 2.57 | 0.08 | 74.40 | 0.09 | 74.40 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 475\l\l6 | 0.00 | 3.66 | -3.66 | 3.66 | -0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 3.66 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 485\l\l6 | 0.67 | 16.31 | -16.31 | 16.30 | -0.65 | 0.67 | -0.65 | 0.66 | 0.05 | 0.97 | 16.31 | 0.70 | 16.32 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 486\l\l6 | 10.32 | 15.83 | -10.31 | 15.82 | -0.18 | 0.19 | -0.26 | 0.27 | 0.05 | 0.28 | 10.32 | 15.83 | 10.32 | 15.83 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 487\l\l6 | 10.26 | 15.77 | -10.25 | 15.76 | -0.33 | 0.28 | -0.41 | 0.37 | 0.13 | 0.41 | 10.26 | 15.77 | 10.26 | 15.78 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 488\l\l6 | 6.48 | 19.59 | -19.59 | 0.01 | 0.16 | -0.10 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 6.48 | 19.59 | 6.48 | 19.59 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 489\l\l6 | 5.86 | 28.12 | -1.60 | 27.14 | -4.32 | 4.09 | -4.27 | 4.31 | 0.07 | 4.52 | 5.86 | 28.12 | 6.73 | 28.44 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 490\l\l6 | 2.89 | 22.51 | -2.03 | 22.41 | -1.13 | 1.26 | -1.38 | 1.19 | 0.74 | 1.39 | 2.89 | 22.51 | 3.12 | 22.55 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 491\l\l6 | 3.14 | 66.20 | -36.80 | 66.20 | -3.19 | 2.67 | -3.58 | 2.65 | 1.78 | 3.61 | 3.14 | 66.20 | 3.62 | 66.22 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 492\l\l6 | 0.00 | 44.95 | -60.90 | -0.00 | 0.07 | -0.07 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 44.95 | 0.00 | 44.95 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 493\l\l6 | 1.85 | 23.57 | -1.59 | 23.56 | -0.64 | 0.28 | -0.55 | 0.54 | 0.17 | 0.65 | 1.85 | 23.57 | 1.92 | 23.58 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 494\l\l6 | 2.12 | 99.18 | -65.28 | 99.02 | -2.03 | 4.53 | -3.01 | 3.63 | 1.22 | 4.54 | 2.12 | 99.18 | 2.45 | 99.23 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 495\l\l6 | 1.05 | 50.82 | -49.12 | 50.76 | -1.96 | 0.95 | -1.49 | 1.56 | 0.60 | 1.96 | 1.05 | 50.82 | 1.21 | 50.84 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 496\l\l6 | 4.55 | 48.84 | -10.31 | 48.41 | -3.59 | 3.92 | -4.22 | 3.47 | 2.43 | 4.28 | 4.55 | 48.84 | 5.25 | 49.88 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 497\l\l6 | 0.09 | 55.96 | -15.82 | 55.96 | -0.65 | 0.07 | -0.50 | 0.13 | 0.00 | 0.65 | 0.09 | 55.96 | 0.10 | 55.96 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 498\l\l6 | 2.94 | 134.86 | -97.99 | 134.55 | -2.86 | 7.24 | -4.74 | 5.35 | 1.58 | 7.27 | 2.94 | 134.86 | 3.39 | 134.97 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 499\l\l6 | 0.21 | 291.44 | -291.44 | 291.44 | -7.86 | 11.57 | -5.14 | 6.69 | 0.09 | 11.58 | 0.21 | 291.44 | 0.23 | 291.45 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 500\l\l6 | 7.00 | 120.99 | -120.40 | 8.40 | -5.58 | 6.74 | -6.77 | 6.77 | 0.00 | 8.50 | 7.00 | 120.99 | 8.70 | 120.12 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 501\l\l6 | 16.56 | 50.25 | -4.27 | 46.67 | -10.41 | 10.93 | -10.77 | 10.70 | 7.83 | 11.40 | 16.56 | 50.25 | 18.38 | 51.39 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 506\l\l6 | 0.55 | 7.05 | -6.98 | 4.62 | -0.48 | 0.59 | -0.64 | 0.51 | 0.31 | 0.64 | 0.55 | 7.05 | 0.63 | 7.07 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 507\l\l6 | 0.87 | 10.83 | -9.09 | 10.70 | -0.96 | 0.71 | -1.04 | 0.72 | 0.45 | 1.04 | 0.87 | 10.83 | 1.01 | 10.87 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 508\l\l6 | 2.87 | 42.58 | -42.24 | 38.92 | -2.38 | 3.90 | -3.84 | 2.52 | 1.65 | 3.94 | 2.87 | 42.58 | 3.31 | 42.70 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 509\l\l6 | 0.43 | 14.24 | -14.20 | 12.00 | -0.96 | 0.56 | -0.51 | 1.11 | 0.24 | 1.11 | 0.43 | 14.24 | 0.50 | 14.25 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 510\l\l6 | 0.04 | 72.04 | -71.04 | 75.0 | -2.56 | 1.15 | -0.69 | 3.09 | 0.00 | 3.09 | 0.04 | 72.04 | 0.05 | 72.04 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 511\l\l6 | 0.29 | 38.25 | -38.25 | 39.09 | -0.09 | 0.50 | -0.25 | 0.23 | 0.00 | 0.21 | 0.29 | 38.25 | 0.22 | 38.32 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 512\l\l6 | 1.87 | 26.19 | -25.86 | 23.40 | -1.55 | 2.65 | -1.78 | 2.50 | 1.08 | 2.65 | 1.87 | 26.19 | 2.16 | 26.29 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 513\l\l6 | 9.45 | 93.36 | -92.02 | 84.69 | -7.51 | 11.24 | -9.07 | 9.76 | 5.44 | 11.25 | 9.45 | 93.36 | 10.91 | 93.80 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 514\l\l6 | 2.36 | 43.66 | -37.68 | 43.46 | -3.46 | 2.59 | -2.02 | 4.17 | 1.21 | 4.18 | 2.36 | 43.66 | 2.70 | 43.73 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 515\l\l6 | 8.36 | 68.75 | -67.03 | 57.85 | -9.84 | 6.65 | -8.92 | 7.65 | 4.82 | 9.86 | 8.36 | 68.75 | 9.65 | 69.32 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 516\l\l6 | 1.49 | 50.67 | -41.24 | 50.61 | -0.92 | 2.31 | -1.29 | 1.96 | 0.51 | 2.31 | 1.49 | 50.67 | 1.72 | 50.69 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 517\l\l6 | 17.42 | 109.38 | -99.83 | 106.11 | -1.02 | 13.21 | -16.26 | 14.25 | 9.86 | 17.47 | 109.38 | 20.06 | 110.42 | combinacion cargas con esquidadores EUU | |
| 518\l\l6 | 0.13 | 1.31 | -1.31 | 0.31 | -0.12 | 0.12 | -0.06 | 0.06 | 0.1 | 1.32 | 0.13 | 0.94 | 0.15 | 0.94 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 519\l\l6 | 19.67 | 141.32 | -131.78 | 137.63 | -14.76 | 19.65 | -15.74 | 18.75 | 10.77 | 19.98 | 18.67 | 141.32 | 21.56 | 142.53 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 522\l\l6 | 0.01 | 6.46 | -6.45 | 6.03 | -0.07 | 0.21 | -0.10 | 0.25 | 0.00 | 0.25 | 0.01 | 6.46 | 0.02 | 6.46 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 523\l\l6 | 0.43 | 4.83 | -4.25 | 4.80 | -0.48 | 0.36 | -0.58 | 0.36 | 0.18 | 0.43 | 0.43 | 4.83 | 0.50 | 4.84 | combinacion cargas con esquidadores EUU |
| 524\l\l6 | 0.06 | 7.44 | -7.43 | 6. | | | | | | | | | | | |

ANEXO 7: Axiles máximos en los tirantes

Para comprobar si las secciones de cable elegidas para el atirantado son las correctas debemos calcular la fuerza a la que están sometidos. En el predimensionado se había elegido un cable de 16mm de diámetro. La carga de rotura de este cable es de 210,92 kN. El coeficiente de seguridad para los tirantes es de 3, por lo tanto:

$$Q_{\max adm} = \frac{Q_{rotura}}{CS}$$

Al realizar el cociente se obtiene que la carga máxima para el tirante de diámetro 16mm será de 70,31 kN.

Para cada pilona se van a obtener las fuerzas a las que están sometidos tanto los tirantes internos como externos, de esta manera se podrá verificar el cumplimiento de los coeficientes de seguridad. CS=3

Aislamos los tirantes para que el software nos proporcione información solamente de los tirantes, y en la combinación de cargas más desfavorable (ELU con esquiadores) se realizan los cálculos para todas las pilonas. Los resultados obtenidos aparecen en las siguientes tablas:

PILONA 1

| Barra/Nudo/Caso | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 9/26/7 | -38,64 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 9/331/7 | -38,84 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 11/331/7 | -43,49 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 11/25/7 | -43,29 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 546/372/7 | -12,18 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 546/117/7 | -12,11 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 547/116/7 | -12,93 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 547/372/7 | -13 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 559/374/7 | -1,07 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 559/372/7 | -1,14 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| MAX | -1,07 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 559 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Nudo | 374 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | | | | | | |
| MIN | -43,49 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 11 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Nudo | 331 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Tabla A7-1. Axiles máximos tirantes pilona 1

PILONA 2

| Barra/Nudo/Caso | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 4/419/4 | -12,62 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 4/416/4 | -12,67 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 5/416/4 | -13,66 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 5/469/4 | -13,62 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 8/3/04 | -39,78 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 8/416/4 | -39,96 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 9/416/4 | -37,9 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 9/2/04 | -37,73 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 790/582/4 | -2,08 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 790/416/4 | -2,13 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| MAX | -2,08 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Barra | 790 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Nudo | 582 | 419 | 419 | 419 | 419 | 419 |
| Caso | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | | | | | |
| MIN | -39,96 | No hay |
| Barra | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Nudo | 416 | 419 | 419 | 419 | 419 | 419 |
| Caso | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Tabla A7-2. Axiles máximos tirantes pilona 2

PILONA 3

| Barra/Nudo/Caso | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/25/6 | -36,56 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 1/369/6 | -36,73 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 2/369/6 | -34,41 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 2/12/06 | -34,24 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 579/384/6 | -0,85 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 579/369/6 | -0,89 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 582/376/6 | -13,14 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 582/369/6 | -13,19 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 583/369/6 | -12,7 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 583/378/6 | -12,66 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX | -0,85 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 579 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nudo | 384 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | | | | | |
| MIN | -36,73 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nudo | 369 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Tabla A7-3. Axiles máximos tirantes pilona 3

PILONA 4

| Barra/Nudo/Caso | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/1/07 | -34,43 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 1/331/7 | -34,63 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 2/331/7 | -32,05 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 2/2/07 | -31,85 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX | -31,85 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nudo | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | | | | | | |
| MIN | -34,63 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nudo | 331 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Tabla A7-4. Axiles máximos tirantes pilona 4

PILONA 5

| Barra/Nudo/Caso | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 9/376/6 | -11,55 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 9/369/6 | -11,6 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 10/369/6 | -12,22 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 10/378/6 | -12,18 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| 13/25/6 | -30,1 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |

| | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13/369/6 | -30,27 | No hay |
| 14/369/6 | -31,34 | No hay |
| 14/12/06 | -31,17 | No hay |
| 578/368/6 | -2,75 | No hay |
| 578/369/6 | -2,8 | No hay |

| | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| MAX | -2,75 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 578 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Nudo | 368 | 376 | 376 | 376 | 376 | 376 |
| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | | | | | |
| MIN | -31,34 | No hay | No hay | No hay | No hay | No hay |
| Barra | 14 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Nudo | 369 | 376 | 376 | 376 | 376 | 376 |
| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Tabla A7-5. Axiles máximos tirantes pilona 5

Si comparamos los valores de las tablas, el valor más alto de las fuerzas (kN) en los tirantes de todas las pilonas es:

| | |
|-------|--------|
| MAX | -43,49 |
| Barra | 11 |
| Nudo | 331 |
| Caso | 7 |

Tabla A7-6. Valores máximos en tirantes

El nudo 331 de la barra 11 que corresponde a la pilona 1 (PILONA MOTORA).

El valor es de 43,49 kN. El signo negativo se debe a que el programa te calcula las reacciones, por lo tanto, la fuerza axil de tracción en el cable llevará el signo positivo.

El valor obtenido es menor a la fuerza admisible, por lo tanto, el dimensionado es correcto.

$$43,49 < 70,31$$

Se adjunta la tabla del catálogo del fabricante en el que aparece el cable escogido para todos los tirantes del proyecto.

| 1x19 - ACERO INOXIDABLE AISI316 | | cordón rígido | | | |
|---------------------------------|--------------|----------------------------|--------|--------------------------|----|
| Ø NOMINAL mm | Peso kg/m | Sección mm ² | | Carga de Rotura kN kg | |
| | | 0,60 | 2,40 | 0,82 | 84 |
| 1,00 | 0,005 | 0,60 | 0,82 | 84 | |
| 1,50 | 0,011 | 1,34 | 1,85 | 189 | |
| 2,00 | 0,020 | 2,40 | 2,94 | 300 | |
| 2,50 | 0,031 | 3,70 | 5,15 | 525 | |
| 3,00 | 0,045 | 5,30 | 7,42 | 756 | |
| 3,50 | 0,061 | 7,30 | 10,10 | 1030 | |
| 4,00 | 0,079 | 10,00 | 13,15 | 1340 | |
| 5,00 | 0,124 | 14,00 | 20,60 | 2100 | |
| 6,00 | 0,178 | 21,00 | 29,72 | 3030 | |
| 7,00 | 0,243 | 29,00 | 40,42 | 4120 | |
| 8,00 | 0,317 | 38,00 | 52,78 | 5380 | |
| 10,00 | 0,495 | 59,00 | 82,40 | 8400 | |
| 12,00 | 0,713 | 83,00 | 118,70 | 12100 | |
| 14,00 | 0,971 | 123,00 | 161,87 | 16500 | |
| 16,00 | 1,270 | 153,00 | 210,92 | 21500 | |
| 19,00 | 1,790 | 216,00 | 286,45 | 29200 | |
| 22,00 | 2,360 | 283,00 | 391,42 | 39900 | |
| 26,00 | 3,300 | 399,00 | 533,66 | 54400 | |



Tabla A7-7. Fabricante tirantes cables estructurales [37]

Por último, se incluyen las reacciones de los tirantes de cada pilona. Para diseñar las zapatas de los tirantes nos fijaremos en el caso más desfavorable, es decir, el que posea una resultante mayor en la Tabla A7-8.

| | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | |
|------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Fx | -40,74 | -9,52 | 5,14 | 33,62 | 36,27 | 23,1 | 15,66 | -17,79 | -17,61 | -28,39 |
| Fy | -12,79 | -39,77 | -36,57 | -13,65 | -6,57 | 27,54 | 29,88 | 27,38 | 25,72 | -2,92 |
| Fz | -11,08 | -10,57 | -9,54 | -9,37 | -9,52 | -9,28 | -8,66 | -8,37 | -7,88 | -7,28 |
| Resultante | 44,11 | 42,24 | 38,14 | 37,48 | 38,07 | 37,12 | 34,83 | 33,71 | 32,15 | 29,45 |

Tabla A7-8. Reacciones en los nudos de los tirantes

ANEXO 8: Desplazamiento de los nudos de las pilonas para la combinación de cargas en estado ELS

En este anexo se adjuntan las tablas obtenidas mediante el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS al aplicar la combinación de todas las cargas en estado límite de servicio, de esta manera obtenemos los desplazamientos en las direcciones xyz de las 5 pilonas.

PILONA 1

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 3/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/8 | 0,4 | 0,1 | -0,3 | -0,005 | 0,003 | -0,008 |
| 5/8 | 1 | 0,3 | -0,7 | -0,009 | 0,001 | -0,015 |
| 6/8 | 1,7 | 0,7 | -1,2 | -0,013 | 0 | -0,022 |
| 7/8 | 2,5 | 1,1 | -1,7 | -0,016 | -0,002 | -0,028 |
| 8/8 | 3,4 | 1,6 | -2,2 | -0,019 | -0,004 | -0,035 |
| 9/8 | 4,3 | 2,1 | -2,8 | -0,021 | -0,007 | -0,041 |
| 10/8 | 5,2 | 2,6 | -3,3 | -0,023 | -0,01 | -0,048 |
| 11/8 | 34,3 | -24,5 | 0,2 | -0,022 | -0,036 | -0,087 |
| 12/8 | 53,4 | -45,6 | 3,5 | -0,023 | -0,034 | -0,09 |
| 13/8 | 3,4 | 5,1 | -3,1 | -0,026 | -0,014 | -0,049 |
| 14/8 | 6 | 3 | -3,7 | -0,024 | -0,013 | -0,054 |
| 15/8 | 3,9 | 5,7 | -3,6 | -0,027 | -0,018 | -0,056 |
| 16/8 | 6,7 | 3,2 | -4 | -0,025 | -0,017 | -0,06 |
| 17/8 | 4,2 | 6,1 | -4 | -0,028 | -0,022 | -0,062 |
| 18/8 | 7,3 | 3,3 | -4,2 | -0,024 | -0,022 | -0,065 |
| 19/8 | 7,7 | 3,2 | -4,2 | -0,032 | -0,019 | -0,073 |
| 20/8 | 4,3 | 6,3 | -4,2 | -0,026 | -0,027 | -0,068 |
| 21/8 | 4,2 | 6,2 | -4,2 | -0,024 | -0,031 | -0,072 |
| 22/8 | 7,6 | 2,9 | -3,9 | -0,021 | -0,038 | -0,072 |
| 23/8 | 3,9 | 5,7 | -4 | -0,021 | -0,033 | -0,071 |
| 31/8 | 0 | 0,2 | 0 | -0,006 | -0,001 | -0,003 |
| 32/8 | 0,2 | 0,7 | -0,2 | -0,01 | -0,001 | -0,01 |
| 33/8 | 0,6 | 1,4 | -0,5 | -0,014 | -0,002 | -0,017 |
| 34/8 | 1,1 | 2,1 | -1 | -0,017 | -0,003 | -0,023 |
| 35/8 | 1,7 | 2,9 | -1,5 | -0,02 | -0,005 | -0,03 |
| 36/8 | 2,9 | 4,4 | -2,6 | -0,025 | -0,011 | -0,043 |
| 37/8 | 2,3 | 3,7 | -2,1 | -0,023 | -0,008 | -0,036 |
| 39/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44/8 | -0,1 | 0 | 0 | -0,001 | -0,003 | -0,004 |
| 45/8 | 0 | 0 | 0 | -0,006 | -0,002 | -0,011 |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 46/8 | 0,3 | 0,2 | -0,2 | -0,01 | -0,003 | -0,018 |
| 47/8 | 0,7 | 0,5 | -0,5 | -0,013 | -0,005 | -0,024 |
| 48/8 | 1,2 | 0,9 | -0,9 | -0,016 | -0,007 | -0,031 |
| 49/8 | 1,7 | 1,3 | -1,2 | -0,019 | -0,009 | -0,037 |
| 50/8 | 2,2 | 1,6 | -1,6 | -0,021 | -0,012 | -0,044 |
| 51/8 | 2,6 | 1,9 | -1,9 | -0,022 | -0,016 | -0,05 |
| 52/8 | 3 | 2,1 | -2,1 | -0,023 | -0,02 | -0,057 |
| 53/8 | 3,2 | 2,2 | -2,2 | -0,024 | -0,023 | -0,064 |
| 54/8 | 3,2 | 2 | -2,1 | -0,024 | -0,035 | -0,073 |
| 55/8 | 3,1 | 1,7 | -2 | -0,027 | -0,028 | -0,078 |
| 56/8 | 2,9 | 1,4 | -1,8 | -0,021 | -0,034 | -0,072 |
| 58/8 | 0,1 | 0,5 | -0,1 | -0,008 | 0 | -0,007 |
| 60/8 | 0,4 | 1 | -0,4 | -0,012 | -0,001 | -0,013 |
| 61/8 | 0,9 | 1,7 | -0,8 | -0,016 | -0,002 | -0,02 |
| 63/8 | 1,4 | 2,5 | -1,2 | -0,019 | -0,004 | -0,026 |
| 64/8 | 2 | 3,3 | -1,8 | -0,022 | -0,006 | -0,033 |
| 66/8 | 2,6 | 4 | -2,3 | -0,024 | -0,009 | -0,04 |
| 67/8 | 3,2 | 4,8 | -2,9 | -0,025 | -0,012 | -0,046 |
| 69/8 | 3,7 | 5,4 | -3,4 | -0,027 | -0,016 | -0,053 |
| 70/8 | 4 | 5,9 | -3,8 | -0,028 | -0,02 | -0,059 |
| 71/8 | 4,2 | 6,3 | -4,1 | -0,028 | -0,024 | -0,065 |
| 73/8 | 4,3 | 6,3 | -4,3 | -0,025 | -0,029 | -0,07 |
| 74/8 | 4,1 | 6 | -4,2 | -0,022 | -0,032 | -0,071 |
| 78/8 | 0,1 | 0 | -0,1 | -0,003 | 0,003 | -0,005 |
| 80/8 | -0,1 | -0,1 | 0 | -0,003 | -0,002 | -0,008 |
| 81/8 | 0,7 | 0,2 | -0,5 | -0,007 | 0,002 | -0,012 |
| 82/8 | 0,1 | 0,1 | -0,1 | -0,008 | -0,003 | -0,015 |
| 83/8 | 1,3 | 0,5 | -0,9 | -0,011 | 0,001 | -0,018 |
| 84/8 | 0,5 | 0,3 | -0,4 | -0,012 | -0,004 | -0,021 |
| 85/8 | 2,1 | 0,9 | -1,4 | -0,015 | -0,001 | -0,025 |
| 86/8 | 0,9 | 0,7 | -0,7 | -0,015 | -0,006 | -0,028 |
| 88/8 | 2,9 | 1,4 | -2 | -0,018 | -0,003 | -0,032 |
| 89/8 | 1,4 | 1,1 | -1 | -0,017 | -0,008 | -0,034 |
| 90/8 | 3,8 | 1,9 | -2,5 | -0,02 | -0,005 | -0,038 |
| 91/8 | 1,9 | 1,5 | -1,4 | -0,02 | -0,011 | -0,04 |
| 93/8 | 4,8 | 2,4 | -3 | -0,022 | -0,008 | -0,045 |
| 94/8 | 2,4 | 1,8 | -1,7 | -0,021 | -0,014 | -0,047 |
| 95/8 | 5,6 | 2,8 | -3,5 | -0,024 | -0,011 | -0,051 |
| 96/8 | 2,8 | 2 | -2 | -0,023 | -0,018 | -0,054 |
| 97/8 | 6,4 | 3,1 | -3,9 | -0,025 | -0,015 | -0,057 |
| 98/8 | 3,1 | 2,2 | -2,2 | -0,024 | -0,022 | -0,06 |
| 99/8 | 7 | 3,3 | -4,1 | -0,025 | -0,019 | -0,063 |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|------|--------|--------|--------|
| 100/8 | 3,3 | 2,1 | -2,2 | -0,023 | -0,027 | -0,069 |
| 101/8 | 7,5 | 3,3 | -4,2 | -0,022 | -0,023 | -0,066 |
| 102/8 | 2,9 | 1,8 | -2 | -0,026 | -0,035 | -0,08 |
| 104/8 | 7,9 | 3,2 | -4,2 | -0,021 | -0,035 | -0,074 |
| 105/8 | 3,1 | 1,6 | -1,9 | -0,025 | -0,033 | -0,073 |
| 107/8 | 7,3 | 2,7 | -3,7 | -0,022 | -0,034 | -0,071 |
| 115/8 | 7,9 | 3,3 | -4,3 | -0,031 | -0,021 | -0,074 |
| 119/8 | 60,9 | -45,9 | 1,8 | -0,02 | -0,033 | -0,09 |
| 122/8 | 56,7 | -42 | 1,4 | -0,021 | -0,032 | -0,089 |
| 123/8 | 51,3 | -43,7 | 3,3 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 124/8 | 52,5 | -38,1 | 0,9 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 125/8 | 47,1 | -39,7 | 2,9 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 126/8 | 48,4 | -34,2 | 0,5 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 127/8 | 42,9 | -35,9 | 2,4 | -0,023 | -0,034 | -0,089 |
| 128/8 | 44,2 | -30,4 | 0 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 129/8 | 38,8 | -32 | 2,1 | -0,024 | -0,033 | -0,089 |
| 130/8 | 40,1 | -26,5 | -0,5 | -0,024 | -0,037 | -0,089 |
| 131/8 | 34,7 | -28,1 | 1,6 | -0,021 | -0,036 | -0,088 |
| 132/8 | 35,9 | -22,7 | -1 | -0,023 | -0,036 | -0,088 |
| 134/8 | 30,6 | -24,3 | 0,9 | -0,019 | -0,038 | -0,088 |
| 135/8 | 31,8 | -18,9 | -1,5 | -0,022 | -0,035 | -0,087 |
| 136/8 | 26,6 | -20,5 | 0,4 | -0,022 | -0,035 | -0,087 |
| 137/8 | 27,8 | -15,1 | -2 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 139/8 | 23,8 | -11,4 | -2,5 | -0,022 | -0,034 | -0,085 |
| 141/8 | 19,8 | -7,7 | -2,9 | -0,022 | -0,035 | -0,084 |
| 143/8 | 15,8 | -4,1 | -3,4 | -0,023 | -0,035 | -0,083 |
| 145/8 | 11,9 | -0,5 | -3,9 | -0,024 | -0,037 | -0,084 |
| 152/8 | 5,5 | 2,7 | -3,2 | -0,026 | -0,032 | -0,075 |
| 156/8 | 57,5 | -49,5 | 4 | -0,022 | -0,035 | -0,089 |
| 157/8 | 58,8 | -44 | 1,6 | -0,021 | -0,033 | -0,09 |
| 159/8 | 54,6 | -40,1 | 1,2 | -0,022 | -0,033 | -0,089 |
| 160/8 | 49,2 | -41,7 | 3,1 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 161/8 | 50,5 | -36,2 | 0,7 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 162/8 | 45 | -37,8 | 2,6 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 163/8 | 46,3 | -32,3 | 0,2 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 164/8 | 40,9 | -33,9 | 2,2 | -0,024 | -0,033 | -0,089 |
| 165/8 | 42,1 | -28,4 | -0,3 | -0,023 | -0,035 | -0,088 |
| 166/8 | 36,7 | -30 | 1,8 | -0,022 | -0,034 | -0,087 |
| 167/8 | 38 | -24,6 | -0,7 | -0,023 | -0,036 | -0,088 |
| 168/8 | 32,6 | -26,2 | 1,3 | -0,021 | -0,036 | -0,088 |
| 169/8 | 33,9 | -20,8 | -1,2 | -0,022 | -0,035 | -0,087 |
| 170/8 | 28,6 | -22,4 | 0,7 | -0,021 | -0,035 | -0,087 |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|------|--------|--------|--------|
| 171/8 | 29,8 | -17 | -1,7 | -0,022 | -0,034 | -0,087 |
| 172/8 | 24,5 | -18,6 | 0,2 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 173/8 | 25,8 | -13,2 | -2,2 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 174/8 | 20,5 | -14,8 | -0,3 | -0,023 | -0,034 | -0,085 |
| 175/8 | 21,8 | -9,5 | -2,7 | -0,022 | -0,034 | -0,085 |
| 176/8 | 16,6 | -11,1 | -0,7 | -0,023 | -0,035 | -0,085 |
| 177/8 | 17,8 | -5,9 | -3,2 | -0,023 | -0,035 | -0,084 |
| 178/8 | 12,7 | -7,4 | -1,1 | -0,025 | -0,034 | -0,083 |
| 179/8 | 13,9 | -2,3 | -3,6 | -0,024 | -0,036 | -0,082 |
| 180/8 | 8,8 | -3,8 | -1,4 | -0,028 | -0,037 | -0,081 |
| 181/8 | 9,9 | 1,4 | -4,1 | -0,024 | -0,038 | -0,083 |
| 184/8 | 58,1 | -46,4 | 2,7 | -0,022 | -0,033 | -0,09 |
| 186/8 | 53,9 | -42,5 | 2,3 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 187/8 | 51,8 | -40,6 | 2 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 188/8 | 49,7 | -38,6 | 1,8 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 189/8 | 47,6 | -36,7 | 1,6 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 190/8 | 45,6 | -34,7 | 1,3 | -0,022 | -0,034 | -0,088 |
| 191/8 | 43,5 | -32,8 | 1,1 | -0,022 | -0,034 | -0,088 |
| 192/8 | 41,5 | -30,9 | 0,9 | -0,022 | -0,034 | -0,088 |
| 193/8 | 39,4 | -28,9 | 0,6 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 194/8 | 37,3 | -27 | 0,4 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 195/8 | 35,3 | -25,1 | 0,1 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 196/8 | 33,2 | -23,2 | -0,1 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 197/8 | 31,2 | -21,3 | -0,4 | -0,022 | -0,035 | -0,087 |
| 198/8 | 29,2 | -19,4 | -0,6 | -0,022 | -0,034 | -0,087 |
| 199/8 | 27,1 | -17,5 | -0,9 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 200/8 | 25,1 | -15,6 | -1,1 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 201/8 | 23,1 | -13,7 | -1,3 | -0,022 | -0,034 | -0,085 |
| 202/8 | 21,1 | -11,9 | -1,6 | -0,022 | -0,034 | -0,085 |
| 203/8 | 19,2 | -10 | -1,8 | -0,022 | -0,034 | -0,084 |
| 204/8 | 17,2 | -8,2 | -2 | -0,023 | -0,035 | -0,083 |
| 205/8 | 15,3 | -6,4 | -2,2 | -0,024 | -0,035 | -0,082 |
| 206/8 | 13,4 | -4,6 | -2,4 | -0,025 | -0,036 | -0,082 |
| 207/8 | 11,4 | -2,8 | -2,6 | -0,026 | -0,037 | -0,081 |
| 208/8 | 9,6 | -1,1 | -2,8 | -0,027 | -0,037 | -0,08 |
| 241/8 | 4,8 | 0 | -1,8 | -0,025 | -0,037 | -0,082 |
| 242/8 | 7,4 | 0,9 | -3 | -0,027 | -0,039 | -0,082 |
| 250/8 | 22,5 | -16,7 | 0 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 252/8 | 14,6 | -9,2 | -0,9 | -0,024 | -0,035 | -0,084 |
| 254/8 | 10,8 | -5,6 | -1,3 | -0,027 | -0,035 | -0,083 |
| 256/8 | 7 | -2 | -1,6 | -0,027 | -0,036 | -0,081 |
| 290/8 | 3,7 | 5,4 | -3,9 | -0,019 | -0,033 | -0,071 |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|------|--------|--------|--------|
| 306/8 | 2,5 | 0,8 | -1,4 | -0,02 | -0,034 | -0,071 |
| 310/8 | 3,2 | 4,7 | -3,5 | -0,019 | -0,034 | -0,07 |
| 312/8 | 2,7 | 1,1 | -1,6 | -0,02 | -0,034 | -0,071 |
| 313/8 | 6,9 | 2,1 | -3,3 | -0,019 | -0,034 | -0,071 |
| 318/8 | 7,1 | 2,4 | -3,5 | -0,02 | -0,033 | -0,071 |
| 319/8 | 3,5 | 5 | -3,7 | -0,019 | -0,034 | -0,071 |
| 326/8 | 2,2 | 0,4 | -1,2 | -0,019 | -0,034 | -0,07 |
| 327/8 | 6,4 | 1,5 | -2,8 | -0,019 | -0,034 | -0,07 |
| 330/8 | 2,1 | 0,2 | -1 | -0,019 | -0,034 | -0,07 |
| 332/8 | 6,6 | 1,8 | -3 | -0,019 | -0,035 | -0,07 |
| 333/8 | 55,5 | -47,6 | 3,8 | -0,022 | -0,033 | -0,089 |
| 334/8 | 60,2 | -48,4 | 3 | -0,021 | -0,034 | -0,09 |
| 335/8 | 56 | -44,5 | 2,5 | -0,022 | -0,034 | -0,089 |
| 344/8 | 43,5 | -32,9 | 1,1 | -0,024 | -0,033 | -0,088 |
| 347/8 | 39,4 | -29 | 0,7 | -0,022 | -0,035 | -0,088 |
| 350/8 | 35,3 | -25,1 | 0,1 | -0,019 | -0,037 | -0,088 |
| 353/8 | 31,2 | -21,2 | -0,6 | -0,019 | -0,038 | -0,088 |
| 355/8 | 31,2 | -21,3 | -0,4 | -0,022 | -0,035 | -0,087 |
| 356/8 | 27,1 | -17,5 | -0,9 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 359/8 | 23,1 | -13,8 | -1,3 | -0,022 | -0,034 | -0,086 |
| 365/8 | 15,2 | -6,5 | -2,3 | -0,025 | -0,035 | -0,083 |
| 368/8 | 11,4 | -3 | -2,6 | -0,027 | -0,036 | -0,081 |
| 373/8 | 18,6 | -12,9 | -0,5 | -0,022 | -0,034 | -0,085 |
| 374/8 | 38,3 | -28,3 | 0,8 | -0,024 | -0,036 | -0,088 |

| | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| PILONA 1 | | | | | | |
| MAX | 60,9 | 6,3 | 4 | 0 | 0,003 | 0 |
| Nudo | 119 | 20 | 156 | 3 | 78 | 3 |
| Caso | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | | | | | | |
| MIN | -0,1 | -49,5 | -4,3 | -0,032 | -0,039 | -0,09 |
| Nudo | 44 | 156 | 115 | 19 | 242 | 12 |
| Caso | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Tabla A8-1. Desplazamientos nudos pilona 1

PILONA 2

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| 2/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 383/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 384/6 | -4 | 3,3 | -2,8 | -0,019 | 0,029 | 0,066 |
| 385/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 386/6 | -3,4 | -0,9 | -0,8 | -0,019 | 0,03 | 0,066 |
| 387/6 | -3,6 | -0,6 | -1 | -0,019 | 0,031 | 0,067 |
| 388/6 | -0,2 | 1,9 | -1,1 | -0,018 | 0,03 | 0,066 |
| 389/6 | -0,1 | 1,7 | -1 | -0,019 | 0,03 | 0,066 |
| 390/6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 391/6 | 0,1 | 0,1 | 0 | -0,003 | 0,003 | 0,003 |
| 392/6 | -0,2 | -0,2 | -0,1 | -0,002 | 0,001 | 0,008 |
| 393/6 | 0,2 | 0,3 | 0 | -0,006 | 0,005 | 0,01 |
| 394/6 | -0,4 | -0,2 | -0,2 | -0,005 | 0,003 | 0,014 |
| 395/6 | 0,2 | 0,6 | -0,1 | -0,009 | 0,007 | 0,016 |
| 396/6 | -0,7 | -0,1 | -0,3 | -0,008 | 0,005 | 0,021 |
| 397/6 | 0,2 | 0,9 | -0,2 | -0,011 | 0,009 | 0,022 |
| 398/6 | -1,1 | -0,1 | -0,5 | -0,01 | 0,007 | 0,027 |
| 399/6 | 0,1 | 1,2 | -0,4 | -0,013 | 0,011 | 0,028 |
| 400/6 | -1,5 | 0 | -0,7 | -0,012 | 0,009 | 0,033 |
| 401/6 | -0,1 | 1,5 | -0,6 | -0,015 | 0,013 | 0,034 |
| 402/6 | -1,9 | 0,1 | -0,9 | -0,014 | 0,012 | 0,039 |
| 403/6 | -0,2 | 1,9 | -0,8 | -0,017 | 0,016 | 0,04 |
| 404/6 | -2,4 | 0,2 | -1,1 | -0,016 | 0,015 | 0,045 |
| 405/6 | -0,3 | 2,1 | -1 | -0,019 | 0,019 | 0,046 |
| 406/6 | -2,8 | 0,2 | -1,2 | -0,017 | 0,018 | 0,051 |
| 407/6 | -0,4 | 2,3 | -1,1 | -0,02 | 0,022 | 0,052 |
| 408/6 | -3,1 | 0,2 | -1,3 | -0,018 | 0,022 | 0,058 |
| 409/6 | -0,4 | 2,4 | -1,2 | -0,02 | 0,025 | 0,057 |
| 410/6 | -3,4 | 0 | -1,3 | -0,022 | 0,026 | 0,067 |
| 411/6 | -0,3 | 2,4 | -1,3 | -0,021 | 0,028 | 0,063 |
| 412/6 | -3,6 | -0,2 | -1,2 | -0,018 | 0,033 | 0,075 |
| 413/6 | -0,3 | 2,2 | -1,2 | -0,02 | 0,029 | 0,066 |
| 414/6 | -3,6 | -0,5 | -1,1 | -0,022 | 0,031 | 0,069 |
| 415/6 | -1,6 | 1,9 | -1,6 | -0,018 | 0,031 | 0,066 |
| 416/6 | -1,9 | 2,4 | -1,9 | -0,018 | 0,031 | 0,066 |
| 417/6 | -1,6 | 1,9 | -1,5 | -0,019 | 0,03 | 0,066 |
| 418/6 | -4,3 | 4,7 | -3,5 | -0,022 | 0,031 | 0,072 |
| 419/6 | -86,3 | -58,5 | 2,5 | -0,016 | 0,013 | 0,038 |
| 420/6 | -4 | 2,5 | -2,5 | -0,024 | 0,034 | 0,08 |
| 421/6 | -83,4 | -59,2 | 3,3 | -0,02 | 0,026 | 0,089 |
| 422/6 | -84,1 | -56,8 | 2,4 | -0,015 | 0,028 | 0,094 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|--------|--------|-------|
| 423/6 | -0,4 | 0,5 | -0,4 | -0,008 | 0,001 | 0,01 |
| 424/6 | 0,2 | 0,2 | 0 | -0,005 | 0,004 | 0,007 |
| 425/6 | -0,3 | 0,4 | -0,2 | -0,006 | 0 | 0,007 |
| 426/6 | -0,3 | -0,2 | -0,1 | -0,004 | 0,002 | 0,011 |
| 427/6 | -0,1 | -0,1 | 0 | 0 | -0,001 | 0,005 |
| 428/6 | -0,6 | 0,7 | -0,5 | -0,009 | 0,002 | 0,013 |
| 429/6 | -0,6 | -0,2 | -0,3 | -0,007 | 0,004 | 0,018 |
| 430/6 | -0,9 | 1,2 | -0,8 | -0,012 | 0,004 | 0,02 |
| 431/6 | -0,9 | -0,1 | -0,4 | -0,009 | 0,006 | 0,024 |
| 432/6 | -1,4 | 1,6 | -1,2 | -0,014 | 0,006 | 0,026 |
| 433/6 | -1,3 | 0 | -0,6 | -0,011 | 0,008 | 0,03 |
| 434/6 | -1,8 | 2,1 | -1,5 | -0,016 | 0,008 | 0,032 |
| 435/6 | -1,7 | 0,1 | -0,8 | -0,013 | 0,011 | 0,036 |
| 436/6 | -2,1 | 0,2 | -1 | -0,015 | 0,013 | 0,042 |
| 437/6 | -2,8 | 3 | -2,3 | -0,02 | 0,014 | 0,044 |
| 438/6 | -0,1 | 0,2 | -0,1 | -0,006 | -0,001 | 0,004 |
| 439/6 | -2,3 | 2,6 | -1,9 | -0,018 | 0,011 | 0,038 |
| 440/6 | 0,2 | 0,4 | 0 | -0,007 | 0,006 | 0,013 |
| 441/6 | -0,7 | 0,9 | -0,7 | -0,01 | 0,003 | 0,017 |
| 442/6 | 0,2 | 0,7 | -0,1 | -0,01 | 0,008 | 0,019 |
| 443/6 | -1,1 | 1,4 | -1 | -0,013 | 0,005 | 0,023 |
| 444/6 | -2,6 | 0,2 | -1,2 | -0,017 | 0,016 | 0,048 |
| 445/6 | 0,1 | 1 | -0,3 | -0,012 | 0,01 | 0,025 |
| 446/6 | -1,6 | 1,9 | -1,4 | -0,015 | 0,007 | 0,029 |
| 447/6 | -2,9 | 0,2 | -1,3 | -0,018 | 0,02 | 0,055 |
| 448/6 | -3,6 | 3,7 | -2,9 | -0,022 | 0,021 | 0,055 |
| 449/6 | 0 | 1,4 | -0,5 | -0,014 | 0,012 | 0,031 |
| 450/6 | -2,1 | 2,3 | -1,7 | -0,017 | 0,01 | 0,035 |
| 451/6 | -3,2 | 3,4 | -2,6 | -0,021 | 0,017 | 0,05 |
| 452/6 | -0,1 | 1,7 | -0,7 | -0,016 | 0,015 | 0,037 |
| 453/6 | -2,5 | 2,8 | -2,1 | -0,019 | 0,012 | 0,041 |
| 454/6 | -0,2 | 2 | -0,9 | -0,018 | 0,017 | 0,043 |
| 455/6 | -3 | 3,2 | -2,4 | -0,021 | 0,015 | 0,047 |
| 456/6 | -3,3 | 0,1 | -1,3 | -0,019 | 0,024 | 0,062 |
| 457/6 | -0,3 | 2,2 | -1,1 | -0,019 | 0,02 | 0,049 |
| 458/6 | -3,5 | 3,6 | -2,8 | -0,022 | 0,018 | 0,053 |
| 459/6 | -81,1 | -60,7 | 4,2 | -0,016 | 0,032 | 0,08 |
| 460/6 | -0,4 | 2,4 | -1,2 | -0,02 | 0,024 | 0,054 |
| 461/6 | -3,7 | 3,8 | -2,9 | -0,021 | 0,023 | 0,059 |
| 462/6 | -4 | 3,8 | -3 | -0,023 | 0,02 | 0,064 |
| 463/6 | -0,3 | 2,4 | -1,3 | -0,02 | 0,026 | 0,06 |
| 464/6 | -4,3 | 4,1 | -3,3 | -0,037 | 0,024 | 0,064 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| 465/6 | -3,6 | 0 | -1,3 | -0,023 | 0,029 | 0,074 |
| 466/6 | -0,3 | 2,4 | -1,3 | -0,02 | 0,029 | 0,066 |
| 467/6 | -4,4 | 4 | -3,2 | -0,008 | 0,033 | 0,074 |
| 468/6 | -3,6 | -0,3 | -1,2 | -0,019 | 0,033 | 0,075 |
| 469/6 | -83,3 | -62,4 | 4,3 | -0,03 | 0,032 | 0,128 |
| 470/6 | -0,2 | 2,1 | -1,2 | -0,019 | 0,029 | 0,066 |
| 471/6 | -4 | 3,5 | -2,9 | -0,02 | 0,03 | 0,066 |
| 472/6 | -3,6 | -0,4 | -1,1 | -0,023 | 0,032 | 0,073 |
| 473/6 | -76,6 | -57,2 | 4 | -0,019 | 0,027 | 0,09 |
| 474/6 | -4,1 | 3,6 | -3 | -0,019 | 0,034 | 0,066 |
| 475/6 | -65,3 | -48,4 | 3,4 | -0,018 | 0,031 | 0,089 |
| 476/6 | -65,5 | -45,3 | 2,2 | -0,018 | 0,032 | 0,088 |
| 477/6 | -60,9 | -45 | 3,1 | -0,018 | 0,032 | 0,088 |
| 478/6 | -61,1 | -41,8 | 1,8 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 479/6 | -79,6 | -53,3 | 2,1 | -0,018 | 0,029 | 0,089 |
| 480/6 | -72,1 | -53,7 | 3,8 | -0,018 | 0,03 | 0,089 |
| 481/6 | -75,1 | -49,8 | 1,9 | -0,018 | 0,03 | 0,089 |
| 482/6 | -67,6 | -50,2 | 3,5 | -0,018 | 0,03 | 0,089 |
| 483/6 | -70,6 | -46,4 | 1,6 | -0,018 | 0,031 | 0,089 |
| 484/6 | -63,1 | -46,7 | 3,3 | -0,018 | 0,031 | 0,088 |
| 485/6 | -66,1 | -42,9 | 1,3 | -0,018 | 0,032 | 0,089 |
| 486/6 | -58,6 | -43,2 | 2,9 | -0,017 | 0,033 | 0,088 |
| 487/6 | -61,6 | -39,4 | 0,9 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 488/6 | -54,2 | -39,8 | 2,4 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 489/6 | -57,1 | -36 | 0,3 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 490/6 | -49,8 | -36,3 | 2 | -0,019 | 0,034 | 0,088 |
| 491/6 | -52,7 | -32,6 | -0,1 | -0,019 | 0,034 | 0,087 |
| 492/6 | -45,4 | -32,9 | 1,6 | -0,018 | 0,033 | 0,085 |
| 493/6 | -48,3 | -29,1 | -0,5 | -0,02 | 0,036 | 0,089 |
| 494/6 | -41 | -29,5 | 1,2 | -0,019 | 0,035 | 0,086 |
| 495/6 | -43,9 | -25,8 | -1 | -0,018 | 0,037 | 0,086 |
| 496/6 | -36,6 | -26,1 | 0,8 | -0,02 | 0,037 | 0,086 |
| 497/6 | -39,5 | -22,4 | -1,5 | -0,02 | 0,037 | 0,087 |
| 498/6 | -32,3 | -22,7 | 0,4 | -0,023 | 0,036 | 0,089 |
| 499/6 | -35,4 | -18,8 | -2 | -0,024 | 0,037 | 0,092 |
| 500/6 | -27,7 | -19,2 | 0,2 | -0,024 | 0,038 | 0,088 |
| 501/6 | -30,6 | -15,5 | -2,3 | -0,023 | 0,037 | 0,085 |
| 502/6 | -23,5 | -15,8 | -0,2 | -0,021 | 0,039 | 0,084 |
| 503/6 | -26,3 | -12,2 | -2,6 | -0,022 | 0,036 | 0,083 |
| 504/6 | -19,2 | -12,5 | -0,7 | -0,018 | 0,036 | 0,083 |
| 505/6 | -22,1 | -8,9 | -2,8 | -0,021 | 0,033 | 0,086 |
| 506/6 | -15,1 | -9,3 | -1,1 | -0,019 | 0,029 | 0,086 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| 507/6 | -17,4 | -5,4 | -3 | -0,022 | 0,029 | 0,09 |
| 508/6 | -10,5 | -5,7 | -1 | -0,023 | 0,025 | 0,091 |
| 509/6 | -13,6 | -1,7 | -2,9 | -0,022 | 0,027 | 0,093 |
| 510/6 | -5,9 | -2,1 | -1 | -0,02 | 0,031 | 0,086 |
| 511/6 | -8,6 | 1,4 | -3 | -0,02 | 0,032 | 0,081 |
| 512/6 | -56,4 | -41,5 | 2,6 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 513/6 | -56,7 | -38,4 | 1,4 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 514/6 | -52 | -38,1 | 2,2 | -0,018 | 0,034 | 0,088 |
| 515/6 | -52,3 | -34,9 | 0,9 | -0,019 | 0,034 | 0,087 |
| 516/6 | -47,5 | -34,6 | 1,8 | -0,019 | 0,034 | 0,088 |
| 517/6 | -47,9 | -31,6 | 0,5 | -0,019 | 0,036 | 0,086 |
| 518/6 | -43,2 | -31,2 | 1,4 | -0,019 | 0,035 | 0,087 |
| 519/6 | -43,5 | -28,2 | 0,1 | -0,02 | 0,037 | 0,086 |
| 520/6 | -38,8 | -27,8 | 1 | -0,02 | 0,037 | 0,086 |
| 521/6 | -39,2 | -24,8 | -0,4 | -0,02 | 0,037 | 0,086 |
| 522/6 | -30 | -20,9 | 0,3 | -0,025 | 0,036 | 0,091 |
| 523/6 | -30,4 | -18 | -1,1 | -0,023 | 0,038 | 0,087 |
| 524/6 | -25,6 | -17,5 | 0 | -0,023 | 0,039 | 0,084 |
| 525/6 | -26 | -14,6 | -1,4 | -0,022 | 0,037 | 0,085 |
| 526/6 | -34,5 | -24,4 | 0,6 | -0,021 | 0,036 | 0,085 |
| 527/6 | -34,8 | -21,4 | -0,8 | -0,022 | 0,036 | 0,087 |
| 528/6 | -21,4 | -14,2 | -0,4 | -0,02 | 0,038 | 0,084 |
| 529/6 | -21,7 | -11,3 | -1,8 | -0,02 | 0,034 | 0,085 |
| 530/6 | -86,3 | -58,6 | 3,2 | -0,024 | 0,024 | 0,087 |
| 531/6 | -86,8 | -59,1 | 3,2 | -0,024 | 0,024 | 0,087 |
| 532/6 | -17,2 | -10,9 | -0,9 | -0,018 | 0,032 | 0,083 |
| 533/6 | -17,3 | -7,9 | -2 | -0,02 | 0,028 | 0,089 |
| 534/6 | -12,8 | -7,5 | -1,1 | -0,021 | 0,025 | 0,092 |
| 535/6 | -12,8 | -4,3 | -1,9 | -0,022 | 0,026 | 0,091 |
| 536/6 | -8,2 | -3,9 | -0,9 | -0,022 | 0,027 | 0,092 |
| 537/6 | -8,3 | -0,8 | -1,9 | -0,018 | 0,031 | 0,085 |
| 538/6 | -81,8 | -55 | 2,3 | -0,018 | 0,029 | 0,088 |
| 539/6 | -79 | -55,7 | 3,1 | -0,018 | 0,029 | 0,089 |
| 540/6 | -74,5 | -52,2 | 2,8 | -0,018 | 0,03 | 0,089 |
| 541/6 | -72,8 | -48,1 | 1,7 | -0,018 | 0,031 | 0,089 |
| 542/6 | -70 | -48,8 | 2,5 | -0,018 | 0,031 | 0,089 |
| 543/6 | -68,3 | -44,6 | 1,4 | -0,018 | 0,031 | 0,089 |
| 544/6 | -77,3 | -51,6 | 2 | -0,018 | 0,029 | 0,089 |
| 545/6 | -46 | -27,5 | -0,8 | -0,019 | 0,037 | 0,086 |
| 546/6 | -41,7 | -24,1 | -1,3 | -0,02 | 0,037 | 0,086 |
| 547/6 | -33 | -17,2 | -2,1 | -0,023 | 0,037 | 0,088 |
| 548/6 | -28,5 | -13,8 | -2,4 | -0,023 | 0,037 | 0,086 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| 550/6 | -37,4 | -20,7 | -1,7 | -0,021 | 0,037 | 0,087 |
| 552/6 | -6,3 | 3,2 | -3,3 | -0,016 | 0,036 | 0,081 |
| 553/6 | -63,8 | -41,1 | 1,1 | -0,017 | 0,033 | 0,088 |
| 554/6 | -59,4 | -37,7 | 0,6 | -0,017 | 0,034 | 0,088 |
| 555/6 | -54,9 | -34,3 | 0,1 | -0,018 | 0,035 | 0,088 |
| 556/6 | -50,5 | -30,9 | -0,3 | -0,02 | 0,034 | 0,087 |
| 557/6 | -47,9 | -31,6 | 0,6 | -0,02 | 0,034 | 0,087 |
| 558/6 | -24,2 | -10,5 | -2,7 | -0,021 | 0,035 | 0,084 |
| 559/6 | -20,1 | -7,1 | -2,9 | -0,021 | 0,031 | 0,086 |
| 560/6 | -15,8 | -3,5 | -2,9 | -0,022 | 0,026 | 0,091 |
| 561/6 | -11,2 | -0,1 | -2,9 | -0,022 | 0,027 | 0,09 |
| 562/6 | -84,8 | -57,6 | 3,3 | -0,024 | 0,024 | 0,087 |
| 563/6 | -69,8 | -51,9 | 3,7 | -0,018 | 0,03 | 0,089 |
| 564/6 | -74,3 | -55,4 | 3,9 | -0,018 | 0,029 | 0,089 |
| 565/6 | -78,9 | -59 | 4,1 | -0,017 | 0,027 | 0,091 |
| 566/6 | -55,6 | -37,9 | 1,4 | -0,017 | 0,034 | 0,087 |
| 567/6 | -18 | -5,5 | -3 | -0,019 | 0,03 | 0,086 |
| 568/6 | -24,9 | -14 | -1,4 | -0,022 | 0,038 | 0,084 |
| 569/6 | -6,8 | -0,9 | -1,7 | -0,02 | 0,032 | 0,08 |
| 570/6 | -51,2 | -34,4 | 1 | -0,019 | 0,034 | 0,087 |
| 573/6 | -16,5 | -7,4 | -2 | -0,019 | 0,03 | 0,086 |
| 574/6 | -29,2 | -17,3 | -1 | -0,024 | 0,038 | 0,083 |
| 575/6 | -51,2 | -34,5 | 1 | -0,019 | 0,034 | 0,087 |
| 576/6 | -64,6 | -44,8 | 2,3 | -0,018 | 0,032 | 0,088 |
| 578/6 | -15,1 | -3,6 | -3 | -0,023 | 0,029 | 0,089 |
| 579/6 | -10,7 | -0,2 | -3 | -0,022 | 0,03 | 0,085 |
| 580/6 | -6 | 0,9 | -2,2 | -0,016 | 0,037 | 0,079 |
| 581/6 | -12,9 | -1,9 | -3 | -0,023 | 0,029 | 0,087 |
| 582/6 | -46,8 | -31,1 | 0,6 | -0,018 | 0,034 | 0,087 |

| | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| PILONA 2 | | | | | | |
| MAX | 0,2 | 4,7 | 4,3 | 0 | 0,039 | 0,128 |
| Nudo | 440 | 418 | 469 | 427 | 524 | 469 |

| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
|------|-------|-------|------|--------|--------|---|
| MIN | -86,8 | -62,4 | -3,5 | -0,037 | -0,001 | 0 |
| Nudo | 531 | 469 | 418 | 464 | 438 | 1 |
| Caso | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Tabla A8-2. Desplazamientos nudos pilona 2

PILONA 3

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/7 (C) | -11,2 | 20,5 | 1,5 | 0,011 | 0,007 | -0,035 |
| 2/7 (C) | -4,6 | 1,1 | -2,1 | 0,015 | 0,012 | -0,032 |
| 3/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/7 (C) | -0,2 | 0 | -0,1 | 0,002 | -0,003 | -0,003 |
| 5/7 (C) | -0,5 | 0 | -0,4 | 0,004 | -0,003 | -0,006 |
| 6/7 (C) | -0,9 | 0 | -0,6 | 0,005 | -0,004 | -0,009 |
| 7/7 (C) | -1,4 | -0,1 | -0,9 | 0,007 | -0,004 | -0,012 |
| 8/7 (C) | -2 | -0,1 | -1,2 | 0,008 | -0,004 | -0,014 |
| 9/7 (C) | -2,5 | -0,2 | -1,6 | 0,01 | -0,003 | -0,017 |
| 10/7 (C) | -3,1 | -0,3 | -1,9 | 0,011 | -0,002 | -0,02 |
| 11/7 (C) | -5,9 | 5,7 | -1,1 | 0,001 | 0,008 | -0,035 |
| 13/7 (C) | -3 | -1,6 | -1,8 | 0,013 | -0,001 | -0,021 |
| 14/7 (C) | -3,6 | -0,3 | -2,1 | 0,012 | -0,001 | -0,023 |
| 15/7 (C) | -3,4 | -1,8 | -2 | 0,014 | 0 | -0,023 |
| 16/7 (C) | -4,1 | -0,3 | -2,3 | 0,013 | 0 | -0,025 |
| 17/7 (C) | -3,7 | -1,9 | -2,3 | 0,015 | 0,002 | -0,026 |
| 18/7 (C) | -4,4 | -0,3 | -2,4 | 0,013 | 0,003 | -0,026 |
| 19/7 (C) | -4,6 | -0,1 | -2,5 | 0,015 | -0,001 | -0,03 |
| 20/7 (C) | -3,9 | -2 | -2,4 | 0,015 | 0,004 | -0,029 |
| 21/7 (C) | -3,9 | -1,9 | -2,5 | 0,015 | 0,007 | -0,031 |
| 22/7 (C) | -4,6 | 0 | -2,4 | 0,015 | 0,01 | -0,031 |
| 23/7 (C) | -3,8 | -1,8 | -2,4 | 0,015 | 0,009 | -0,032 |
| 24/7 (C) | -3,1 | -1 | -2 | 0,015 | 0,01 | -0,033 |
| 30/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/7 (C) | -0,1 | -0,1 | 0 | 0,002 | -0,001 | -0,001 |
| 32/7 (C) | -0,3 | -0,3 | -0,1 | 0,004 | -0,002 | -0,004 |
| 33/7 (C) | -0,6 | -0,4 | -0,3 | 0,006 | -0,003 | -0,007 |
| 34/7 (C) | -1,1 | -0,7 | -0,5 | 0,008 | -0,003 | -0,01 |
| 35/7 (C) | -1,6 | -0,9 | -0,8 | 0,009 | -0,003 | -0,012 |
| 36/7 (C) | -2,6 | -1,4 | -1,4 | 0,012 | -0,002 | -0,018 |
| 37/7 (C) | -2,1 | -1,1 | -1,1 | 0,01 | -0,003 | -0,015 |

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|-------|--------|--------|
| 39/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | -0,002 |
| 45/7 (C) | -0,1 | 0 | 0 | 0,003 | -0,001 | -0,005 |
| 46/7 (C) | -0,3 | -0,1 | -0,2 | 0,005 | -0,002 | -0,007 |
| 47/7 (C) | -0,6 | -0,2 | -0,4 | 0,006 | -0,002 | -0,01 |
| 48/7 (C) | -1 | -0,3 | -0,6 | 0,008 | -0,002 | -0,013 |
| 49/7 (C) | -1,4 | -0,4 | -0,8 | 0,009 | -0,002 | -0,015 |
| 50/7 (C) | -1,8 | -0,5 | -1,1 | 0,01 | -0,001 | -0,018 |
| 51/7 (C) | -2,1 | -0,5 | -1,3 | 0,012 | 0 | -0,021 |
| 52/7 (C) | -2,4 | -0,6 | -1,4 | 0,013 | 0,001 | -0,024 |
| 53/7 (C) | -2,6 | -0,6 | -1,6 | 0,014 | 0,003 | -0,027 |
| 54/7 (C) | -2,7 | -0,6 | -1,6 | 0,015 | 0,004 | -0,03 |
| 55/7 (C) | -2,7 | -0,5 | -1,6 | 0,015 | 0,008 | -0,032 |
| 56/7 (C) | -2,4 | -0,3 | -1,4 | 0,015 | 0,009 | -0,033 |
| 58/7 (C) | -0,2 | -0,2 | 0 | 0,003 | -0,002 | -0,003 |
| 60/7 (C) | -0,5 | -0,3 | -0,2 | 0,005 | -0,003 | -0,005 |
| 61/7 (C) | -0,9 | -0,6 | -0,4 | 0,007 | -0,003 | -0,008 |
| 63/7 (C) | -1,3 | -0,8 | -0,7 | 0,008 | -0,003 | -0,011 |
| 64/7 (C) | -1,8 | -1 | -1 | 0,01 | -0,003 | -0,014 |
| 66/7 (C) | -2,3 | -1,3 | -1,3 | 0,011 | -0,003 | -0,016 |
| 67/7 (C) | -2,8 | -1,5 | -1,6 | 0,012 | -0,002 | -0,019 |
| 69/7 (C) | -3,2 | -1,7 | -1,9 | 0,013 | -0,001 | -0,022 |
| 70/7 (C) | -3,6 | -1,8 | -2,1 | 0,014 | 0,001 | -0,025 |
| 71/7 (C) | -3,9 | -1,9 | -2,4 | 0,015 | 0,003 | -0,027 |
| 73/7 (C) | -3,9 | -2 | -2,5 | 0,015 | 0,005 | -0,03 |
| 74/7 (C) | -3,9 | -1,9 | -2,5 | 0,015 | 0,008 | -0,032 |
| 78/7 (C) | -0,1 | 0 | -0,1 | 0,001 | -0,002 | -0,002 |
| 80/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0,002 | -0,001 | -0,003 |
| 81/7 (C) | -0,3 | 0 | -0,2 | 0,003 | -0,003 | -0,005 |
| 82/7 (C) | -0,2 | 0 | -0,1 | 0,004 | -0,002 | -0,006 |
| 83/7 (C) | -0,7 | 0 | -0,5 | 0,004 | -0,004 | -0,008 |
| 84/7 (C) | -0,4 | -0,1 | -0,3 | 0,006 | -0,002 | -0,009 |
| 85/7 (C) | -1,2 | 0 | -0,8 | 0,006 | -0,004 | -0,01 |
| 86/7 (C) | -0,8 | -0,2 | -0,5 | 0,007 | -0,002 | -0,011 |
| 88/7 (C) | -1,7 | -0,1 | -1,1 | 0,008 | -0,004 | -0,013 |
| 89/7 (C) | -1,2 | -0,3 | -0,7 | 0,009 | -0,002 | -0,014 |
| 90/7 (C) | -2,3 | -0,2 | -1,4 | 0,009 | -0,004 | -0,016 |
| 91/7 (C) | -1,6 | -0,4 | -0,9 | 0,01 | -0,001 | -0,017 |
| 93/7 (C) | -2,8 | -0,2 | -1,7 | 0,01 | -0,003 | -0,019 |
| 94/7 (C) | -1,9 | -0,5 | -1,2 | 0,011 | 0 | -0,02 |
| 95/7 (C) | -3,4 | -0,3 | -2 | 0,011 | -0,002 | -0,021 |
| 96/7 (C) | -2,3 | -0,6 | -1,4 | 0,012 | 0,001 | -0,022 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|--------|
| 97/7 (C) | -3,8 | -0,3 | -2,2 | 0,012 | 0 | -0,024 |
| 98/7 (C) | -2,5 | -0,6 | -1,5 | 0,013 | 0,002 | -0,025 |
| 99/7 (C) | -4,2 | -0,3 | -2,4 | 0,013 | 0,001 | -0,026 |
| 100/7 (C) | -2,7 | -0,6 | -1,6 | 0,015 | 0,004 | -0,028 |
| 101/7 (C) | -4,5 | -0,2 | -2,4 | 0,012 | 0,003 | -0,027 |
| 102/7 (C) | -2,8 | -0,5 | -1,6 | 0,015 | 0,007 | -0,032 |
| 104/7 (C) | -4,8 | -0,1 | -2,5 | 0,014 | 0,008 | -0,031 |
| 105/7 (C) | -2,6 | -0,4 | -1,5 | 0,015 | 0,009 | -0,032 |
| 107/7 (C) | -4,5 | 0,1 | -2,3 | 0,015 | 0,008 | -0,032 |
| 114/7 (C) | -13,6 | 29,3 | 2 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 115/7 (C) | -4,7 | -0,1 | -2,5 | 0,015 | 0,001 | -0,031 |
| 116/7 (C) | -15,8 | 29,7 | 1,3 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 117/7 (C) | -14 | 30,4 | 2,1 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 119/7 (C) | -15 | 27,6 | 1,2 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 121/7 (C) | -12,8 | 27,2 | 1,9 | 0,012 | 0,006 | -0,036 |
| 122/7 (C) | -14,2 | 25,4 | 1,1 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 123/7 (C) | -12 | 25 | 1,8 | 0,012 | 0,005 | -0,035 |
| 124/7 (C) | -13,4 | 23,3 | 1,1 | 0,012 | 0,004 | -0,035 |
| 125/7 (C) | -11,2 | 22,9 | 1,8 | 0,012 | 0,004 | -0,036 |
| 126/7 (C) | -12,7 | 21,2 | 1,1 | 0,011 | 0,005 | -0,035 |
| 127/7 (C) | -10,4 | 20,8 | 1,8 | 0,009 | 0,007 | -0,033 |
| 128/7 (C) | -11,9 | 19,1 | 0,9 | 0,01 | 0,008 | -0,035 |
| 129/7 (C) | -9,7 | 18,7 | 1,4 | 0,007 | 0,01 | -0,035 |
| 130/7 (C) | -11,1 | 17 | 0,7 | 0,007 | 0,006 | -0,035 |
| 131/7 (C) | -8,9 | 16,6 | 1 | 0,004 | 0,009 | -0,035 |
| 132/7 (C) | -10,3 | 14,9 | 0,5 | 0,002 | 0,006 | -0,034 |
| 134/7 (C) | -7,8 | 14,7 | 0,5 | 0,001 | 0,009 | -0,044 |
| 135/7 (C) | -9,5 | 12,6 | 0 | 0,001 | 0,01 | -0,043 |
| 136/7 (C) | -7,3 | 12 | 0 | 0,002 | 0,008 | -0,035 |
| 137/7 (C) | -8,6 | 10,3 | -0,5 | 0,003 | 0,007 | -0,033 |
| 139/7 (C) | -7,9 | 8,4 | -0,8 | 0,003 | 0,005 | -0,033 |
| 142/7 (C) | -5 | 6 | -1 | 0,001 | 0,008 | -0,035 |
| 143/7 (C) | -6,4 | 4,3 | -1,4 | 0,002 | 0,01 | -0,038 |
| 144/7 (C) | -4 | 3,8 | -1,2 | 0,007 | 0,011 | -0,038 |
| 145/7 (C) | -5,5 | 2 | -2,1 | 0,007 | 0,014 | -0,037 |
| 152/7 (C) | -3,9 | -0,3 | -2,1 | 0,014 | 0,006 | -0,027 |
| 155/7 (C) | -15,4 | 28,6 | 1,3 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 156/7 (C) | -13,2 | 28,2 | 2 | 0,012 | 0,006 | -0,036 |
| 157/7 (C) | -14,6 | 26,5 | 1,2 | 0,012 | 0,006 | -0,036 |
| 158/7 (C) | -12,4 | 26,1 | 1,9 | 0,012 | 0,006 | -0,036 |
| 159/7 (C) | -13,8 | 24,4 | 1,1 | 0,013 | 0,005 | -0,036 |
| 160/7 (C) | -11,6 | 24 | 1,8 | 0,012 | 0,005 | -0,035 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|--------|
| 162/7 (C) | -10,8 | 21,8 | 1,8 | 0,011 | 0,004 | -0,036 |
| 163/7 (C) | -12,3 | 20,1 | 1,1 | 0,013 | 0,008 | -0,037 |
| 165/7 (C) | -11,5 | 18 | 0,8 | 0,009 | 0,007 | -0,035 |
| 167/7 (C) | -10,7 | 15,9 | 0,6 | 0,005 | 0,005 | -0,034 |
| 171/7 (C) | -9 | 11,4 | -0,3 | 0,002 | 0,009 | -0,038 |
| 173/7 (C) | -8,3 | 9,4 | -0,6 | 0,003 | 0,005 | -0,033 |
| 175/7 (C) | -7,5 | 7,4 | -0,9 | 0,002 | 0,005 | -0,033 |
| 177/7 (C) | -6,8 | 5,4 | -1,2 | 0,002 | 0,008 | -0,035 |
| 178/7 (C) | -4,6 | 4,6 | -1 | 0,01 | 0,008 | -0,036 |
| 179/7 (C) | -6 | 3,1 | -1,8 | 0,005 | 0,012 | -0,037 |
| 180/7 (C) | -3,8 | 2,5 | -1,3 | 0,015 | 0,009 | -0,033 |
| 181/7 (C) | -5,1 | 0,9 | -2,4 | 0,011 | 0,013 | -0,033 |
| 208/7 (C) | -4,6 | 1,6 | -2 | 0,011 | 0,01 | -0,032 |
| 241/7 (C) | -3,1 | 0,5 | -1,5 | 0,017 | 0,01 | -0,032 |
| 242/7 (C) | -4,2 | 0,5 | -2,1 | 0,013 | 0,007 | -0,029 |
| 250/7 (C) | -6,5 | 10 | -0,4 | 0,003 | 0,006 | -0,033 |
| 254/7 (C) | -4,2 | 3,5 | -1,2 | 0,012 | 0,009 | -0,035 |
| 262/7 (C) | -16,2 | 30,8 | 1,3 | 0,014 | 0,006 | -0,036 |
| 263/7 (C) | -14,4 | 31,5 | 2,1 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 265/7 (C) | -17 | 32,9 | 1,3 | 0,014 | 0,005 | -0,036 |
| 266/7 (C) | -15,1 | 33,6 | 2,2 | 0,014 | 0,006 | -0,036 |
| 268/7 (C) | -16,6 | 31,9 | 1,3 | 0,014 | 0,005 | -0,036 |
| 271/7 (C) | -17,4 | 34 | 1,3 | 0,015 | 0,005 | -0,036 |
| 274/7 (C) | -17,8 | 35,1 | 1,3 | 0,016 | 0,004 | -0,035 |
| 275/7 (C) | -15,9 | 35,8 | 2,2 | 0,015 | 0,005 | -0,037 |
| 277/7 (C) | -18,2 | 36,1 | 1,3 | 0,016 | 0,006 | -0,034 |
| 280/7 (C) | -18,6 | 37,3 | 1,3 | 0,012 | 0,007 | -0,045 |
| 281/7 (C) | -16,7 | 37,9 | 2,2 | 0,016 | 0,007 | -0,031 |
| 290/7 (C) | -3,6 | -1,8 | -2,4 | 0,015 | 0,008 | -0,033 |
| 292/7 (C) | -2,3 | -0,2 | -1,3 | 0,015 | 0,009 | -0,033 |
| 293/7 (C) | -3,2 | -1 | -2 | 0,015 | 0,008 | -0,033 |
| 294/7 (C) | -4,3 | 0,2 | -2,2 | 0,015 | 0,008 | -0,033 |
| 297/7 (C) | -7,2 | 6,4 | -1 | 0,002 | 0,006 | -0,033 |
| 300/7 (C) | -13,1 | 22,2 | 1,1 | 0,012 | 0,004 | -0,035 |
| 301/7 (C) | -9,9 | 13,9 | 0,3 | 0,001 | 0,009 | -0,038 |
| 302/7 (C) | -5,8 | 8 | -0,6 | 0,004 | 0,006 | -0,035 |
| 303/7 (C) | -5 | 5,7 | -0,9 | 0,007 | 0,007 | -0,037 |
| 304/7 (C) | -3,5 | 1,5 | -1,4 | 0,018 | 0,009 | -0,032 |
| 308/7 (C) | -17,8 | 38 | 1,7 | 0,017 | 0,002 | -0,036 |
| 309/7 (C) | -16,3 | 36,9 | 2,2 | 0,014 | 0,005 | -0,037 |
| 311/7 (C) | -16,2 | 33,7 | 1,8 | 0,014 | 0,005 | -0,036 |
| 312/7 (C) | -14,7 | 32,5 | 2,1 | 0,014 | 0,006 | -0,036 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|------|------|-------|--------|--------|
| 313/7 (C) | -15,4 | 31,5 | 1,7 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 317/7 (C) | -17 | 35,9 | 1,8 | 0,015 | 0,005 | -0,036 |
| 318/7 (C) | -15,5 | 34,7 | 2,2 | 0,014 | 0,005 | -0,036 |
| 323/7 (C) | -11,5 | 20,7 | 1,3 | 0,008 | 0,006 | -0,036 |
| 324/7 (C) | -10 | 19,8 | 1,4 | 0,007 | 0,007 | -0,036 |
| 325/7 (C) | -10,8 | 18,6 | 1,1 | 0,007 | 0,007 | -0,036 |
| 326/7 (C) | -9,2 | 17,7 | 1,1 | 0,005 | 0,007 | -0,035 |
| 328/7 (C) | -9,2 | 14,2 | 0,4 | 0,001 | 0,008 | -0,038 |
| 329/7 (C) | -7,5 | 13,3 | 0,2 | 0,002 | 0,009 | -0,039 |
| 330/7 (C) | -8,3 | 11,9 | -0,1 | 0,002 | 0,009 | -0,038 |
| 331/7 (C) | -6,7 | 11 | -0,3 | 0,002 | 0,01 | -0,038 |
| 332/7 (C) | -7,5 | 9,6 | -0,7 | 0,002 | 0,01 | -0,038 |
| 334/7 (C) | -10 | 16,4 | 0,8 | 0,004 | 0,007 | -0,036 |
| 335/7 (C) | -8,4 | 15,6 | 0,7 | 0,002 | 0,008 | -0,036 |
| 338/7 (C) | -14,6 | 29,4 | 1,7 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 341/7 (C) | -13,9 | 27,2 | 1,6 | 0,012 | 0,006 | -0,036 |
| 344/7 (C) | -13 | 25,1 | 1,5 | 0,012 | 0,005 | -0,036 |
| 347/7 (C) | -12,3 | 22,9 | 1,5 | 0,012 | 0,004 | -0,036 |
| 349/7 (C) | -11,5 | 20,7 | 1,5 | 0,011 | 0,004 | -0,036 |
| 350/7 (C) | -7,5 | 9,7 | -0,5 | 0,003 | 0,006 | -0,034 |
| 351/7 (C) | -6,2 | 9 | -0,5 | 0,003 | 0,005 | -0,033 |
| 353/7 (C) | -6,8 | 7,7 | -0,8 | 0,002 | 0,005 | -0,033 |
| 354/7 (C) | -5,4 | 7 | -0,8 | 0,003 | 0,006 | -0,034 |
| 356/7 (C) | -6,1 | 5,7 | -1,1 | 0,002 | 0,007 | -0,034 |
| 357/7 (C) | -4,6 | 4,9 | -1,1 | 0,004 | 0,008 | -0,036 |
| 359/7 (C) | -5,3 | 3,6 | -1,5 | 0,006 | 0,01 | -0,035 |
| 360/7 (C) | -3,8 | 2,7 | -1,4 | 0,01 | 0,008 | -0,033 |
| 361/7 (C) | -4,5 | 1,7 | -1,9 | 0,014 | 0,007 | -0,033 |
| 366/7 (C) | -7,4 | 9,7 | -0,5 | 0,003 | 0,005 | -0,034 |
| 369/7 (C) | -2,9 | -0,9 | -1,8 | 0,015 | 0,01 | -0,033 |
| 371/7 (C) | -8,1 | 11,7 | -0,2 | 0,002 | 0,009 | -0,033 |
| 373/7 (C) | -14,5 | 29 | 1,6 | 0,013 | 0,006 | -0,036 |
| 374/7 (C) | -12,9 | 24,7 | 1,5 | 0,012 | 0,005 | -0,036 |
| 376/7 (C) | -17,1 | 39 | 2,1 | 0,029 | 0,001 | -0,087 |
| 377/7 (C) | -20,2 | 37,9 | 1,5 | 0,017 | -0,002 | -0,038 |
| 378/7 (C) | -19 | 38,4 | 1,3 | 0,008 | -0,005 | 0,003 |
| 379/7 (C) | -20,1 | 38,3 | 1,5 | 0,017 | -0,002 | -0,038 |
| 381/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 382/7 (C) | -19,7 | 37,3 | 1,8 | 0,017 | -0,002 | -0,038 |
| 383/7 (C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 384/7 (C) | -11,2 | 20,5 | 1,5 | 0,012 | 0,008 | -0,036 |

| | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| PILONA 3 | | | | | | |
| MAX | 0 | 39 | 2,2 | 0,029 | 0,014 | 0,003 |
| Nudo | 44 | 376 | 318 | 376 | 145 | 378 |
| Caso | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) |
| | | | | | | |
| MIN | -20,2 | -2 | -2,5 | 0 | -0,005 | -0,087 |
| Nudo | 377 | 73 | 115 | 3 | 378 | 376 |
| Caso | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) | 7 (C) |

Tabla A8-3. Desplazamientos nudos pilona 3

PILONA 4

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/8 | 0 | 0 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 5/8 | 0 | -0,1 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 6/8 | 0 | -0,3 | -0,2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 7/8 | 0 | -0,4 | -0,4 | 0,002 | 0 | 0 |
| 8/8 | 0 | -0,7 | -0,5 | 0,003 | 0 | 0 |
| 9/8 | 0,1 | -0,9 | -0,7 | 0,003 | 0 | 0 |
| 10/8 | 0,1 | -1,2 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 13/8 | 0,1 | -1,4 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 14/8 | 0,1 | -1,4 | -1 | 0,003 | 0 | 0 |
| 15/8 | 0,1 | -1,7 | -0,9 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 16/8 | 0,1 | -1,7 | -1,2 | 0,003 | 0 | 0 |
| 17/8 | 0,1 | -1,9 | -1,1 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 18/8 | 0,2 | -2 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 19/8 | 0,2 | -2,3 | -1,5 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 20/8 | 0,2 | -2,2 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 21/8 | 0,2 | -2,5 | -1,4 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 22/8 | 0,2 | -2,5 | -1,6 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 23/8 | 0,2 | -2,7 | -1,6 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 30/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|------|-----|------|------|-------|---|-------|
| 32/8 | 0 | -0,1 | 0 | 0,001 | 0 | 0 |
| 33/8 | 0 | -0,2 | -0,1 | 0,002 | 0 | 0 |
| 34/8 | 0 | -0,4 | -0,2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 35/8 | 0 | -0,6 | -0,3 | 0,003 | 0 | 0 |
| 36/8 | 0,1 | -1,1 | -0,6 | 0,003 | 0 | 0 |
| 37/8 | 0 | -0,8 | -0,5 | 0,003 | 0 | 0 |
| 39/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44/8 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0 |
| 45/8 | 0 | -0,1 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 46/8 | 0 | -0,2 | -0,2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 47/8 | 0 | -0,4 | -0,3 | 0,002 | 0 | 0 |
| 48/8 | 0 | -0,6 | -0,4 | 0,003 | 0 | 0 |
| 49/8 | 0 | -0,8 | -0,5 | 0,003 | 0 | 0 |
| 50/8 | 0,1 | -1,1 | -0,7 | 0,003 | 0 | 0 |
| 51/8 | 0,1 | -1,4 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 52/8 | 0,1 | -1,6 | -1 | 0,003 | 0 | 0 |
| 53/8 | 0,1 | -1,9 | -1,2 | 0,003 | 0 | 0 |
| 54/8 | 0,2 | -2,2 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 55/8 | 0,2 | -2,5 | -1,5 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 56/8 | 0,2 | -2,7 | -1,7 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 58/8 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0 |
| 60/8 | 0 | -0,2 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 61/8 | 0 | -0,3 | -0,1 | 0,002 | 0 | 0 |
| 63/8 | 0 | -0,5 | -0,3 | 0,002 | 0 | 0 |
| 64/8 | 0 | -0,7 | -0,4 | 0,003 | 0 | 0 |
| 66/8 | 0 | -1 | -0,5 | 0,003 | 0 | 0 |
| 67/8 | 0,1 | -1,2 | -0,7 | 0,003 | 0 | 0 |
| 69/8 | 0,1 | -1,5 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 70/8 | 0,1 | -1,8 | -1 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 71/8 | 0,1 | -2,1 | -1,2 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 73/8 | 0,2 | -2,3 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 74/8 | 0,2 | -2,6 | -1,5 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 78/8 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0 |
| 80/8 | 0 | -0,1 | 0 | 0,001 | 0 | 0 |
| 81/8 | 0 | -0,1 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 82/8 | 0 | -0,2 | -0,1 | 0,001 | 0 | 0 |
| 83/8 | 0 | -0,2 | -0,2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 84/8 | 0 | -0,3 | -0,2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 85/8 | 0 | -0,3 | -0,3 | 0,002 | 0 | 0 |
| 86/8 | 0 | -0,5 | -0,3 | 0,002 | 0 | 0 |
| 88/8 | 0 | -0,5 | -0,4 | 0,003 | 0 | 0 |
| 89/8 | 0 | -0,7 | -0,5 | 0,003 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-------|-----|------|------|-------|---|-------|
| 90/8 | 0,1 | -0,8 | -0,6 | 0,003 | 0 | 0 |
| 91/8 | 0,1 | -1 | -0,6 | 0,003 | 0 | 0 |
| 93/8 | 0,1 | -1 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 94/8 | 0,1 | -1,2 | -0,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 95/8 | 0,1 | -1,3 | -0,9 | 0,003 | 0 | 0 |
| 96/8 | 0,1 | -1,5 | -0,9 | 0,003 | 0 | 0 |
| 97/8 | 0,1 | -1,6 | -1,1 | 0,003 | 0 | 0 |
| 98/8 | 0,1 | -1,8 | -1,1 | 0,003 | 0 | 0 |
| 99/8 | 0,2 | -1,8 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 100/8 | 0,2 | -2,1 | -1,3 | 0,003 | 0 | 0 |
| 101/8 | 0,2 | -2,1 | -1,4 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 102/8 | 0,2 | -2,3 | -1,4 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 104/8 | 0,2 | -2,4 | -1,6 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 105/8 | 0,2 | -2,6 | -1,6 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 107/8 | 0,2 | -2,6 | -1,7 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 115/8 | 0,2 | -2,3 | -1,5 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 290/8 | 0,2 | -2,8 | -1,7 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 306/8 | 0,3 | -2,9 | -1,8 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 310/8 | 0,3 | -3 | -1,8 | 0,002 | 0 | 0,001 |
| 312/8 | 0,2 | -2,8 | -1,7 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 313/8 | 0,3 | -2,9 | -1,9 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 318/8 | 0,3 | -2,8 | -1,8 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 319/8 | 0,2 | -2,9 | -1,7 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 326/8 | 0,3 | -3 | -1,9 | 0,002 | 0 | 0,001 |
| 327/8 | 0,3 | -3,1 | -2 | 0,002 | 0 | 0 |
| 329/8 | 0,3 | -3,1 | -1,8 | 0,003 | 0 | 0 |
| 330/8 | 0,3 | -3,1 | -1,9 | 0,002 | 0 | 0,001 |
| 331/8 | 0,3 | -3,1 | -1,9 | 0,002 | 0 | 0 |
| 332/8 | 0,3 | -3 | -1,9 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| 333/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| PILONA 4 | | | | | | |
| MAX | 0,3 | 0 | 0 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| Nudo | 327 | 1 | 31 | 98 | 310 | 310 |
| Caso | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | | | | | | |
| MIN | 0 | -3,1 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| Nudo | 58 | 331 | 327 | 1 | 81 | 1 |
| Caso | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Tabla A8-4. Desplazamientos nudos pilona 4

PILONA 5

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/7 | 30,5 | 57,1 | -0,1 | 0,04 | -0,024 | 0,099 |
| 2/7 | 5,2 | 5,2 | -1,2 | 0,041 | -0,019 | 0,093 |
| 3/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/7 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0,002 | -0,001 | 0,009 |
| 5/7 | 0,2 | 0,5 | -0,1 | 0,006 | -0,002 | 0,017 |
| 6/7 | 0,4 | 0,7 | -0,2 | 0,01 | -0,003 | 0,024 |
| 7/7 | 0,7 | 0,9 | -0,3 | 0,014 | -0,004 | 0,031 |
| 8/7 | 0,9 | 1,1 | -0,4 | 0,017 | -0,006 | 0,039 |
| 9/7 | 1,2 | 1,3 | -0,5 | 0,02 | -0,007 | 0,046 |
| 10/7 | 1,5 | 1,5 | -0,6 | 0,024 | -0,009 | 0,053 |
| 11/7 | 11,9 | 17,1 | -2,2 | 0,041 | -0,02 | 0,1 |
| 12/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/7 | 0,2 | -1,5 | -0,5 | 0,029 | -0,012 | 0,054 |
| 14/7 | 1,8 | 1,8 | -0,6 | 0,027 | -0,011 | 0,06 |
| 15/7 | 0,3 | -1,6 | -0,5 | 0,032 | -0,014 | 0,061 |
| 16/7 | 2 | 2,1 | -0,6 | 0,03 | -0,014 | 0,068 |
| 17/7 | 0,2 | -1,7 | -0,6 | 0,035 | -0,016 | 0,068 |
| 18/7 | 2,2 | 2,4 | -0,6 | 0,035 | -0,016 | 0,076 |
| 19/7 | 2,3 | 2,9 | -0,6 | 0,036 | -0,024 | 0,086 |
| 20/7 | 0,2 | -1,7 | -0,6 | 0,037 | -0,018 | 0,075 |
| 21/7 | 0,1 | -1,6 | -0,6 | 0,037 | -0,019 | 0,079 |
| 22/7 | 2,2 | 3,1 | -0,5 | 0,041 | -0,019 | 0,082 |
| 23/7 | 0 | -1,4 | -0,5 | 0,037 | -0,02 | 0,079 |
| 24/7 | 1,7 | -0,7 | -1,2 | 0,037 | -0,021 | 0,079 |
| 25/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/7 | -0,1 | -0,1 | 0 | 0,005 | -0,003 | 0,004 |
| 32/7 | -0,2 | -0,4 | 0 | 0,008 | -0,003 | 0,012 |
| 33/7 | -0,2 | -0,6 | 0 | 0,012 | -0,004 | 0,019 |
| 34/7 | -0,1 | -0,8 | -0,1 | 0,015 | -0,005 | 0,026 |
| 35/7 | -0,1 | -1 | -0,2 | 0,019 | -0,007 | 0,033 |
| 36/7 | 0,1 | -1,4 | -0,4 | 0,025 | -0,01 | 0,047 |
| 37/7 | 0 | -1,2 | -0,3 | 0,022 | -0,008 | 0,04 |
| 39/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44/7 | 0,2 | -0,1 | -0,1 | 0,005 | 0,004 | 0,005 |
| 45/7 | 0,6 | -0,3 | -0,4 | 0,008 | 0,002 | 0,012 |
| 46/7 | 1 | -0,5 | -0,6 | 0,012 | 0,001 | 0,02 |
| 47/7 | 1,5 | -0,6 | -0,9 | 0,015 | 0 | 0,027 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|------|--------|--------|-------|
| 48/7 | 2,1 | -0,8 | -1,2 | 0,019 | -0,002 | 0,034 |
| 49/7 | 2,6 | -1 | -1,5 | 0,022 | -0,003 | 0,041 |
| 50/7 | 3,2 | -1,1 | -1,8 | 0,026 | -0,005 | 0,048 |
| 51/7 | 3,7 | -1,2 | -2,1 | 0,029 | -0,007 | 0,055 |
| 52/7 | 4,2 | -1,3 | -2,4 | 0,032 | -0,009 | 0,063 |
| 53/7 | 4,6 | -1,4 | -2,6 | 0,034 | -0,013 | 0,07 |
| 54/7 | 5,2 | -1,4 | -2,9 | 0,05 | -0,007 | 0,077 |
| 55/7 | 5,3 | -1,2 | -3 | 0,029 | -0,028 | 0,087 |
| 56/7 | 4,9 | -1 | -2,7 | 0,039 | -0,019 | 0,079 |
| 58/7 | -0,2 | -0,3 | 0 | 0,006 | -0,003 | 0,008 |
| 60/7 | -0,2 | -0,5 | 0 | 0,01 | -0,004 | 0,015 |
| 61/7 | -0,2 | -0,7 | 0 | 0,013 | -0,005 | 0,022 |
| 63/7 | -0,1 | -0,9 | -0,1 | 0,017 | -0,006 | 0,029 |
| 64/7 | 0 | -1,1 | -0,2 | 0,02 | -0,007 | 0,036 |
| 66/7 | 0,1 | -1,3 | -0,3 | 0,024 | -0,009 | 0,044 |
| 67/7 | 0,2 | -1,4 | -0,4 | 0,027 | -0,011 | 0,051 |
| 69/7 | 0,3 | -1,6 | -0,5 | 0,03 | -0,013 | 0,058 |
| 70/7 | 0,3 | -1,7 | -0,6 | 0,033 | -0,015 | 0,064 |
| 71/7 | 0,2 | -1,7 | -0,6 | 0,036 | -0,017 | 0,071 |
| 73/7 | 0,1 | -1,7 | -0,6 | 0,038 | -0,019 | 0,078 |
| 74/7 | 0 | -1,5 | -0,5 | 0,037 | -0,019 | 0,079 |
| 78/7 | 0 | 0,1 | 0 | -0,001 | 0 | 0,006 |
| 80/7 | 0,4 | -0,2 | -0,3 | 0,006 | 0,003 | 0,009 |
| 81/7 | 0,1 | 0,4 | 0 | 0,005 | -0,001 | 0,013 |
| 82/7 | 0,8 | -0,4 | -0,5 | 0,01 | 0,001 | 0,016 |
| 83/7 | 0,3 | 0,6 | -0,1 | 0,008 | -0,002 | 0,021 |
| 84/7 | 1,3 | -0,6 | -0,8 | 0,014 | 0 | 0,023 |
| 85/7 | 0,5 | 0,8 | -0,2 | 0,012 | -0,004 | 0,028 |
| 86/7 | 1,8 | -0,7 | -1,1 | 0,017 | -0,001 | 0,03 |
| 88/7 | 0,8 | 1 | -0,3 | 0,015 | -0,005 | 0,035 |
| 89/7 | 2,3 | -0,9 | -1,4 | 0,021 | -0,002 | 0,037 |
| 90/7 | 1,1 | 1,2 | -0,4 | 0,019 | -0,006 | 0,042 |
| 91/7 | 2,9 | -1,1 | -1,7 | 0,024 | -0,004 | 0,045 |
| 93/7 | 1,4 | 1,4 | -0,5 | 0,022 | -0,008 | 0,049 |
| 94/7 | 3,4 | -1,2 | -2 | 0,027 | -0,006 | 0,052 |
| 95/7 | 1,7 | 1,7 | -0,6 | 0,025 | -0,01 | 0,056 |
| 96/7 | 4 | -1,3 | -2,3 | 0,031 | -0,008 | 0,059 |
| 97/7 | 1,9 | 2 | -0,6 | 0,028 | -0,012 | 0,064 |
| 98/7 | 4,4 | -1,4 | -2,5 | 0,034 | -0,012 | 0,066 |
| 99/7 | 2,1 | 2,3 | -0,6 | 0,032 | -0,015 | 0,071 |
| 100/7 | 4,8 | -1,3 | -2,7 | 0,035 | -0,009 | 0,076 |
| 101/7 | 2,3 | 2,6 | -0,6 | 0,037 | -0,017 | 0,082 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|--------|-------|
| 102/7 | 5,5 | -1,9 | -3,2 | 0,041 | -0,02 | 0,086 |
| 104/7 | 2,2 | 3,1 | -0,4 | 0,041 | -0,019 | 0,085 |
| 105/7 | 5 | -1 | -2,8 | 0,04 | -0,023 | 0,079 |
| 107/7 | 2,2 | 3,1 | -0,4 | 0,038 | -0,021 | 0,08 |
| 114/7 | 44 | 79 | -0,8 | 0,04 | -0,024 | 0,101 |
| 115/7 | 2,2 | 3 | -0,5 | 0,037 | -0,024 | 0,087 |
| 116/7 | 40,3 | 84,2 | 1,8 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 117/7 | 45,3 | 81,9 | -0,7 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 119/7 | 37,6 | 78,4 | 1,6 | 0,04 | -0,024 | 0,1 |
| 121/7 | 41,2 | 73,2 | -1,1 | 0,04 | -0,024 | 0,1 |
| 122/7 | 34,9 | 72,6 | 1,3 | 0,041 | -0,022 | 0,1 |
| 123/7 | 38,5 | 67,4 | -1,3 | 0,042 | -0,021 | 0,1 |
| 124/7 | 32,1 | 66,8 | 1,2 | 0,042 | -0,02 | 0,1 |
| 125/7 | 35,7 | 61,6 | -1,4 | 0,043 | -0,02 | 0,099 |
| 126/7 | 29,4 | 61,1 | 1,2 | 0,042 | -0,022 | 0,1 |
| 127/7 | 33 | 55,9 | -1,4 | 0,042 | -0,024 | 0,102 |
| 128/7 | 26,7 | 55,3 | 0,9 | 0,04 | -0,026 | 0,099 |
| 129/7 | 30,3 | 50,1 | -1,9 | 0,04 | -0,028 | 0,098 |
| 130/7 | 24 | 49,6 | 0,5 | 0,042 | -0,026 | 0,099 |
| 131/7 | 27,6 | 44,4 | -2,4 | 0,042 | -0,027 | 0,099 |
| 132/7 | 21,4 | 43,9 | 0,2 | 0,043 | -0,025 | 0,097 |
| 134/7 | 25,2 | 38,6 | -2,8 | 0,046 | -0,024 | 0,106 |
| 135/7 | 18,6 | 38 | 0,1 | 0,047 | -0,023 | 0,105 |
| 136/7 | 22 | 32,8 | -2,9 | 0,047 | -0,025 | 0,098 |
| 137/7 | 15,9 | 32,2 | -0,1 | 0,047 | -0,027 | 0,096 |
| 139/7 | 13,3 | 26,6 | -0,5 | 0,044 | -0,028 | 0,096 |
| 142/7 | 14,4 | 16 | -3,4 | 0,041 | -0,02 | 0,1 |
| 143/7 | 8 | 15,3 | -0,9 | 0,041 | -0,015 | 0,106 |
| 144/7 | 11,9 | 9,7 | -3,2 | 0,043 | -0,014 | 0,109 |
| 145/7 | 5,1 | 9,1 | -0,5 | 0,045 | -0,015 | 0,109 |
| 152/7 | 4 | 0,3 | -2 | 0,042 | -0,023 | 0,093 |
| 155/7 | 39 | 81,3 | 1,7 | 0,04 | -0,023 | 0,1 |
| 156/7 | 42,6 | 76,1 | -1 | 0,04 | -0,024 | 0,101 |
| 157/7 | 36,2 | 75,5 | 1,4 | 0,04 | -0,024 | 0,101 |
| 158/7 | 39,8 | 70,3 | -1,3 | 0,041 | -0,023 | 0,1 |
| 159/7 | 33,5 | 69,7 | 1,2 | 0,042 | -0,021 | 0,1 |
| 160/7 | 37,1 | 64,5 | -1,4 | 0,043 | -0,021 | 0,1 |
| 162/7 | 34,4 | 58,8 | -1,4 | 0,043 | -0,021 | 0,099 |
| 163/7 | 28,1 | 58,2 | 1,1 | 0,039 | -0,024 | 0,098 |
| 165/7 | 25,4 | 52,5 | 0,7 | 0,04 | -0,025 | 0,098 |
| 167/7 | 22,7 | 46,8 | 0,3 | 0,042 | -0,026 | 0,098 |
| 171/7 | 17,2 | 35 | 0 | 0,048 | -0,025 | 0,101 |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|
| 173/7 | 14,6 | 29,4 | -0,3 | 0,046 | -0,028 | 0,096 |
| 175/7 | 12 | 23,9 | -0,7 | 0,042 | -0,027 | 0,095 |
| 177/7 | 9,4 | 18,3 | -1 | 0,04 | -0,02 | 0,1 |
| 178/7 | 12,4 | 12,5 | -3,2 | 0,043 | -0,015 | 0,104 |
| 179/7 | 6,5 | 12,2 | -0,7 | 0,043 | -0,013 | 0,106 |
| 180/7 | 9,6 | 6,6 | -2,9 | 0,042 | -0,016 | 0,098 |
| 181/7 | 3,6 | 6 | -0,4 | 0,041 | -0,019 | 0,101 |
| 208/7 | 6,8 | 6,2 | -1,8 | 0,045 | -0,021 | 0,101 |
| 241/7 | 6,8 | 0,8 | -3 | 0,038 | -0,026 | 0,094 |
| 242/7 | 5,3 | 3 | -1,8 | 0,042 | -0,024 | 0,096 |
| 250/7 | 19,4 | 27,2 | -3,2 | 0,045 | -0,025 | 0,096 |
| 254/7 | 11 | 9,5 | -3,1 | 0,043 | -0,015 | 0,102 |
| 262/7 | 41,7 | 87,2 | 1,9 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 263/7 | 46,7 | 84,8 | -0,5 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 265/7 | 44,5 | 93 | 2,2 | 0,039 | -0,022 | 0,101 |
| 266/7 | 49,5 | 90,6 | -0,3 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 268/7 | 43,1 | 90,1 | 2,1 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 271/7 | 45,8 | 95,9 | 2,3 | 0,039 | -0,022 | 0,101 |
| 274/7 | 47,2 | 98,8 | 2,4 | 0,039 | -0,021 | 0,101 |
| 275/7 | 52,2 | 96,5 | 0 | 0,039 | -0,022 | 0,101 |
| 277/7 | 48,6 | 101,8 | 2,5 | 0,037 | -0,021 | 0,102 |
| 280/7 | 50 | 104,7 | 2,6 | 0,038 | -0,025 | 0,094 |
| 281/7 | 55 | 102,3 | 0,2 | 0,036 | -0,022 | 0,105 |
| 290/7 | -0,1 | -1,3 | -0,4 | 0,037 | -0,02 | 0,079 |
| 292/7 | 4,9 | -0,9 | -2,7 | 0,037 | -0,019 | 0,08 |
| 293/7 | 1,7 | -0,7 | -1,1 | 0,037 | -0,02 | 0,079 |
| 294/7 | 2,1 | 3,3 | -0,3 | 0,037 | -0,02 | 0,079 |
| 297/7 | 10,7 | 21,1 | -0,9 | 0,04 | -0,024 | 0,095 |
| 300/7 | 30,8 | 63,9 | 1,2 | 0,043 | -0,02 | 0,1 |
| 301/7 | 20 | 41,1 | 0,1 | 0,045 | -0,023 | 0,102 |
| 302/7 | 16,7 | 21,6 | -3,4 | 0,043 | -0,022 | 0,1 |
| 303/7 | 13,8 | 15,5 | -3,3 | 0,042 | -0,017 | 0,105 |
| 304/7 | 8,3 | 3,8 | -2,9 | 0,041 | -0,02 | 0,094 |
| 308/7 | 53,2 | 104,6 | 1,4 | 0,039 | -0,019 | 0,101 |
| 309/7 | 53,6 | 99,4 | 0,1 | 0,038 | -0,023 | 0,1 |
| 311/7 | 47,7 | 92,9 | 0,9 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 312/7 | 48,1 | 87,7 | -0,4 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 313/7 | 44,9 | 87,1 | 0,7 | 0,039 | -0,023 | 0,101 |
| 317/7 | 50,4 | 98,8 | 1,2 | 0,038 | -0,022 | 0,101 |
| 318/7 | 50,9 | 93,6 | -0,1 | 0,039 | -0,022 | 0,101 |
| 323/7 | 31,3 | 58,2 | -0,3 | 0,043 | -0,025 | 0,099 |
| 324/7 | 31,6 | 53 | -1,8 | 0,043 | -0,026 | 0,099 |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|
| 325/7 | 28,6 | 52,5 | -0,7 | 0,043 | -0,027 | 0,098 |
| 326/7 | 28,9 | 47,3 | -2,2 | 0,043 | -0,027 | 0,098 |
| 328/7 | 23,3 | 41,1 | -1,3 | 0,045 | -0,025 | 0,1 |
| 329/7 | 23,6 | 35,7 | -2,8 | 0,046 | -0,025 | 0,101 |
| 330/7 | 20,5 | 35,3 | -1,5 | 0,047 | -0,025 | 0,1 |
| 331/7 | 20,8 | 29,9 | -3 | 0,047 | -0,026 | 0,1 |
| 332/7 | 17,8 | 29,5 | -1,7 | 0,047 | -0,026 | 0,1 |
| 334/7 | 26 | 46,8 | -1 | 0,043 | -0,026 | 0,098 |
| 335/7 | 26,3 | 41,6 | -2,5 | 0,044 | -0,026 | 0,099 |
| 338/7 | 42,2 | 81,3 | 0,4 | 0,04 | -0,023 | 0,1 |
| 341/7 | 39,5 | 75,5 | 0,1 | 0,04 | -0,024 | 0,1 |
| 344/7 | 36,6 | 69,7 | -0,1 | 0,042 | -0,021 | 0,1 |
| 347/7 | 33,9 | 64 | -0,1 | 0,043 | -0,02 | 0,099 |
| 349/7 | 31,2 | 58,3 | -0,1 | 0,043 | -0,021 | 0,099 |
| 350/7 | 17,8 | 29,6 | -1,7 | 0,045 | -0,027 | 0,097 |
| 351/7 | 18,1 | 24,4 | -3,3 | 0,044 | -0,025 | 0,096 |
| 353/7 | 15,2 | 24 | -2 | 0,043 | -0,024 | 0,098 |
| 354/7 | 15,6 | 18,7 | -3,4 | 0,042 | -0,021 | 0,098 |
| 356/7 | 12,4 | 18,2 | -2,2 | 0,041 | -0,019 | 0,102 |
| 357/7 | 13,1 | 12,8 | -3,3 | 0,043 | -0,017 | 0,105 |
| 359/7 | 9,6 | 12,2 | -2 | 0,044 | -0,016 | 0,105 |
| 360/7 | 10,2 | 6,7 | -3,1 | 0,044 | -0,014 | 0,106 |
| 361/7 | 6,6 | 6,2 | -1,6 | 0,043 | -0,017 | 0,102 |
| 366/7 | 17 | 28,3 | -1,8 | 0,046 | -0,027 | 0,096 |
| 368/7 | 30,4 | 57,1 | -0,1 | 0,04 | -0,024 | 0,099 |
| 369/7 | 2,3 | -1 | -1,5 | 0,037 | -0,021 | 0,079 |
| 370/7 | 33,3 | 62,8 | -0,1 | 0,043 | -0,02 | 0,099 |
| 371/7 | 19,6 | 33,9 | -1,5 | 0,048 | -0,025 | 0,096 |
| 372/7 | 33,2 | 62,8 | 0 | 0,043 | -0,02 | 0,099 |
| 373/7 | 41,4 | 80,2 | 0,5 | 0,04 | -0,023 | 0,1 |
| 374/7 | 35,9 | 68,6 | 0 | 0,042 | -0,021 | 0,1 |
| 376/7 | 56,4 | 105,2 | 0,3 | 0,031 | -0,012 | 0,062 |
| 377/7 | 55,5 | 105,6 | 1,3 | 0,041 | -0,016 | 0,1 |
| 378/7 | 51,4 | 107,6 | 2,7 | 0,049 | -0,02 | 0,131 |
| 379/7 | 55,9 | 106,6 | 1,3 | 0,041 | -0,017 | 0,1 |
| 381/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 382/7 | 54,7 | 103,9 | 1,4 | 0,041 | -0,017 | 0,1 |

| | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | | | | | |
| MAX | 56,4 | 107,6 | 2,7 | 0,05 | 0,004 | 0,131 |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|--------|--------|-----|
| Nudo | 376 | 378 | 378 | 54 | 44 | 378 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| MIN | -0,2 | -1,9 | -3,4 | -0,001 | -0,028 | 0 |
| Nudo | 60 | 102 | 142 | 78 | 173 | 3 |
| Caso | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Tabla A8-5. Desplazamientos nudos pilona 5

ANEXO 9: NOTAS DE CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

ZAPATA PILONA 1

1 Cimentación aislada: Cimentación2

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008

Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99

Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

$$A = 1,30 \text{ (m)} \quad a = 0,75 \text{ (m)}$$

$$B = 1,30 \text{ (m)} \quad b = 0,75 \text{ (m)}$$

$$h_1 = 0,30 \text{ (m)} \quad e_x = 0,00 \text{ (m)}$$

$$h_2 = 0,10 \text{ (m)} \quad e_y = 0,00 \text{ (m)}$$

$$h_4 = 0,05 \text{ (m)}$$

$$a' = 75,0 \text{ (cm)}$$

$$b' = 75,0 \text{ (cm)}$$

$$c_1 = 5,0 \text{ (cm)}$$

$$c_2 = 5,0 \text{ (cm)}$$

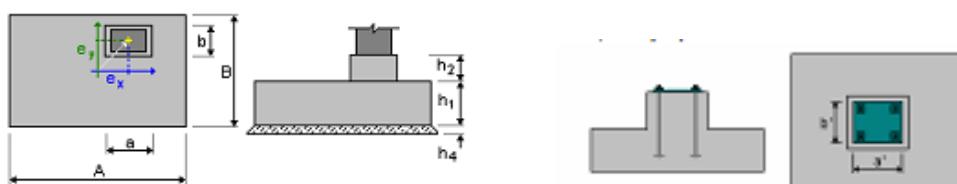


Figura A9-1. Dimensiones de la zapata

1.1.3 Materiales

Hormigón: : HA - 50; resistencia característica = 50,00 MPa

Densidad = 2501,36 (kG/m³)

: tipo B 500 S resistencia

Armaduras longitudinales : tipo B 500 S resistencia

característica = 500,00 MPa

Armaduras transversales : tipo B 500 S resistencia

característica = 500,00 MPa

Armadura adicional: : tipo B 500 S resistencia

característica = 500,00 MPa

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) |
|-------------|--------|-------------------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|
| (kN*m) | | | | | | | |
| ELU(sin) | | de cálculo(Peso propio) | | | | ---- | |
| 36,25 -3,85 | | | -4,32 | -6,58 | 6,01 | | |
| ELU(con) | | de cálculo(Peso propio) | | | | ---- | |
| 39,18 -5,32 | | | -6,04 | -8,94 | 3,07 | | |

Cargas sobre el talud:

| Caso | Natura | Q1 (kN/m ²) |
|------|--------|----------------------------|
|------|--------|----------------------------|

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58
My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32
- 2/ ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=39,18 Mx=-8,94
My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04
- 3/* ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58
My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32
- 4/* ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=39,18 Mx=-8,94
My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

$$\begin{aligned}
 \text{Enfoque de cálculo: } & 1 \cdot A1 + M1 + R1 \cdot \text{cu}' = 1,00 \cdot \text{cu}' = \\
 1,00 \cdot \text{cu} & = 1,00 \cdot \text{qu} = 1,00 \cdot \text{v} = 1,00 \cdot R,v = 1,00 \cdot R,h \\
 & = 1,00 \cdot A2 + M2 + R1 \cdot \text{cu}' = 1,25 \cdot \text{cu}' = 1,25 \cdot \text{cu} = \\
 1,40 \cdot \text{qu} & = 1,40 \cdot \text{v} = 1,00 \cdot R,v = 1,00 \cdot R,h = 1,00
 \end{aligned}$$

1.2.2 Suelo:

| | | |
|-------------------------------|--------|-------------|
| Nivel del suelo: | N1 | = 0,00 (m) |
| Nivel max. de la cimentación: | Na | = 0,00 (m) |
| Nivel del fondo del excavado: | Nf | = -0,50 (m) |
| Nivel de agua: | N máx. | = 0,80 (m) |
| | | N mín. |
| = -1,00 (m) | | |

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)

- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**

N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 15,26

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 51,51 (kN) Mx = -4,85 (kN*m) My = 4,47

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

eB = 0,09 (m) eL = 0,09 (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

B' = B - 2|eB| = 1,13 (m)

L' = L - 2|eL| = 1,30 (m)

Profundidad del asiento: Dmin = 0,40 (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

qu = 0.50 (MPa)

ple* = 0,56 (MPa)

De = Dmin - d = 0,40 (m)

kp = 0,87

q'0 = 0,01 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'0 = 0,49 (MPa)

Tensión en el suelo: qref = 0.06 (MPa)

Coeficiente de seguridad: qlim / qref = **8.808 > 1**

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**

N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Coeficientes de carga: | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| Superficie de contacto: | 1.35 * presión de Arquimedes |
| | $s = 0,16$ |
| | $s_{lim} = 0,17$ |

Deslizamiento

| | |
|--|--------------------------------------|
| Combinación dimensionante: | ELU : Combinacion ELU |
| N=39,18 Mx=-8,94 My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04 | |
| Coeficientes de carga: | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: | $Gr = 7,94$ |
| (kN) | |
| Carga de diseño: | |
| | $N_r = 47,12 \text{ (kN)}$ |
| | $M_x = -6,52 \text{ (kN*m)}$ |
| (kN*m) | $M_y = 0,94$ |
| Dimensiones equivalentes de la cimentación: | $A_- = 1,30 \text{ (m)}$ |
| $B_- = 1,30 \text{ (m)}$ | |
| Superficie de deslizamiento: | $1,69 \text{ (m}^2\text{)}$ |
| Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: | $\tan(\phi) = 0,30$ |
| Cohesión: | $cu = 0,06 \text{ (MPa)}$ |
| Presión del suelo considerada: | |
| $H_x = -5,32 \text{ (kN)}$ | $H_y = -6,04 \text{ (kN)}$ |
| $P_{px} = 1,68 \text{ (kN)}$ | $P_{py} = 1,68 \text{ (kN)}$ |
| $P_{ax} = -0,28 \text{ (kN)}$ | $P_{ay} = -0,28 \text{ (kN)}$ |
| Valor de la fuerza de deslizamiento | $H_d = 6,07 \text{ (kN)}$ |
| Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la | |
| cimentación: | |
| - en el nivel del asiento: | $R_d = 14,11 \text{ (kN)}$ |
| Estabilidad a deslizamiento: | $2,324 > 1$ |

Vuelco

| | |
|---|--------------------------------------|
| <u>Alrededor del eje OX</u> | |
| Combinación dimensionante: | ELU : Combinacion ELU |
| N=39,18 Mx=-8,94 My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04 | |
| Coeficientes de carga: | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: | $Gr = 7,94$ |
| (kN) | |
| Carga de diseño: | |
| | $N_r = 47,12 \text{ (kN)}$ |
| | $M_x = -6,52 \text{ (kN*m)}$ |
| (kN*m) | $M_y = 0,94$ |
| Momento estabilizador: | $M_{stab} = 33,04 \text{ (kN*m)}$ |
| Momento de vuelco: | $M_{renv} = 8,94 \text{ (kN*m)}$ |
| Estabilidad al vuelco: | $3,697 > 1$ |

| | |
|---|---|
| | <u>Alrededor del eje OY</u> |
| | Combinación dimensionante: ELU : Combinacion ELU |
| N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32 | |
| Coeficientes de carga: | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| (kN) | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 7,94 |
| | Carga de diseño: |
| (kN*m) | Nr = 44,19 (kN) Mx = -4,85 (kN*m) My = 4,47 |
| | Momento estabilizador: Mstab = 30,26 (kN*m) |
| | Moment de vuelco: Mrenv = 6,01 (kN*m) |
| | Estabilidad al vuelco: 5.036 > 1 |

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Cizalladura

| | |
|---|---|
| | Combinación dimensionante: ELU : Combinacion ELU N=39,18 |
| Mx=-8,94 My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04 | |
| Coeficientes de carga: | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| Carga de diseño: | |
| | Nr = 47,12 (kN) Mx = -6,52 (kN*m) My = 0,94 (kN*m) |
| Longitud del perímetro crítico: | 1,30 (m) |
| Esfuerzo cortante: | 1,82 (kN) |
| altura útil de la sección | heff = 0,24 (m) |
| Superficie de cizalladura: | A = 0,31 (m ²) |
| Cuantía de armadura: | $\xi = 0,13 \%$ |
| Tensión cortante: | 0,01 (MPa) |
| Tensión cortante admisible: | 0,81 (MPa) |
| Coeficiente de seguridad: | 138,3 > 1,5 |

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01

$$F_x = -3,85 \quad F_y = -4,32$$

$$M_y = 3,10 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{ELU : Combinacion con esquiadores ELU } N=39,18 \quad M_x = -8,94 \quad M_y = 3,07$$

$$F_x = -5,32 \quad F_y = -6,04$$

$$M_x = 3,71 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fuste:

$$\text{Armaduras longitudinales } A = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A \text{ min.} = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1*0,12 + 2*0,09$$

2 Cuantitativo:

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Volumen del hormigón | = 0,56 (m ³) |
| Superficie de encofrado | = 1,86 (m ²) |

Acero B 500 S

| | |
|----------------|-------------------------------|
| Peso total | = 67,87 (kG) |
| Densidad | = 120,49 (kG/m ³) |
| Diámetro medio | = 14,4 (mm) |

Lista según diámetros:

| Diámetro | Longitud (m) | Número: |
|----------|-----------------|---------|
| 12 | 1,84 | 7 |
| 12 | 1,89 | 4 |
| 16 | 1,45 | 16 |
| 16 | 2,75 | 3 |

ZAPATA PILONA 2

1 Cimentación aislada: Cimentación1 Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

| | |
|--|------------------|
| Norma para los cálculos geotécnicos | : EN 1997-1:2008 |
| Norma para los cálculos de hormigón armado | : EHE 99 |
| Forma de la cimentación | : cuadrada |

1.1.2 Geometría:

| | | | |
|----|-------------|----------------|------------|
| A | = 0,90 (m) | a | = 0,75 (m) |
| B | = 0,90 (m) | b | = 0,75 (m) |
| h1 | = 0,30 (m) | e _x | = 0,00 (m) |
| h2 | = 0,10 (m) | e _y | = 0,00 (m) |
| h4 | = 0,05 (m) | | |
| a' | = 75,0 (cm) | | |
| b' | = 75,0 (cm) | | |
| c1 | = 5,0 (cm) | | |
| c2 | = 5,0 (cm) | | |

1.1.3 Materiales

| | |
|---|--|
| Hormigón: = 50,00 MPa | : HA - 50; resistencia característica |
| Armaduras longitudinales característica = 500,00 MPa | Densidad = 2501,36 (kG/m3) : tipo B 500 S resistencia |
| Armaduras transversales característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |
| Armadura adicional: característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) |
|--|--------|-------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|
| combinacion cargas sin esquiadores ELU propio | --- | | 29,37 | 4,87 | -6,45 | -3,76 | -3,23 |
| combinacion de cargas con esquiadores ELU propio | --- | | 30,94 | 6,23 | -8,08 | -5,37 | 0,13 |
| Combinacion ELS | | | | | | | ---- |
| | 22,80 | 4,51 | | | | -5,86 | -3,86 -0,15 |

Cargas sobre el talud:

| Caso | Natura | Q1 (kN/m2) |
|------|--------|---------------|
| | | |

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=29,37 Mx=-3,76 My=-3,23 Fx=4,87 Fy=-6,45
- 2/ ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08
- 3/ ELS : Combinacion ELS N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86
- 4/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=29,37 Mx=-3,76 My=-3,23 Fx=4,87 Fy=-6,45
- 5/* ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08
- 6/* ELS : Combinacion ELS N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00
 Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)
 Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y
 Enfoque de cálculo: $1 \cdot A1 + M1 + R1 \cdot c' = 1,00 \cdot c' = 1,00 \cdot cu = 1,00 \cdot qu = 1,00 \cdot \gamma = 1,00 \cdot R_v = 1,00 \cdot R_h = 1,00 \cdot A2 + M2 + R1 \cdot c' = 1,25 \cdot c' = 1,25 \cdot cu = 1,40 \cdot qu = 1,40 \cdot \gamma = 1,00 \cdot R_v = 1,00 \cdot R_h = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: $N_1 = 0,00 \text{ (m)}$
 Nivel max. de la cimentación: $N_a = 0,00 \text{ (m)}$
 Nivel del fondo del excavado: $N_f = -0,50 \text{ (m)}$
 Nivel de agua: $N_{\text{máx.}} = 0,80 \text{ (m)} \quad N_{\text{mín.}} = -1,00 \text{ (m)}$

Clay

- Nivel del suelo: 0,00 (m)
- Peso volumétrico: 2243,38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753,23 (kG/m³)
- Ángulo de rozamiento interno: 25,0 (Deg)
- Cohesión: 0,06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
 Combinación dimensionante: **ELU : combinación de cargas con esquiadores** **ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08**

Coeficientes de carga: **1.35 * peso de la cimentación**
1.35 * peso del suelo
1.00 * presión de Arquimedes
 Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 7,44
 (kN)

Carga de diseño:
 $N_r = 38,39 \text{ (kN)} \quad M_x = -2,14 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 2,62$

(kN*m) Excentricidad de la carga:

$$e_B = 0,06 \text{ (m)} \quad e_L = 0,07 \text{ (m)}$$

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$$B' = B - 2|e_B| = 0,90 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 0,79 \text{ (m)}$$

Profundidad del asiento: $D_{\text{min}} = 0,40 \text{ (m)}$

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,56 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0,40 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0,90$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,51 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensión en el suelo: } q_{ref} = 0.09 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } q_{lim} / q_{ref} = 5.882 > 1$$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas con esquiadores** **ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: $s = 0,15$
 $s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas con esquiadores** **ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
(kN)

Carga de diseño:

$$Nr = 34,67 \text{ (kN)} \quad Mx = -2,14 \text{ (kN*m)} \quad My = 2,62$$

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_ = 0,90 \text{ (m)}$
 $B_ = 0,90 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $0,81 \text{ (m}^2)$

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0,06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$$H_x = 6,23 \text{ (kN)} \quad H_y = -8,08 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = -1,16 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 1,16 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 0,19 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = -0,19 \text{ (kN)}$$

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,84 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 10,38$ (kN)
Estabilidad a deslizamiento: $1.174 > 1$

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**

$N=22,80$ $M_x=-3,86$ $M_y=-0,15$ $F_x=4,51$ $F_y=-5,86$

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7,89$ (kN)

Tensión media debida a la carga de dimensionado: $q = 0,04$ (MPa)

Espesor del suelo con hundimiento activo: $z = 1,35$ (m)

Tensión en el nivel z :

- adicional: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)

- debida al peso del suelo: $\sigma_{zq} = 0,03$ (MPa)

Hundimientos:

- primario $s' = 0,0$ (cm)

- secundario $s'' = 0,0$ (cm)

- TOTAL $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$

(cm)

Coeficiente de seguridad: **227,3 > 1**

Diferencia de hundimientos

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**

$N=22,80$ $M_x=-3,86$ $M_y=-0,15$ $F_x=4,51$ $F_y=-5,86$

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Diferencia de hundimientos: $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Coeficiente de seguridad: **204 > 1**

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas con esquiadores** **ELU $N=30,94$ $M_x=-5,37$ $M_y=0,13$ $F_x=6,23$ $F_y=-8,08$**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$ (kN)

Carga de diseño:

$$(kN \cdot m) \quad N_r = 34,67 \text{ (kN)} \quad M_x = -2,14 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad M_y = 2,62$$

$$\text{Momento estabilizador:} \quad M_{stab} = 18,83 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{Moment de vuelco:} \quad M_{renv} = 5,37 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{Estabilidad al vuelco:} \quad 3,507 > 1$$

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores** **ELU N=29,37 Mx=-3,76 My=-3,23 Fx=4,87 Fy=-6,45**

$$\text{Coeficientes de carga:} \quad 1,00 * \text{peso de la cimentación}$$

$$1,00 * \text{peso del suelo}$$

$$1,35 * \text{presión de Arquimedes}$$

$$(kN) \quad \text{Peso de la cimentación y del suelo superpuesto:} \quad G_r = 3,73$$

Carga de diseño:

$$(kN \cdot m) \quad N_r = 33,10 \text{ (kN)} \quad M_x = -1,18 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad M_y = -1,28$$

$$\text{Momento estabilizador:} \quad M_{stab} = 16,84 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{Moment de vuelco:} \quad M_{renv} = 3,23 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{Estabilidad al vuelco:} \quad 5,214 > 1$$

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37
 $M_y=0,13 \text{ Fx}=6,23 \text{ Fy}=-8,08$

$$M_y = 0,93 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37
 $M_y=0,13 \text{ Fx}=6,23 \text{ Fy}=-8,08$
 $M_x = 0,87 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Armaduras superiores:

$$My = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A's_x = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$Mx = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A's_y = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Fuste:

$$\begin{aligned} \text{Armaduras longitudinales} \quad A &= 22,50 \text{ (cm}^2) \quad A \text{ m\'in.} = \\ 22,50 \text{ (cm}^2) \quad A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\ A_{sx} &= 4,22 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2) \end{aligned}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B 500 S 12 } l = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B 500 S 12 } l = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\begin{aligned} \text{Volumen del hormig\'on} &= 0,30 \text{ (m}^3) \\ \text{Superficie de encofrado} &= 1,38 \text{ (m}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Acero B 500 S} \\ \text{Peso total} &= 51,11 \text{ (kG)} \end{aligned}$$

Densidad = 170,81 (kG/m³)
 Diámetro medio = 14,0 (mm)
 Lista según diámetros:

| Diámetro | Longitud (m) | Número: |
|----------|-----------------|---------|
| 12 | 1,84 | 7 |
| 12 | 1,89 | 4 |
| 16 | 1,05 | 12 |
| 16 | 2,75 | 3 |

ZAPATA PILONA 3

1 Cimentación aislada: Cimentación383

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

| | | | |
|----|-------------|----------------|------------|
| A | = 0,90 (m) | a | = 0,75 (m) |
| B | = 0,90 (m) | b | = 0,75 (m) |
| h1 | = 0,30 (m) | e _x | = 0,00 (m) |
| h2 | = 0,10 (m) | e _y | = 0,00 (m) |
| h4 | = 0,05 (m) | | |
| a' | = 75,0 (cm) | | |
| b' | = 75,0 (cm) | | |
| c1 | = 5,0 (cm) | | |
| c2 | = 5,0 (cm) | | |

1.1.3 Materiales

Hormigón: : HA - 50; resistencia característica
 = 50,00 MPa Densidad = 2501,36 (kG/m³)
 Armaduras longitudinales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa
 Armaduras transversales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa

Armadura adicional: : tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) |
|---|--------|-------|-----------|------------|------------|-------------------------|--------------|
| combinacion cargas sin esquiadores ELU propio | ---- | | 28,98 | 7,18 | 2,44 | 2,22 | -4,65 |
| combinacion cargas con esquiadores ELU propio | ---- | | 30,36 | 9,18 | 3,12 | 3,25 | -3,71 |
| Combinacion ELS | | | | | | de cálculo(Peso propio) | ---- |
| | 22,39 | 6,65 | | 2,26 | 2,33 | -2,82 | |

Cargas sobre el talud:

| Caso | Natura | Q1 (kN/m ²) |
|------|--------|----------------------------|
| | | |

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98
Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44
- 2/ ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36
Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12
- 3/ ELS : Combinacion ELS N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65
Fy=2,26
- 4/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98
Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44
- 5/* ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36
Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12
- 6/* ELS : Combinacion ELS N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65
Fy=2,26

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

$$\begin{aligned}
 \text{Enfoque de cálculo: } & 1 \ A1 + M1 + R1 \ \varphi' = 1,00 \ \varphi' = \\
 & 1,00 \ \varphi_{cu} = 1,00 \ \varphi_{qu} = 1,00 \ \varphi_{\gamma} = 1,00 \ \varphi_{R,v} = 1,00 \ \varphi_{R,h} \\
 & = 1,00 \ A2 + M2 + R1 \ \varphi' = 1,25 \ \varphi' = 1,25 \ \varphi_{cu} = \\
 & 1,40 \ \varphi_{qu} = 1,40 \ \varphi_{\gamma} = 1,00 \ \varphi_{R,v} = 1,00 \ \varphi_{R,h} = 1,00
 \end{aligned}$$

1.2.2 Suelo:

| | | |
|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| Nivel del suelo: | N1 | = 0,00 (m) |
| Nivel max. de la cimentación: | Na | = 0,00 (m) |
| Nivel del fondo del excavado: | Nf | = -0,50 (m) |
| Nivel de agua: | N máx. | = 0,80 (m) N mín. = -1,00 (m) |

Clay

- Nivel del suelo: 0,00 (m)
- Peso volumétrico: 2243,38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753,23 (kG/m³)
- Ángulo de rozamiento interno: 25,0 (Deg)
- Cohesión: 0,06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
 Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores** **ELU N=28,98 Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44**
 Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación
1.35 * peso del suelo
1.00 * presión de Arquimedes
 Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 7,44
 (kN)

Carga de diseño:
 (kN) Nr = 36,42 (kN) Mx = 1,24 (kN*m) My = -1,78

(kN*m) Excentricidad de la carga:
 eB = -0,03 (m) eL = -0,05 (m)
 Dimensiones equivalentes de la cimentación:
 B' = B - 2|eB| = 0,90 (m)
 L' = L - 2|eL| = 0,83 (m)
 Profundidad del asiento: Dmin = 0,40 (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0,50 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le*} = 0,56 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0,40 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0,89$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,51 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: $q_{ref} = 0,07 \text{ (MPa)}$
 Coeficiente de seguridad: $q_{lim} / q_{ref} = 7,265 > 1$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores** **ELU N=28,98 Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes
 Superficie de contacto: $s = 0,10$
 $s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=30,36 Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
 (kN)

Carga de diseño:
 $N_r = 34,08 \text{ (kN)}$ $M_x = 2,00 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -0,04$
 (kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_+ = 0,90 \text{ (m)}$
 $B_+ = 0,90 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $0,81 \text{ (m}^2\text{)}$
 Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi) = 0,30$
 Cohesión: $c_u = 0,06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| $H_x = 9,18 \text{ (kN)}$ | $H_y = 3,12 \text{ (kN)}$ |
| $P_{px} = -1,16 \text{ (kN)}$ | $P_{py} = -1,16 \text{ (kN)}$ |
| $P_{ax} = 0,19 \text{ (kN)}$ | $P_{ay} = 0,19 \text{ (kN)}$ |

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,48 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 10,20 \text{ (kN)}$
 Estabilidad a deslizamiento: $1,203 > 1$

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**
ELS N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65 Fy=2,26

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| | | 1.00 * peso del suelo |
| | | 1.00 * presión de Arquimedes |
| | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: (kN) | Gr = 7,89 |
| | Tensión media debida a la carga de dimensionado: (MPa) | q = 0,04 |
| | Espesor del suelo con hundimiento activo: (cm) | z = 1,35 (m) |
| | Tensión en el nivel z: | |
| | - adicional: | $\sigma_{zd} = 0,01 \text{ (MPa)}$ |
| | - debida al peso del suelo: | $\sigma_{zg} = 0,03 \text{ (MPa)}$ |
| | Hundimientos: | |
| | - primario | $s' = 0,0 \text{ (cm)}$ |
| | - secundario | $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$ |
| | - TOTAL | $S = 0,0 \text{ (cm)} < Sadm = 5,0$ |
| | Coeficiente de seguridad: | 231,4 > 1 |

Diferencia de hundimientos

| | |
|---|---|
| | Combinación dimensionante: ELS : Combinacion ELS |
| N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65 Fy=2,26 | |
| | Coeficientes de carga: |
| | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.00 * presión de Arquimedes |
| | Diferencia de hundimientos: (cm) |
| | $S = 0,0 \text{ (cm)} < Sadm = 5,0$ |
| | Coeficiente de seguridad: |
| | 1317 > 1 |

Vuelco

| | |
|---|--|
| | <u>Alrededor del eje OX</u> |
| | Combinación dimensionante: ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU |
| N=30,36 Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12 | |
| | Coeficientes de carga: |
| | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: (kN) |
| | Gr = 3,73 |
| | Carga de diseño: |
| | $Nr = 34,08 \text{ (kN)}$ $Mx = 2,00 \text{ (kN*m)}$ $My = -0,04 \text{ (kN*m)}$ |
| | Momento estabilizador: (kN*m) |
| | $M_{stab} = 16,59 \text{ (kN*m)}$ |
| | Moment de vuelco: (kN*m) |
| | $M_{renv} = 3,25 \text{ (kN*m)}$ |
| | Estabilidad al vuelco: |
| | 5,104 > 1 |

| | |
|---|--|
| | <u>Alrededor del eje OY</u> |
| | Combinación dimensionante: ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU |
| N=28,98 Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44 | |
| | Coeficientes de carga: |
| | 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |

| | |
|--------|---|
| (kN) | 1.35 * presión de Arquimedes Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 3,73 |
| (kN*m) | Carga de diseño: $N_r = 32,71 \text{ (kN)}$ $M_x = 1,24 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -1,78 \text{ (kN*m)}$ Momento estabilizador: $M_{stab} = 17,59 \text{ (kN*m)}$ Momento de vuelco: $M_{renv} = 4,65 \text{ (kN*m)}$ Estabilidad al vuelco: 3.782 > 1 |

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98 Mx=2,22
 $My=-4,65$ $Fx=7,18$ $Fy=2,44$
 $My = 0,80$ (kN*m) $A_{sx} = 3,00$ (cm²/m)

ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36 Mx=3,25
 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12
 $M_x = 0,85 \text{ (kN*m)}$ $A_{sv} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

As min = 3,00 (cm²/m)

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sv} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Fustei

$$\begin{aligned}
 \text{Armaduras longitudinales} & \quad A = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A \text{ m\'in.} = \\
 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} & \\
 A & = 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\
 A_{sx} & = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentaci\'on aislada:

Armaduras inferiores:

Direcci\'on X:

$$3 \text{ B 500 S 16 1} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Direcci\'on Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 1} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Superiores:

Direcci\'on X:

$$3 \text{ B 500 S 16 1} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Direcci\'on Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 1} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Direcci\'on X:

$$7 \text{ B 500 S 12 1} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Direcci\'on Y:

$$4 \text{ B 500 S 12 1} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B 500 S 16 1} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\begin{aligned}
 \text{Volumen del hormig\'on} & = 0,30 \text{ (m}^3\text{)} \\
 \text{Superficie de encofrado} & = 1,38 \text{ (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Acero B 500 S

$$\begin{aligned}
 \text{Peso total} & = 51,11 \text{ (kG)} \\
 \text{Densidad} & = 170,81 \text{ (kG/m}^3\text{)} \\
 \text{Di\'ametro medio} & = 14,0 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

Lista seg\'un di\'ametros:

| Di\'ametro | Longitud (m) | N\'umero: |
|------------|-----------------|-----------|
| 12 | 1,84 | 7 |
| 12 | 1,89 | 4 |
| 16 | 1,05 | 12 |
| 16 | 2,75 | 3 |

ZAPATA PILONA 4

1 Cimentación aislada: Cimentación333

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

| | | | |
|------|-------------|-------|------------|
| A | = 2,50 (m) | a | = 0,75 (m) |
| B | = 2,50 (m) | b | = 0,75 (m) |
| h1 | = 0,30 (m) | e_x | = 0,00 (m) |
| h2 | = 0,10 (m) | e_y | = 0,00 (m) |
| h4 | = 0,05 (m) | | |
| a' | = 75,0 (cm) | | |
| b' | = 75,0 (cm) | | |
| c1 | = 5,0 (cm) | | |
| c2 | = 5,0 (cm) | | |

1.1.3 Materiales

Hormigón: : HA - 50; resistencia característica
= 50,00 MPa

Armaduras longitudinales : Densidad = 2501,36 (kG/m³)
característica = 500,00 MPa : tipo B 500 S resistencia

Armaduras transversales : tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa

Armadura adicional: : tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) |
|----------|--|-----------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|
| proprio) | combinacion cargas sin esquiadores ELU | de cálculo(Peso | 49,06 | -0,64 | 25,31 | 2,03 | 0,15 |
| proprio) | Combinacion cargas con esquiadores ELU | de cálculo(Peso | 50,74 | -0,66 | 26,22 | 2,04 | 0,23 |

| Cargas sobre el talud: | | |
|------------------------|--------|----------------------------|
| Caso | Natura | Q1 (kN/m ²) |

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=49,06
 $M_x=2,03 \text{ My}=0,15 \text{ Fx}=-0,64 \text{ Fy}=25,31$
- 2/ ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74
 $M_x=2,04 \text{ My}=0,23 \text{ Fx}=-0,66 \text{ Fy}=26,22$
- 3/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=49,06
 $M_x=2,03 \text{ My}=0,15 \text{ Fx}=-0,64 \text{ Fy}=25,31$
- 4/* ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74
 $M_x=2,04 \text{ My}=0,23 \text{ Fx}=-0,66 \text{ Fy}=26,22$

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: $1 \cdot A_1 + M_1 + R_1 \cdot \gamma' = 1,00 \cdot \gamma' = 1,00 \cdot \gamma_u = 1,00 \cdot \gamma_{qu} = 1,00 \cdot \gamma_{R,v} = 1,00 \cdot \gamma_{R,h} = 1,00 \cdot A_2 + M_2 + R_1 \cdot \gamma' = 1,25 \cdot \gamma' = 1,25 \cdot \gamma_u = 1,40 \cdot \gamma_{qu} = 1,40 \cdot \gamma_{R,v} = 1,00 \cdot \gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: N₁ = 0,00 (m)

Nivel max. de la cimentación: N_a = 0,00 (m)

Nivel del fondo del excavado: N_f = -0,50 (m)

Nivel de agua: N_{máx.} = 0,80 (m) N_{mín.} = -1,00 (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Ángulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 55,77

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 106,51 (kN) Mx = -8,45 (kN*m) My = -0,04

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

eB = -0,00 (m) eL = 0,08 (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

B' = B - 2|eB| = 2,50 (m)

L' = L - 2|eL| = 2,50 (m)

Profundidad del asiento: Dmin = 0,40 (m)

Límite de tensiones

$$qu = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$ple^* = 0,56 \text{ (MPa)}$$

$$De = Dmin - d = 0,40 \text{ (m)}$$

$$kp = 0,83$$

$$q'0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$qu = kp * (ple^*) + q'0 = 0,47 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: qref = 0.02 (MPa)

Coeficiente de seguridad: qlim / qref = **23,3 > 1**

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: s = 0,04

slim = 0,17

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 29,77$

(kN)

Carga de diseño:

$Nr = 80,51 \text{ (kN)}$ $Mx = -8,45 \text{ (kN*m)}$ $My = -0,04$

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_ = 2,50 \text{ (m)}$

$B_ = 2,50 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $6,25 \text{ (m2)}$

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi) = 0,30$

Cohesión: $cu = 0.06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$Hx = -0,66 \text{ (kN)}$ $Hy = 26,22 \text{ (kN)}$

$Ppx = 3,24 \text{ (kN)}$ $Ppy = -3,24 \text{ (kN)}$

$Pax = -0,53 \text{ (kN)}$ $Pay = 0,53 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de deslizamiento $Hd = 23,52 \text{ (kN)}$

cimentación:

- en el nivel del asiento: $Rd = 24,10 \text{ (kN)}$

Estabilidad a deslizamiento: **1.025 > 1**

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 29,77$

(kN)

Carga de diseño:

$Nr = 80,51 \text{ (kN)}$ $Mx = -8,45 \text{ (kN*m)}$ $My = -0,04$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 102,68 \text{ (kN*m)}$

Momento de vuelco: $M_{renv} = 10,49 \text{ (kN*m)}$

Estabilidad al vuelco: **9.789 > 1**

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 29,77$

(kN)

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------|
| Carga de diseño: (kN*m) | Nr = 80,51 (kN) | Mx = -8,45 (kN*m) | My = -0,04 |
| Momento estabilizador: | | Mstab = 100,87 (kN*m) | |
| Moment de vuelco: | | Mrenv = 0,26 (kN*m) | |
| Estabilidad al vuelco: | | 381,9 > 1 | |

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Punzonamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga:
1.00 * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Carga de diseño: | Nr = 80,51 (kN) | Mx = -8,45 (kN*m) | My = -0,04 (kN*m) |
| Longitud del perímetro crítico: | | 6,02 (m) | |
| Fuerza de punzonamiento: | | 28,67 (kN) | |
| altura útil de la sección | | heff = 0,24 (m) | |
| Cuantía de armadura: | | $\xi = 0,13 \%$ | |
| Tensión cortante: | | 0,02 (MPa) | |
| Tensión cortante admisible: | | 0,42 (MPa) | |
| Coeficiente de seguridad: | | 18,51 > 1,5 | |

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04
 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22
 $My = 10,05 \text{ (kN*m)}$ $A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04
 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22
 $Mx = 12,95 \text{ (kN*m)}$ $A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Fuste:

$$\begin{aligned} \text{Armaduras longitudinales} \quad A &= 22,50 \text{ (cm}^2) \quad A \text{ min.} = \\ 22,50 \text{ (cm}^2) \quad A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\ A_{sx} &= 4,22 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2) \end{aligned}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$8 \text{ B 500 S 16 l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1*-1,04 + 7*0,30$$

Dirección Y:

$$8 \text{ B 500 S 16 l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1*-1,04 + 7*0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$8 \text{ B 500 S 16 l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1*-1,04 + 7*0,30$$

Dirección Y:

$$8 \text{ B 500 S 16 l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1*-1,04 + 7*0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B 500 S 12 l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,26 + 6*0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B 500 S 12 l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,26 + 3*0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B 500 S 16 l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1*0,12 + 2*0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\begin{aligned} \text{Volumen del hormigón} &= 1,93 \text{ (m}^3) \\ \text{Superficie de encofrado} &= 3,30 \text{ (m}^2) \end{aligned}$$

Acero B 500 S

Peso total = 165,19 (kG)
 Densidad = 85,53 (kG/m³)
 Diámetro medio = 15,3 (mm)
 Lista según diámetros:

| Diámetro | Longitud (m) | Número: |
|----------|--------------|---------|
| 12 | 1,84 | 7 |
| 12 | 1,89 | 4 |
| 16 | 2,65 | 32 |
| 16 | 2,75 | 3 |

ZAPATA PILONA 5

1 Cimentación aislada: Cimentación383 Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

| | | | |
|----|-------------|----------------|------------|
| A | = 1,10 (m) | a | = 0,75 (m) |
| B | = 1,10 (m) | b | = 0,75 (m) |
| h1 | = 0,30 (m) | e _x | = 0,00 (m) |
| h2 | = 0,10 (m) | e _y | = 0,00 (m) |
| h4 | = 0,05 (m) | | |
| a' | = 75,0 (cm) | | |
| b' | = 75,0 (cm) | | |
| c1 | = 5,0 (cm) | | |
| c2 | = 5,0 (cm) | | |

1.1.3 Materiales

| | |
|---|---|
| Hormigón: = 50,00 MPa | : HA - 50; resistencia característica |
| Armaduras longitudinales característica = 500,00 MPa | Densidad = 2501,36 (kG/m ³) : tipo B 500 S resistencia |
| Armaduras transversales característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |
| Armadura adicional: característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |

1.1.4 Cargas:

| Cargas sobre la cimentación: | | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) |
| | (kN*m) | | | | | |
| Combinacion cargas sin esquiadores propio) | ---- | | 25,47 | -7,32 | 3,56 | 1,58 |
| combinacion cargas con esquiadores ELU propio) | ---- | | 27,10 | -9,28 | 4,40 | 4,83 |
| ELS para desplazamientos | de cálculo(Peso propio) | | 19,96 | -6,73 | 3,19 | 3,34 |
| | | | | | | 0,79 |
| Cargas sobre el talud: | | | | | | |
| Caso | Natura | Q1 | | | | |
| | | (kN/m ²) | | | | |

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : Combinacion cargas sin esquiadores N=25,47 Mx=1,58
My=3,29 Fx=-7,32 Fy=3,56
- 2/ ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10
Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40
- 3/ ELS : ELS para desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79
Fx=-6,73 Fy=3,19
- 4/* ELU : Combinacion cargas sin esquiadores N=25,47 Mx=1,58
My=3,29 Fx=-7,32 Fy=3,56
- 5/* ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10
Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40
- 6/* ELS : ELS para desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79
Fx=-6,73 Fy=3,19

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00
 Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)
 Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y
 Enfoque de cálculo: $1 A_1 + M_1 + R_1 \cdot c' = 1,00 \cdot c' = 1,00 \cdot c_u = 1,00$
 $1,00 \cdot c_u = 1,00 \cdot c_u = 1,00 \cdot c_u = 1,00 \cdot R_v = 1,00 \cdot R_h$
 $= 1,00 A_2 + M_2 + R_1 \cdot c' = 1,25 \cdot c' = 1,25 \cdot c_u = 1,25 \cdot c_u = 1,40$
 $1,40 \cdot c_u = 1,40 \cdot c_u = 1,00 \cdot R_v = 1,00 \cdot R_h = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: N₁ = 0,00 (m)

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Nivel max. de la cimentación: | $N_a = 0,00$ (m) |
| Nivel del fondo del excavado: | $N_f = -0,50$ (m) |
| Nivel de agua: | $N_{\text{máx.}} = 0,80$ (m) |
| $= -1,00$ (m) | $N_{\text{mín.}}$ |

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Ángulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40**

Coeficientes de carga: 1.35 * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 11,00

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 38,10$ (kN) $M_x = 3,07$ (kN*m) $M_y = -2,90$

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

$e_B = -0,08$ (m) $e_L = -0,08$ (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$B' = B - 2|e_B| = 0,95$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 1,10$ (m)

Profundidad del asiento: $D_{\text{min}} = 0,40$ (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,56 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{\text{min}} - d = 0,40 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0,88$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,50 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: $q_{ref} = 0.06 \text{ (MPa)}$
 Coeficiente de seguridad: $q_{lim} / q_{ref} = 8.562 > 1$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: $s = 0,17$
 $s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 5,64$
 (kN)

Carga de diseño:

$N_r = 32,74 \text{ (kN)}$ $M_x = 3,07 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -2,90$

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_ = 1,10 \text{ (m)}$
 $B_ = 1,10 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $1,21 \text{ (m}^2\text{)}$

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0.06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$H_x = -9,28 \text{ (kN)}$ $H_y = 4,40 \text{ (kN)}$

$P_{px} = 1,42 \text{ (kN)}$ $P_{py} = -1,42 \text{ (kN)}$

$P_{ax} = -0,23 \text{ (kN)}$ $P_{ay} = 0,23 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,70 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 9,80 \text{ (kN)}$

Estabilidad a deslizamiento: **1.127 > 1**

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELS : ELS para desplazamientos** **ELS N=19,96 Mx=3,34 My=0,79 Fx=-6,73 Fy=3,19**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.00 * presión de Arquimedes

| | |
|-------|--|
| (kN) | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 11,71 |
| (MPa) | Tensión media debida a la carga de dimensionado: q = 0,03 |
| | Espesor del suelo con hundimiento activo: z = 1,10 (m) |
| | Tensión en el nivel z: |
| | - adicional: $\sigma_{zd} = 0,01 \text{ (MPa)}$ |
| | - debida al peso del suelo: $\sigma_{zg} = 0,03 \text{ (MPa)}$ |
| | Hundimientos: |
| | - primario $s' = 0,0 \text{ (cm)}$ |
| | - secundario $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$ |
| | - TOTAL $S = 0,0 \text{ (cm)} < Sadm = 5,0$ |
| (cm) | Coeficiente de seguridad: 368.9 > 1 |

Diferencia de hundimientos

| | |
|------|---|
| | Combinación dimensionante: ELS : ELS para desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79 Fx=-6,73 Fy=3,19 |
| | Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.00 * presión de Arquimedes |
| | Diferencia de hundimientos: $S = 0,0 \text{ (cm)} < Sadm = 5,0$ |
| (cm) | Coeficiente de seguridad: 384.3 > 1 |

Vuelco

| | |
|--------|---|
| | <u>Alrededor del eje OX</u> |
| | Combinación dimensionante: ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40 |
| | Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 5,64 |
| (kN) | Carga de diseño: |
| (kN*m) | Nr = 32,74 (kN) Mx = 3,07 (kN*m) My = -2,90 |
| | Momento estabilizador: Mstab = 19,77 (kN*m) |
| | Moment de vuelco: Mrenv = 4,83 (kN*m) |
| | Estabilidad al vuelco: 4.095 > 1 |

| | |
|--|---|
| | <u>Alrededor del eje OY</u> |
| | Combinación dimensionante: ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40 |
| | Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación |
| | 1.00 * peso del suelo |
| | 1.35 * presión de Arquimedes |
| | Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 5,64 |

(kN)

Carga de diseño:

$$Nr = 32,74 \text{ (kN)} \quad Mx = 3,07 \text{ (kN*m)} \quad My = -2,90$$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 18,82 \text{ (kN*m)}$

Momento de vuelco: $M_{renv} = 3,71 \text{ (kN*m)}$

Estabilidad al vuelco: $5,073 > 1$

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinación cargas con esquiadores ELU $N=27,10 \text{ Mx}=4,83$
 $My=0,82 \text{ Fx}=-9,28 \text{ Fy}=4,40$
 $My = 1,55 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

ELU : combinación cargas con esquiadores ELU $N=27,10 \text{ Mx}=4,83$
 $My=0,82 \text{ Fx}=-9,28 \text{ Fy}=4,40$
 $Mx = 1,58 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Armaduras superiores:

$$My = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$Mx = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$$

Fuste:

Armaduras longitudinales $A = 22,50 \text{ (cm}^2)$ $A \text{ min.} = 22,50 \text{ (cm}^2)$

$$\begin{aligned}
 A &= 2 * (Asx + Asy) \\
 Asx &= 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad Asy = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,29 + 2*0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,29 + 2*0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,29 + 2*0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,29 + 2*0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B 500 S 12 } l = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,26 + 6*0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B 500 S 12 } l = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,26 + 3*0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B 500 S 16 } l = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1*0,12 + 2*0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\text{Volumen del hormigón} = 0,42 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Superficie de encofrado} = 1,62 \text{ (m}^2\text{)}$$

Acero B 500 S

$$\text{Peso total} = 54,90 \text{ (kG)}$$

$$\text{Densidad} = 130,96 \text{ (kG/m}^3\text{)}$$

$$\text{Diámetro medio} = 14,1 \text{ (mm)}$$

Lista según diámetros:

| Diámetro | Longitud (m) | Número: |
|----------|-----------------|---------|
| 12 | 1,84 | 7 |
| 12 | 1,89 | 4 |
| 16 | 1,25 | 12 |
| 16 | 2,75 | 3 |

1 Cimentación aislada: Cimentación25

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

| | | | |
|------|-------------|-------|------------|
| A | = 2,50 (m) | a | = 0,75 (m) |
| B | = 2,50 (m) | b | = 0,75 (m) |
| h1 | = 1,00 (m) | e_x | = 0,00 (m) |
| h2 | = 0,20 (m) | e_y | = 0,00 (m) |
| h4 | = 0,05 (m) | | |
| a' | = 75,0 (cm) | | |
| b' | = 75,0 (cm) | | |
| c1 | = 5,0 (cm) | | |
| c2 | = 5,0 (cm) | | |

1.1.3 Materiales

| | |
|---|---|
| Hormigón: = 50,00 MPa | : HA - 50; resistencia característica |
| Armaduras longitudinales característica = 500,00 MPa | Densidad = 2501,36 (kG/m ³) : tipo B 500 S resistencia |
| Armaduras transversales característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |
| Armadura adicional: característica = 500,00 MPa | : tipo B 500 S resistencia |

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

| Caso | Natura | Grupo | N (kN) | Fx (kN) | Fy (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) |
|-----------------------------|-----------------------------|-------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|
| | (kN*m) | | | | | | |
| Combinacion sin esquiadores | ELU de cálculo(Peso propio) | | | | | | ---- |
| -11,08 | 40,74 | | 12,79 | -0,00 | -0,00 | | |
| Combinacion con esquiadores | ELU de cálculo(Peso propio) | | | | | | ---- |
| -12,09 | 44,32 | | 13,92 | -0,00 | -0,00 | | |

Cargas sobre el talud:

| Caso | Natura | Q1 (kN/m ²) |
|------|--------|----------------------------|
| | | |

1.1.5 Lista de combinaciones

| | |
|-----------------|---|
| 1/ Fy=12,79 | ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=-11,08 Fx=40,74 |
| 2/ Fy=13,92 | ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 |
| 3/* Fy=12,79 | ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=-11,08 Fx=40,74 |
| 4/* Fy=13,92 | ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 |

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X
y Y

$$\begin{aligned} \text{Enfoque de cálculo: } & 1 \ A1 + M1 + R1 \ \gamma\varphi' = 1,00 \ \gamma c' = 1,00 \ \gamma cu \\ & = 1,00 \ \gamma qu = 1,00 \ \gamma\gamma = 1,00 \ \gamma R,v = 1,00 \ \gamma R,h = \\ & 1,00 \ A2 + M2 + R1 \ \gamma\varphi' = 1,25 \ \gamma c' = 1,25 \ \gamma cu = 1,40 \ \gamma qu \\ & = 1,40 \ \gamma\gamma = 1,00 \ \gamma R,v = 1,00 \ \gamma R,h = 1,00 \end{aligned}$$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: N1 = 0,00 (m)

Nivel max. de la cimentación: Na = 0,00 (m)

Nivel del fondo del excavado: Nf = -0,50 (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Ángulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coeficientes de carga: 1.35 * peso de la cimentación

(kN)

1.35 * peso del suelo

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 244,48

(kN*m)

Carga de diseño:

$$Nr = 232,39 \text{ (kN)} \quad Mx = -16,70 \text{ (kN*m)} \quad My = 53,18$$

Excentricidad de la carga:

$$eB = 0,07 \text{ (m)} \quad eL = 0,23 \text{ (m)}$$

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$$B' = B - 2|eB| = 2,50 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|eL| = 2,36 \text{ (m)}$$

Profundidad del asiento: Dmin = 1,20 (m)

límite de tensiones

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico -

$$qu = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$ple^* = 0,46 \text{ (MPa)}$$

$$De = Dmin - d = 1,20 \text{ (m)}$$

$$kp = 0,90$$

$$q'0 = 0,03 \text{ (MPa)}$$

$$qu = kp * (ple^*) + q'0 = 0,44 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: qref = 0.06 (MPa)

Coeficiente de seguridad: qlim / qref = 6.811 > 1

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**

1.00 * peso del suelo

Superficie de contacto: $s = 0,17$

$s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 181,10

(kN)

Carga de diseño:

$$Nr = 169,01 \text{ (kN)} \quad Mx = -16,70 \text{ (kN*m)} \quad My = 53,18$$

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_-= 2,50$ (m)

$B_- = 2,50$ (m)

Superficie de deslizamiento: $6,25$ (m²)

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\delta d) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0,06$ (MPa)

Presión del suelo considerada:

$H_x = 44,32$ (kN) $H_y = 13,92$ (kN)

$P_{px} = -47,43$ (kN) $P_{py} = -47,43$ (kN)

$P_{ax} = 7,81$ (kN) $P_{ay} = 7,81$ (kN)

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 0,00$ (kN)

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 50,60$ (kN)

Estabilidad a deslizamiento: ∞

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 181,10$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 169,01$ (kN) $M_x = -16,70$ (kN*m) $M_y = 53,18$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 226,37$ (kN*m)

Moment de vuelco: $M_{renv} = 31,81$ (kN*m)

Estabilidad al vuelco: $7,116 > 1$

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 181,10$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 169,01$ (kN) $M_x = -16,70$ (kN*m) $M_y = 53,18$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 226,37$ (kN*m)

Moment de vuelco: $M_{renv} = 68,30$ (kN*m)

Estabilidad al vuelco: $3,315 > 1$

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
 $My = 16,17 \text{ (kN*m)}$ $As_x = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
 $Mx = 3,59 \text{ (kN*m)}$ $As_y = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$
 $As_{\min} = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

Armaduras superiores:

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
 $My = -20,50 \text{ (kN*m)}$ $A's_x = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
 $Mx = -7,92 \text{ (kN*m)}$ $A's_y = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$
 $As_{\min} = 10,00 \text{ (cm}^2/\text{m)}$

Fuste:

Armaduras longitudinales $A = 86,25 \text{ (cm}^2)$ A mÍn. =
86,25 (cm²)
 $A = 2 * (As_x + As_y)$
 $As_x = 26,42 \text{ (cm}^2)$ $As_y = 16,70 \text{ (cm}^2)$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1*1,13 + 12*0,19$
 Dirección Y:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1*1,13 + 12*0,19$
Superiores:
 Dirección X:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1*1,13 + 12*0,19$
 Dirección Y:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1*1,13 + 12*0,19$

2.3.2 Fuste Armaduras longitudinales

2 Cuantitativo:

Volumen del hormigón $= 6,36 \text{ (m}^3\text{)}$
 Superficie de encofrado $= 10,60 \text{ (m}^2\text{)}$

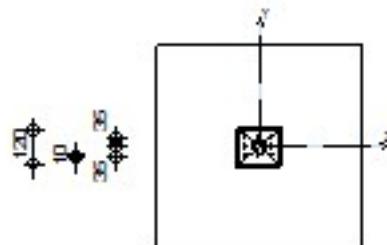
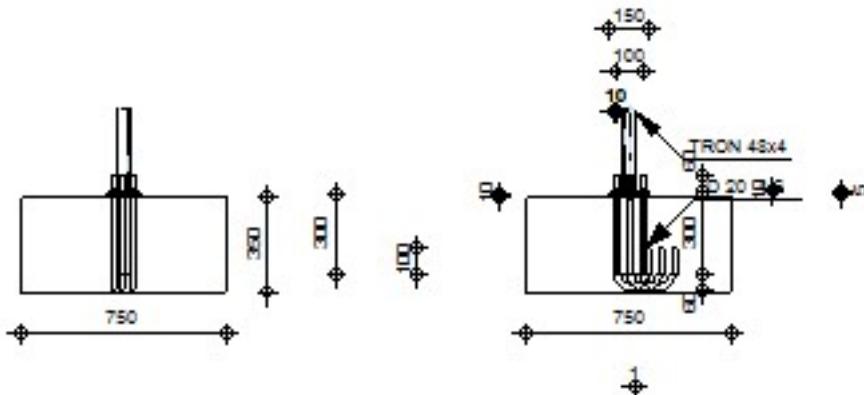
Acero B 500 S

Peso total $= 217,77 \text{ (kG)}$
 Densidad $= 34,23 \text{ (kG/m}^3\text{)}$
 Diámetro medio $= 16,0 \text{ (mm)}$
 Lista según diámetros:

| Diámetro | Longitud (m) | Número: |
|----------|-----------------|---------|
| 16 | 2,65 | 52 |

ANEXO 10: Notas de cálculo de los anclajes

| | | |
|---|--|--|
|  | Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 Cálculo de la base de columna empotrada Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete |  Relación 0,37 |
|---|--|--|



General

Unión N.º: 1
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 30
Barras de la estructura: 485

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 485
 $L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $\alpha = 61,0$ [Deg] Ángulo de inclinación
 $h_c = 48$ [mm] Altura de la sección del pilar
 $b_{fc} = 48$ [mm] Anchura de la sección del pilar
 $t_{wc} = 4$ [mm] Espesor del alma de la sección del pilar
 $t_{fc} = 4$ [mm] Espesor del ala del de la sección del pilar
 $r_c = 0$ [mm] Radio del arredondeado de la sección del pilar
 $A_c = 5,57$ [cm²] Área de la sección del pilar
 $I_{yc} = 13,77$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar
Material: ACERO
 $f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

$f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud

$b_{pd} = 120$ [mm] Anchura

$t_{pd} = 5$ [mm] Espesor

Material: S 355

$f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia

$f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase =

4.6 Clase de anclajes

$f_{yb} =$

240,0 [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo

0 a]

$f_{ub} =$

400,0 [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción

0 a]

$d =$

20 [mm] Diámetro del tornillo

]

$A_s =$

2,45 [cm²] Área de la sección eficaz del tornillo

]

$A_v =$

3,14 [cm²] Área de la sección del tornillo

]

$n_H =$

3 Número de columnas de tornillos

$n_V =$

3 Número de líneas de tornillos

Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm]

Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm]

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]

$L_2 = 300$ [mm]

$L_3 = 120$ [mm]

$L_4 = 100$ [mm]

Plaquette

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud

$b_{wd} = 10$ [mm] Anchura

$t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100

$l_w = 300$ [mm] Longitud

Material: S 355

$f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_c = 1,50$ Coeficiente de seguridad parcial

Cimentación

| | | |
|-----|----------|----------------------------|
| L = | 750 [mm] | Longitud de la cimentación |
| B = | 750 [mm] | Anchura de la cimentación |
| H = | 350 [mm] | Altura de la cimentación |

Hormigón

| | |
|------------|-------------|
| Clase | HA - 50 |
| f_{ck} = | 50,00 [MPa] |

Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

| | | |
|--------------|-------------|--|
| t_g = | 10 [mm] | Espesor da la capa de arena |
| $f_{ck,g}$ = | 12,00 [MPa] | Resistencia característica a la compresión |
| $C_{f,d}$ = | 0,30 | Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón |

Soldaduras

| | | |
|---------|--------|-------------------------------------|
| a_p = | 3 [mm] | Pletina principal del pié del pilar |
| a_w = | 5 [mm] | Chaveta |

Cargas

Caso: 7: Combinación con esquiadores ELU $(1+2+3+4)*1.35+5*1.50$

| | | |
|----------------|--------------|-------------------|
| $N_{j,Ed}$ = | -21,98 [kN] | Esfuerzo axial |
| $V_{j,Ed,y}$ = | 0,26 [kN] | Esfuerzo cortante |
| $V_{j,Ed,z}$ = | 0,13 [kN] | Esfuerzo cortante |
| $M_{j,Ed,y}$ = | -0,02 [kN*m] | Momento flector |
| $M_{j,Ed,z}$ = | -0,01 [kN*m] | Momento flector |

Resultados

Zona comprimida

COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

| | | | |
|--|--------------------------|--|-----------------------|
| f_{cd} = | 33,3 [MPa] | Resistencia de cálculo a la compresión | EN 1992-1:[3.1.6.(1)] |
| f_j = | 66,6 [MPa] | Resistencia de cálculo a la presión debajo de la pletina de base | [6.2.5.(7)] |
| $c = t_p$ | | | |
| $c = \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{MO}))}$ | | | |
| $c =$ | 7 [m] | Anchura adicional de la zona de presión | [6.2.5.(4)] |
| $b_{eff} =$ | 17 [m] | Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla | [6.2.5.(3)] |
| $l_{eff} =$ | 62 [m] | Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala | [6.2.5.(3)] |
| $A_{c0} =$ | 10,6 [cm ²] | Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $A_{c1} =$ | 96,0 [cm ²] | Área de cálculo máxima de la distribución de la carga | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $F_{rd} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3 * A_{c0} * f_{cd}$ | | | |
| $F_{rd} =$ | 106,75 [kN] | Resistencia del hormigón a la presión | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $\beta_j =$ | 0,67 | Coeficiente de reducción para la compresión | [6.2.5.(7)] |
| $f_{jd} = \beta_j * F_{rd} / (b_{eff} * l_{eff})$ | | | |
| $f_{jd} =$ | 66,67 [MPa] | Resistencia de cálculo a la presión | [6.2.5.(7)] |
| $A_{c,n} =$ | 24,11 [cm ²] | Área de presión en compresión | [6.2.8.2.(1)] |
| $A_{c,y} =$ | 12,05 [cm ²] | Área de presión en flexión My | [6.2.8.3.(1)] |

| | | | |
|---------------------------------|---|-------------------------------|---------------|
| $A_{c,n} =$ | 24,11 [cm ²] | Área de presión en compresión | [6.2.8.2.(1)] |
| $A_{c,z} =$ | 12,05 [cm ²] | Área de presión en flexión Mz | [6.2.8.3.(1)] |
| $F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$ | | | |
| $F_{c,Rd,n} = 160,72$ [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en compresión | | [6.2.8.2.(1)] |
| $F_{c,Rd,y} = 80,36$ [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en flexión My | | [6.2.8.3.(1)] |
| $F_{c,Rd,z} = 80,36$ [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en flexión Mz | | [6.2.8.3.(1)] |

ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

| | | | |
|--|---|---|------------------------|
| $CL =$ | 1,00 | Clase de sección | EN 1993-1-1:[5.5.2] |
| $W_{pl,y} =$ | 7,87 [cm ³] | Coeficiente plástico de la sección | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{c,Rd,y} =$ | 1,85 [kN*m] | Resistencia de cálculo de la sección en flexión | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_{f,y} =$ | 30 [mm] | Distancia entre los centros de gravedad de las alas | [6.2.6.7.(1)] |
| $F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$ | | | |
| $F_{c,fc,Rd,y} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del ala comprimida y del alma | [6.2.6.7.(1)] |
| $W_{pl,z} =$ | 7,87 [cm ³] | Coeficiente plástico de la sección | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{c,Rd,z} = 1,85$ [kN*m] | Resistencia de cálculo de la sección en flexión | | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_{f,z} =$ | 30 [mm] | Distancia entre los centros de gravedad de las alas | [6.2.6.7.(1)] |
| $F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$ | | | |
| $F_{c,fc,Rd,z} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del ala comprimida y del alma | [6.2.6.7.(1)] |

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

| | | | |
|--|---|--|---------------|
| $N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$ | | | |
| $N_{j,Rd} = 160,72$ [kN] | Resistencia del pié del pilar a la compresión axial | | [6.2.8.2.(1)] |
| $F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$ | | | |
| $F_{c,Rd,y} = 62,41$ [kN] | Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida | | [6.2.8.3] |
| $F_{c,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$ | | | |
| $F_{c,Rd,z} = 62,41$ [kN] | Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida | | [6.2.8.3] |

Control de la resistencia de la unión

| | | | |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| $N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24) | 0,14 < 1,00 | verificado | (0,14) |
| $e_y =$ | 1 [mm] | Eccentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $z_{c,y} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $z_{t,y} =$ | 50 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,y} = 0,10$ [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | | [6.2.8.3] |
| $M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23) | 0,19 < 1,00 | verificado | (0,19) |
| $e_z =$ | 0 [mm] | Eccentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $z_{c,z} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $z_{t,z} =$ | 35 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,z} = 0,06$ [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | | [6.2.8.3] |
| $M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23) | 0,18 < 1,00 | verificado | (0,18) |
| $M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,37 < 1,00 | verificado | (0,37) |

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,y}$

| | | | |
|-------------------|--|---|-------------|
| $\alpha_{d,y} =$ | 0,28 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $\alpha_{b,y} =$ | 0,28 | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ | [Tabla 3.4] |
| $k_{1,y} =$ | 1,48 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4] | |
| $F_{1,vb,Rd,y} =$ | $k_{1,y} * \alpha_{b,y} * f_{up} * d * t_p / \gamma_M 2$ | | |
| $F_{1,vb,Rd,y} =$ | 15,6 [kN Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base] | [6.2.2.(7)] | |

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

| | | | |
|-------------------|---|---|-------------|
| $\alpha_{d,z} =$ | 0,5 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $\alpha_{b,z} =$ | 0,5 | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ | [Tabla 3.4] |
| $k_{1,z} =$ | 0,5 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $F_{1,vb,Rd,z} =$ | $k_{1,z} * \alpha_{b,z} * f_{up} * d * t_p / \gamma_M 2$ | | |
| $F_{1,vb,Rd,z} =$ | 10,06 [kN] Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base | [6.2.2.(7)] | |

CIZALLAMIENTO

DEL TORNILLO

DE ANCLAJE

| | | | |
|-----------------|--|--|---------------|
| $\alpha_b =$ | 0,37 | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ | [6.2.2.(7)] |
| $A_{vb} =$ | 3,14 [cm ²] | Área de la sección del tornillo | [6.2.2.(7)] |
| $f_{ub} =$ | 400,00 [MPa] | Resistencia del material del tornillo a la tracción | [6.2.2.(7)] |
| $\gamma_M 2 =$ | 1,25 | Coeficiente de seguridad parcial | [6.2.2.(7)] |
| $F_{2,vb,Rd} =$ | $\alpha_b * f_{ub} * A_{vb} / \gamma_M 2$ | | |
| $F_{2,vb,Rd} =$ | 37,00 [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo | [6.2.2.(7)] | |
| $\alpha_M =$ | 2,00 | Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación | CEB [9.3.2.2] |
| $M_{Rk,s} =$ | 0,28 [kN*m] | Resistencia característica del anclaje a la flexión | CEB [9.3.2.2] |
| $l_{sm} =$ | 23 [mm] | Longitud del brazo de palanca | CEB [9.3.2.2] |
| $\gamma_{Ms} =$ | 1,20 | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.2] |
| $F_{v,Rd,sm} =$ | $\alpha_M * M_{Rk,s} / (l_{sm} * \gamma_{Ms})$ | | |
| $F_{v,Rd,sm} =$ | 20,9 [kN Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo] | CEB [9.3.1] | |

RUPTURA DEL HOTRMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

| | | | |
|-----------------|---|--|---------------|
| $N_{Rk,c} =$ | 171,71 [kN] | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | CEB [9.2.4] |
| $k_3 =$ | 2,00 | Coef. dependiente de la longitud de anclaje | CEB [9.3.3] |
| $\gamma_{Mc} =$ | 2,16 | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{v,Rd,cp} =$ | $k_3 * N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$ | | |
| $F_{v,Rd,cp} =$ | 159,00 [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca | CEB [9.3.1] | |

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

| | | | |
|-------------------|----------|---|-----------------|
| $V_{Rk,c,y}^0 =$ | 647 [kN] | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,y} =$ | 0,4 | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,y} =$ | 1,1 | Coef. dependiente del espesor de la cimentación | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,y} =$ | 0,8 | Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB [9.3.4.(d)] |
| $\psi_{ec,V,y} =$ | 1,0 | Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | CEB [9.3.4.(e)] |

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| $V_{RK,c,y}^0 =$ | $647 [kN]$ Resistencia característica del anclaje | CEB |
| $\psi_{a,V,y} =$ | $1,0$ Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB |
| $\psi_{ucr,V,y} =$ | $1,0$ Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | CEB |
| $\gamma_{Mc} =$ | $2,1$ Coeficiente de seguridad parcial | CEB |
| | 6 | [3.2.3.1] |

| | | |
|------------------|---|-------------|
| $F_{v,Rd,c,y} =$ | $V_{RK,c,y}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{a,V,y} * \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$ | |
| | $F_{v,Rd,c,y} = 132,38 [kN]$ Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde | CEB [9.3.1] |

Esfuerzo cortante

e $V_{j,Ed,z}$

| | | |
|------------------|--|-------------|
| $V_{RK,c,z}^0 =$ | $604,7 [kN]$ Resistencia característica del anclaje | CEB |
| $\psi_{A,V,z} =$ | $0,50$ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | [9.3.4.(a)] |

| | | |
|------------------|---|-------------|
| $\psi_{h,V,z} =$ | $1,12$ Coef. dependiente del espesor de la cimentación | [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,z} =$ | $0,91$ Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB |

| | | |
|-------------------|--|-------------|
| $\psi_{ec,V,z} =$ | $1,00$ Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | [9.3.4.(e)] |
| $\psi_{a,V,z} =$ | $1,00$ Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB |

| | | |
|--------------------|---|-------------|
| $\psi_{ucr,V,z} =$ | $1,00$ Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | [9.3.4.(g)] |
| $\gamma_{Mc} =$ | $2,16$ Coeficiente de seguridad parcial | CEB |

| | | |
|------------------|---|-------------|
| $F_{v,Rd,c,z} =$ | $V_{RK,c,z}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{a,V,z} * \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$ | [9.3.4.(a)] |
| | $F_{v,Rd,c,z} = 142,36 [kN]$ Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde | CEB |

| | | |
|--|--|----------|
| | | CEB |
| | | [9.3.4.] |

DESLIZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

| | | |
|--------------|---|-------------|
| $C_{f,d} =$ | $0,30$ Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón | [6.2.2.(6)] |
| $N_{c,Ed} =$ | $21,98 [kN]$ Fuerza de compresión | [6.2.2.(6)] |

| | | |
|---|--|-------------|
| $F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$ | | |
| $F_{f,Rd} = 6,59 [kN]$ Resistencia al deslizamiento | | [6.2.2.(6)] |

CONTACTO CUÑA - HOMIGÓN

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 * l_w * b_{wy} * f_{ck} / \gamma_c$$

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1400,00 [kN]$$
 Resistencia al contacto cuña - hormigón

$$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$$

$$F_{v,Rd,wg,z} = 770,00 [kN]$$
 Resistencia al contacto cuña - hormigón

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

$$V_{j,Rd,y} = 1531,53 [kN]$$
 Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,00)$$

$$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$$

$$V_{j,Rd,z} = 857,10 [kN]$$
 Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,00)$$

$$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,00)$$

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

| | | |
|---|---|---------------------|
| $\sigma_{\perp} = 27,03 \text{ [MPa]}$ | Tensión nornal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} = 27,03 \text{ [MPa]}$ | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{yII} = 0,84 \text{ [MPa]}$ | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{zII} = 0,42 \text{ [MPa]}$ | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_w = 0,80$ | Coeficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_{\perp} / (0.9*f_u/\gamma_{M2}) \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ | $0,10 < 1,00$ | verificado $(0,10)$ |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0(\tau_{yII}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ | $0,15 < 1,00$ | verificado $(0,15)$ |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0(\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ | $0,15 < 1,00$ | verificado $(0,15)$ |

Rigidez de la unión

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$$b_{eff} = 17 \text{ [mm]} \quad \text{Anchura eficas de la zona de presión debajo de la tabla [6.2.5.(3)]}$$

$$l_{eff} = 62 \text{ [mm]} \quad \text{Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala [6.2.5.(3)]}$$

$$k_{13,y} = E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff}) / (1.275 * E)}$$

$$k_{13,y} = 4 \text{ [mm]} \quad \text{Coef. de rigidez del hormigón comprimido [Tabla 6.11]}$$

$$l_{eff} = 60 \text{ [mm]} \quad \text{Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 [6.2.6.5]}$$

$$m = 22 \text{ [mm]} \quad \text{Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado [6.2.6.5]}$$

$$k_{15,y} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$$

$$k_{15,y} = 1 \text{ [mm]} \quad \text{Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción [Tabla 6.11]}$$

$$L_b = 195 \text{ [mm]} \quad \text{Longitud eficaz del tornillo de anclaje [Tabla 6.11]}$$

$$k_{16,y} = 1.6 * A_b / L_b \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez del anclaje en tracción [Tabla 6.11]}$$

$$k_{16,y} = 2 \text{ [mm]} \quad \text{Coef. de rigidez del anclaje en tracción [Tabla 6.11]}$$

$$\lambda_{0,y} = 9,82 \quad \text{Esbeltez del pilar [5.2.2.5.(2)]}$$

$$S_{j,ini,y} = 352,43 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez inicial en rotación [Tabla 6.12]}$$

$$S_{j,rig,y} = 59,82 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]}$$

$$S_{j,ini,y} \text{ B } S_{j,rig,y} \text{ RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]}$$

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

$$k_{13,z} = E_c * \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 * E)}$$

$$k_{13,z} = 4 \text{ [mm]} \quad \text{Coef. de rigidez del hormigón comprimido [Tabla 6.11]}$$

$$l_{eff} = 61 \text{ [mm]} \quad \text{Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 [6.2.6.5]}$$

$$m = 10 \text{ [mm]} \quad \text{Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado [6.2.6.5]}$$

$$k_{15,z} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$$

$$k_{15,z} = 6 \text{ [mm]} \quad \text{Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción [Tabla 6.11]}$$

$$L_b = 195 \text{ [mm]} \quad \text{Longitud eficaz del tornillo de anclaje [Tabla 6.11]}$$

$$k_{16,z} = 1.6 * A_b / L_b \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez del anclaje en tracción [Tabla 6.11]}$$

$$\lambda_{0,z} = 9,82 \quad \text{Esbeltez del pilar [5.2.2.5.(2)]}$$

$$S_{j,ini,z} = 374,51 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez inicial en rotación [6.3.1.(4)]}$$

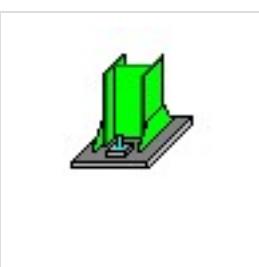
$$S_{j,rig,z} = 59,82 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]}$$

$$S_{j,ini,z} \text{ B } S_{j,rig,z} \text{ RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]}$$

Componente más débil:

ALA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

Unión conforme con la Norma Relación 0,37



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

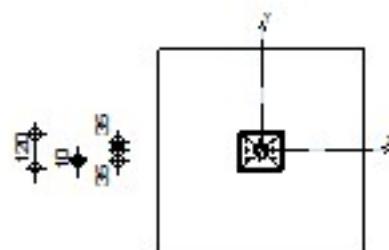
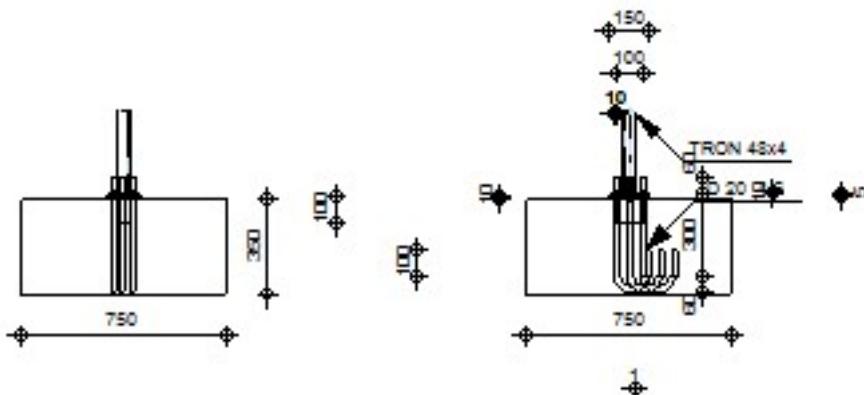
Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB

Design Guide: Design of fastenings in concrete



Relación
0,11



General

Unión N.º: 2
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 39
Barras de la estructura: 486

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 486
 $L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $\alpha = 61,0$ [Deg] Ángulo de inclinación
 $h_c = 48$ [mm] Altura de la sección del pilar
 $b_{fc} = 48$ [mm] Anchura de la sección del pilar
 $t_{wc} = 4$ [mm] Espesor del alma de la sección del pilar
 $t_{fc} = 4$ [mm] Espesor del ala del de la sección del pilar
 $r_c = 0$ [mm] Radio del arredondeado de la sección del pilar
 $A_c = 5,57$ [cm²] Área de la sección del pilar

$L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $I_{yc} = 13,77$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar
 Material: ACERO
 $f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud
 $b_{pd} = 120$ [mm] Anchura
 $t_{pd} = 5$ [mm] Espesor
 Material: S 355
 $f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

| | | |
|--|-------|---|
| Clase = | 4.6 | Clase de anclajes |
| $f_{yb} =$ | 240,0 | [MP Límite de plasticidad del material del tornillo] |
| $f_{ub} =$ | 400,0 | [MP Resistencia del material del tornillo a la tracción] |
| $d =$ | 20 | [mm] Diámetro del tornillo |
| $A_s =$ | 2,45 | [cm ²] Área de la sección eficaz del tornillo |
| $A_v =$ | 3,14 | [cm ²] Área de la sección del tornillo |
| $n_H =$ | 3 | Número de columnas de tornillos |
| $n_V =$ | 3 | Número de líneas de tornillos |
| Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm] | | |
| Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm] | | |

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 300$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]
 $L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud
 $b_{wd} = 10$ [mm] Anchura
 $t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100
 $l_w = 100$ [mm] Longitud
 Material: S 355
 $f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

| | | |
|-----------------|------|----------------------------------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | Coeficiente de seguridad parcial |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | Coeficiente de seguridad parcial |
| $\gamma_c =$ | 1,50 | Coeficiente de seguridad parcial |

Cimentación

| | | |
|-----|----------|----------------------------|
| L = | 750 [mm] | Longitud de la cimentación |
| B = | 750 [mm] | Anchura de la cimentación |
| H = | 350 [mm] | Altura de la cimentación |

Hormigón

| | |
|------------|-------------|
| Clase | HA - 50 |
| $f_{ck} =$ | 50,00 [MPa] |

Capa de arena

| | | |
|--------------|-------------|--|
| $t_g =$ | 10 [mm] | Espesor da la capa de arena |
| $f_{ck,g} =$ | 12,00 [MPa] | Resistencia característica a la compresión |
| $C_{f,d} =$ | 0,30 | Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón |

Soldaduras

| | | |
|---------|--------|-------------------------------------|
| $a_p =$ | 3 [mm] | Pletina principal del pié del pilar |
| $a_w =$ | 5 [mm] | Chaveta |

Cargas

Caso: 7: Combinacion con esquiadores ELU (1+2+3+4)*1.35+5*1.50

| | | |
|----------------|--------------|-------------------|
| $N_{j,Ed} =$ | -6,34 [kN] | Esfuerzo axial |
| $V_{j,Ed,y} =$ | 0,22 [kN] | Esfuerzo cortante |
| $V_{j,Ed,z} =$ | -0,22 [kN] | Esfuerzo cortante |
| $M_{j,Ed,y} =$ | 0,01 [kN*m] | Momento flector |
| $M_{j,Ed,z} =$ | -0,01 [kN*m] | Momento flector |

Resultados

Zona comprimida

COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

| | | | |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------|
| $f_{cd} =$ | 33,3 [MPa] | Resistencia de cálculo a la compresión | EN 1992-1:[3.1.6.(1)] |
| $f_j =$ | 66,6 [MPa] | Resistencia de cálculo a la presión debajo de la pletina de base | [6.2.5.(7)] |
| $c = t_p$ | | | |
| | $\sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$ | | |
| $c =$ | 7 [m] | Anchura adicional de la zona de presión | [6.2.5.(4)] |
| $b_{eff} =$ | 17 [m] | Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla | [6.2.5.(3)] |
| $l_{eff} =$ | 62 [m] | Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala | [6.2.5.(3)] |
| $A_{c0} =$ | 10,6 [cm ²] | Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $A_{c1} =$ | 96,0 [cm ²] | Área de cálculo máxima de la distribución de la carga | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $F_{rd} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq$ | | | |
| | $3*A_{c0}*f_{cd}$ | | |

| | | | |
|--|--------------------------|---|---------------------|
| $F_{rdn} =$ | 106,75 [kN] | Resistencia del hormigón a la presión | EN 1992-1:[6.7.(3)] |
| $\beta_j =$ | 0,67 | Coeficiente de reducción para la compresión | [6.2.5.(7)] |
| $f_{jd} = \beta_j * F_{rdn} / (b_{eff} * l_{eff})$ | | | |
| $f_{jd} =$ | 66,67 [MPa] | Resistencia de cálculo a la presión | [6.2.5.(7)] |
| $A_{c,n} =$ | 24,11 [cm ²] | Área de presión en compresión | [6.2.8.2.(1)] |
| $A_{c,y} =$ | 12,05 [cm ²] | Área de presión en flexión My | [6.2.8.3.(1)] |
| $A_{c,z} =$ | 12,05 [cm ²] | Área de presión en flexión Mz | [6.2.8.3.(1)] |
| $F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$ | | | |
| $F_{c,Rd,n} =$ | 160,72 [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en compresión | [6.2.8.2.(1)] |
| $F_{c,Rd,y} =$ | 80,36 [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en flexión My | [6.2.8.3.(1)] |
| $F_{c,Rd,z} =$ | 80,36 [kN] | Resistencia del hormigón a la presión en flexión Mz | [6.2.8.3.(1)] |

ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

| | | | |
|--|-------------------------|---|------------------------|
| $CL =$ | 1,00 | Clase de sección | EN 1993-1-1:[5.5.2] |
| $W_{pl,y} =$ | 7,87 [cm ³] | Coeficiente plástico de la sección | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{c,Rd,y} =$ | 1,85 [kN*m] | Resistencia de cálculo de la sección en flexión | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_{f,y} =$ | 30 [mm] | Distancia entre los centros de gravedad de las alas | [6.2.6.7.(1)] |
| $F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$ | | | |
| $F_{c,fc,Rd,y} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del ala comprimida y del alma | [6.2.6.7.(1)] |
| $W_{pl,z} =$ | 7,87 [cm ³] | Coeficiente plástico de la sección | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{c,Rd,z} =$ | 1,85 [kN*m] | Resistencia de cálculo de la sección en flexión | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_{f,z} =$ | 30 [mm] | Distancia entre los centros de gravedad de las alas | [6.2.6.7.(1)] |
| $F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$ | | | |
| $F_{c,fc,Rd,z} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del ala comprimida y del alma | [6.2.6.7.(1)] |

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

| | | | |
|--|-------------|---|---------------|
| $N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$ | | | |
| $N_{j,Rd} =$ | 160,72 [kN] | Resistencia del pié del pilar a la compresión axial | [6.2.8.2.(1)] |
| $F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$ | | | |
| $F_{c,Rd,y} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida | [6.2.8.3] |
| $F_{c,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$ | | | |
| $F_{c,Rd,z} =$ | 62,41 [kN] | Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida | [6.2.8.3] |

Control de la resistencia de la unión

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad (6.24) \quad 0,04 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,04)$$

| | | | |
|----------------|-------------|--------------------------------------|---------------|
| $e_y =$ | 2 [mm] | Ecentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $z_{c,y} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $z_{t,y} =$ | 50 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,y} =$ | 0,24 [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | [6.2.8.3] |

$$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0 \quad (6.23) \quad 0,06 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,06)$$

| | | | |
|----------------|-------------|--------------------------------------|---------------|
| $e_z =$ | 1 [mm] | Ecentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $z_{c,z} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $z_{t,z} =$ | 35 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,z} =$ | 0,15 [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | [6.2.8.3] |

$$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad (6.23) \quad 0,06 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,06)$$

$$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,11 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,11)$$

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} = 0,28$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,y} = 0,28$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,y} = 1,48$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} * \alpha_{b,y} * f_{up} * d * t_p /$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,y} = 15,6$ [kN Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base [6.2.2.(7)]]

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,z} = 0,5$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} * \alpha_{b,z} * f_{up} * d * t_p /$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,z} = 10,06$ [kN] Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base [6.2.2.(7)]

CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$\alpha_b = 0,37$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 3,14$ [cm²] Área de la sección del tornillo [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial [6.2.2.(7)]

$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b * f_{ub} * A_{vb} / \gamma_{M2}$

$F_{2,vb,Rd} = 37,00$ [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]

$\alpha_M = 2,00$ Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s} = 0,28$ [kN*m] Resistencia característica del anclaje a la flexión CEB [9.3.2.2]

$l_{sm} = 23$ [mm] Longitud del brazo de palanca CEB [9.3.2.2]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]

$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M * M_{Rk,s} / (l_{sm} * \gamma_{Ms})$

$F_{v,Rd,sm} = 20,9$ [kN Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de CEB
4] brazo [9.3.1]

RUPTURA DEL HOTRMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$N_{Rk,c} = 171,71$ [kN] Resistencia de cálculo para el arrancamiento CEB [9.2.4]

$k_3 = 2,00$ Coef. dependiente de la longitud de anclaje CEB [9.3.3]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.1]

$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$

$F_{v,Rd,cp} = 159,00$ [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 = 647$ [kN Resistencia característica del anclaje CEB
,13 N] [9.3.4.(a)]

$\psi_{A,V,y} = 0,4$ Coef. dependiente de la separación de los CEB
4 anclajes y de la distancia al borde [9.3.4]

| | | | |
|-----------------------|------------|---|-----|
| $V_{Rk,c,y}^0 =$ | $647 [kN]$ | Resistencia característica del anclaje | CEB |
| $\psi_{h,V,y} =$ | $1,1$ | Coef. dependiente del espesor de la cimentación | CEB |
| $\psi_{s,V,y} =$ | $0,8$ | Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB |
| $\psi_{ec,V,y} =$ | $1,0$ | Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | CEB |
| $\psi_{\alpha,V,y} =$ | $1,0$ | Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB |
| $\psi_{ucr,V,y} =$ | $1,0$ | Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | CEB |
| $\gamma_{Mc} =$ | $2,1$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB |

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,c,y} = 132,38 [kN] \text{ Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

Esfuerzo cortante y $V_{j,Ed,z}$

| | | | |
|-----------------------|--------------|---|---------------|
| $V_{Rk,c,z}^0 =$ | $604,7 [kN]$ | Resistencia característica del anclaje | CEB |
| $\psi_{A,V,z} =$ | $0,50$ | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,z} =$ | $1,12$ | Coef. dependiente del espesor de la cimentación | CEB |
| $\psi_{s,V,z} =$ | $0,91$ | Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB |
| $\psi_{ec,V,z} =$ | $1,00$ | Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | CEB |
| $\psi_{\alpha,V,z} =$ | $1,00$ | Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB |
| $\psi_{ucr,V,z} =$ | $1,00$ | Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | CEB |
| $\gamma_{Mc} =$ | $2,16$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = 142,36 [kN] \text{ Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

DESLIZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

| | | | |
|--------------|----------------------|--|-------------|
| $C_{f,d} =$ | $0,30$ | Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón | [6.2.2.(6)] |
| $N_{c,Ed} =$ | $6,34 [kN]$ | Fuerza de compresión | [6.2.2.(6)] |
| $F_{f,Rd} =$ | $C_{f,d} * N_{c,Ed}$ | | |
| $F_{f,Rd} =$ | $1,90 [kN]$ | Resistencia al deslizamiento | [6.2.2.(6)] |

CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 * l_w * b_{wy} * f_{ck} / \gamma_c$$

$$F_{v,Rd,wg,y} = 466,67 [kN] \text{ Resistencia al contacto cuña - hormigón}$$

$$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$$

$$F_{v,Rd,wg,z} = 256,67 [kN] \text{ Resistencia al contacto cuña - hormigón}$$

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

| | | |
|--|---------------|------------|
| $V_{j,Rd,y} = 593,51$ [kN] Resistencia de la unión al cortante | CEB [9.3.1] | |
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$ | $0,00 < 1,00$ | verificado |

| | | |
|--|---------------|------------|
| $V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$ | | |
| $V_{j,Rd,z} = 339,07$ [kN] Resistencia de la unión al cortante | CEB [9.3.1] | |
| $V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | $0,00 < 1,00$ | verificado |

| | | |
|--|---------------|------------|
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | $0,00 < 1,00$ | verificado |
| | | (0,00) |

| | | |
|--|---------------|------------|
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | $0,00 < 1,00$ | verificado |
| | | (0,00) |

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

| | | |
|---|---|-------------|
| $\sigma_{\perp} = 9,13$ [MPa] | Tensión nornal en la soldadura | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} = 9,13$ [MPa] | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{y\parallel} = 0,70$ [MPa] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{z\parallel} = -0,70$ [MPa] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_w = 0,80$ | Coeficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_{\perp} / (0,9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1,0$ (4.1) | $0,04 < 1,00$ | verificado |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3,0 * (\tau_{y\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1,0$ (4.1) | $0,05 < 1,00$ | verificado |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3,0 * (\tau_{z\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1,0$ (4.1) | $0,05 < 1,00$ | verificado |

Rigidez de la unión

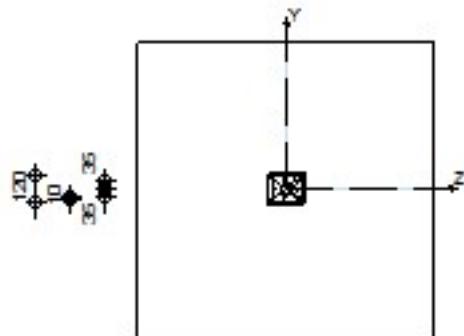
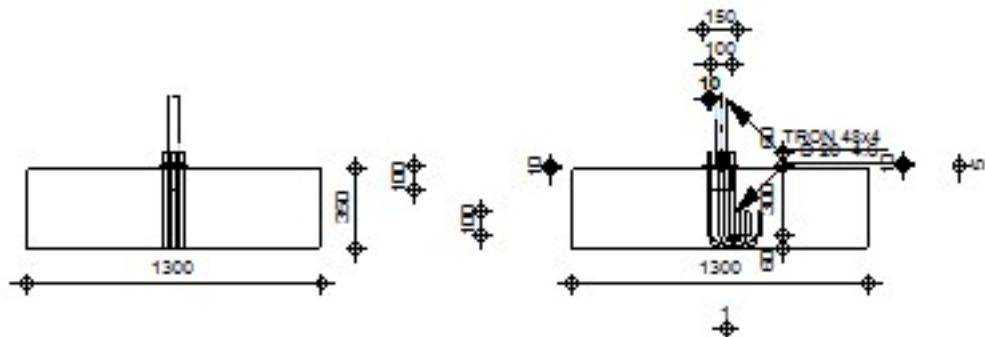
| | | |
|---|---|---------------|
| Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$ | | |
| $b_{eff} = 17$ [mm] | Anchura eficas de la zona de presión debajo de la tabla [6.2.5.(3)] | |
| $l_{eff} = 62$ [mm] | Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala | [6.2.5.(3)] |
| $k_{13,y} = E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff}) / (1,275 * E)}$ | | |
| $k_{13,y} = 4$ [mm] | Coef. de rigidez del hormigón comprimido | [Tabla 6.11] |
| $l_{eff} = 60$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m = 22$ [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $k_{15,y} = 0,850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$ | | |
| $k_{15,y} = 1$ [mm] | Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción | [Tabla 6.11] |
| $L_b = 195$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | [Tabla 6.11] |
| $k_{16,y} = 1,6 * A_b / L_b$ | | |
| $k_{16,y} = 2$ [mm] | Coef. de rigidez del anclaje en tracción | [Tabla 6.11] |
| $\lambda_{0,y} = 9,82$ | Esbeltez del pilar | [5.2.2.5.(2)] |
| $S_{j,ini,y} = 352,43$ [kN*m] | Rigidez inicial en rotación | [Tabla 6.12] |
| $S_{j,rig,y} = 59,82$ [kN*m] | Rigidez de la unión rígida | [5.2.2.5] |
| $S_{j,ini,y}$ B $S_{j,rig,y}$ RÍGIDA [5.2.2.5.(2)] | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$ | | |
| $k_{13,z} = E_c * \sqrt{(A_{c,z}) / (1,275 * E)}$ | | |
| $k_{13,z} = 4$ [mm] | Coef. de rigidez del hormigón comprimido | [Tabla 6.11] |
| $l_{eff} = 61$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m = 10$ [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $k_{15,z} = 0,850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$ | | |
| $k_{15,z} = 6$ [mm] | Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción | [Tabla 6.11] |
| $L_b = 195$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | [Tabla 6.11] |
| $k_{16,z} = 1,6 * A_b / L_b$ | | |
| $k_{16,z} = 2$ [mm] | Coef. de rigidez del anclaje en tracción | [Tabla 6.11] |
| $\lambda_{0,z} = 9,82$ | Esbeltez del pilar | [5.2.2.5.(2)] |
| $S_{j,ini,z} = 374,51$ [kN*m] | Rigidez inicial en rotación | [6.3.1.(4)] |
| $S_{j,rig,z} = 59,82$ [kN*m] | Rigidez de la unión rígida | [5.2.2.5] |
| $S_{j,ini,z}$ B $S_{j,rig,z}$ RÍGIDA | | [5.2.2.5.(2)] |

Componente más débil:
ALA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

Unión conforme con la Norma Relación 0,11

| | | |
|---|--|--|
|  | Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 Cálculo de la base de columna empotrada Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete |  Relación 0,06 |
|---|--|--|



General

Unión N.º: 3
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 3
Barras de la estructura: 484

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 484
 $L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $\alpha = 61,0$ [Deg] Ángulo de inclinación
 $h_c = 48$ [mm] Altura de la sección del pilar

$L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $b_{fc} = 48$ [mm] Anchura de la sección del pilar
 $t_{wc} = 4$ [mm] Espesor del alma de la sección del pilar
 $t_{fc} = 4$ [mm] Espesor del ala del de la sección del pilar
 $r_c = 0$ [mm] Radio del arredondeado de la sección del pilar
 $A_c = 5,57$ [cm²] Área de la sección del pilar
 $I_{yc} = 13,77$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar
 Material: ACERO
 $f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud
 $b_{pd} = 120$ [mm] Anchura
 $t_{pd} = 5$ [mm] Espesor
 Material: S 355
 $f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase = 4.6 Clase de anclajes
 $f_{yb} = 240,0$ [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo
 $f_{ub} = 400,0$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción
 $d = 20$ [mm] Diámetro del tornillo
 $A_s = 2,45$ [cm²] Área de la sección eficaz del tornillo
 $A_v = 3,14$ [cm²] Área de la sección del tornillo
 $n_H = 3$ Número de columnas de tornillos
 $n_V = 3$ Número de líneas de tornillos
 Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm]
 Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm]

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 300$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]
 $L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud
 $b_{wd} = 10$ [mm] Anchura
 $t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100
 $l_w = 100$ [mm] Longitud
 Material: S 355
 $f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Coeficiente de seguridad parcial
 $\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial
 $\gamma_C = 1,50$ Coeficiente de seguridad parcial

Cimentación

$L = 1300$ [mm] Longitud de la cimentación
 $B = 1300$ [mm] Anchura de la cimentación
 $H = 350$ [mm] Altura de la cimentación

Hormigón

Clase HA - 50
 $f_{ck} = 50,00$ [MPa] Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

$t_g = 10$ [mm] Espesor da la capa de arena
 $f_{ck,g} = 12,00$ [MPa] Resistencia característica a la compresión
 $C_{f,d} = 0,30$ Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

Soldaduras

$a_p = 3$ [mm] Pletina principal del pié del pilar
 $a_w = 5$ [mm] Chaveta

Cargas

Caso: 7: Combinacion con esquiadores ELU $(1+2+3+4)*1.35+5*1.50$

$N_{j,Ed} = 1,29$ [kN] Esfuerzo axial
 $V_{j,Ed,y} = 0,07$ [kN] Esfuerzo cortante
 $V_{j,Ed,z} = 1,77$ [kN] Esfuerzo cortante
 $M_{j,Ed,y} = -0,04$ [kN*m] Momento flector
 $M_{j,Ed,z} = 0,03$ [kN*m] Momento flector

Resultados

Zona traccionada

RUPTURA DE TORNILLO DE ANCLAJE

$A_b = 2,45$ [cm²] Área efectivo del tornillo [Tabla 3.4]
 $f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [Tabla 3.4]
 $\text{Beta} = 0,85$ coeficiente de reducción de la resistencia del tornillo [3.6.1.(3)]
 $F_{t,Rd,s1} = \text{beta} * 0,9 * f_{ub} * A_b / \gamma_{M2}$
 $F_{t,Rd,s1} = 59,98$ [kN] Resistencia del tornillo a la ruptura [Tabla 3.4]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]
 $f_{yb} = 240,00$ [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo CEB [9.2.2]
 $F_{t,Rd,s2} = f_{yb} * A_b / \gamma_{Ms}$
 $F_{t,Rd,s2} = 49,00$ [kN] Resistencia del tornillo a la ruptura CEB [9.2.2]

$$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$$

$$F_{t,Rd,s} = 49,00 \text{ [kN]} \text{ Resistencia del tornillo a la ruptura}$$

ARRANCAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE DEL HORMIGÓN

| | | |
|--|---|-----------------------|
| $f_{ck} =$ | 50,0 [MPa] Resistencia característica del hormigón a la compresión | EN 1992-1:[3.1.2] |
| $f_{ctd} =$ | $0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$ | |
| $f_{ctd} =$ | 1,9 [MPa] Resistencia de cálculo a la tracción | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $\eta_1 =$ | 1,0 Coef. dependiente de las condiciones del hormigonado y de la adherencia | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $\eta_2 =$ | 1,0 Coef. dependiente del diámetro del anclaje | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $f_{bd} =$ | $2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$ | |
| $f_{bd} =$ | 4,28 [MPa] Adherencia admisible de cálculo | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $h_{ef} =$ | 300 [mm] Longitud eficaz del tornillo de anclaje | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |
| $F_{t,Rd,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$ | | |
| $F_{t,Rd,p} = 80,59 \text{ [kN]}$ | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |

RUPTURA DEL CONO DE HORMIGÓN

| | | |
|---|---|-----------------------|
| $h_{ef} =$ | 300 [mm] Longitud eficaz del tornillo de anclaje | CEB [9.2.4] |
| $N_{Rk,c}^0 = 7,5 [N^{0,5} / mm^{0,5}]^* f_{ck}^* h_{ef}^{1,5}$ | | |
| $N_{Rk,c}^0 =$ | 275,57 [kN] Resistencia característica del anclaje | CEB [9.2.4] |
| $S_{cr,N} =$ | 900 [mm] Anchura crítica del cono de hormigón | CEB [9.2.4] |
| $C_{cr,N} =$ | 450 [mm] Distancia crítica al borde de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $A_{c,N0} =$ | 9700,00 [cm ²] Área máxima del cono | CEB [9.2.4] |
| $A_{c,N} =$ | 9700,00 [cm ²] Área real del cono | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{A,N} =$ | | |
| $\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$ | | |
| $\psi_{A,N} =$ | 1,0 Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.2.4] |
| $c =$ | 450 [mm] Distancia mínima entre el anclaje y el borde | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 * c / c_{cr,N}$ | | |
| $\leq 1,0$ | | |
| $\psi_{s,N} =$ | 1,0 Coef. dependiente de la distancia entre el enclaje y el borde de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{ec,N} =$ | 1,0 Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{re,N} = 0,5 + h_{ef} [\text{mm}] / 200 \leq 1,0$ | | |
| $\psi_{re,N} =$ | 1,0 Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación | CEB [9.2.4] |
| $\psi_{ucr,N} =$ | 1,0 Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón | CEB [9.2.4] |
| $\gamma_{Mc} =$ | 2,1/6 Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{t,Rd,c} =$ | | |
| $N_{Rk,c}^0 * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr}$ | | |
| N / γ_{Mc} | | |
| $F_{t,Rd,c} =$ | 127,58 N [kN] Resistencia de cálculo del anclaje a la ruptura del cono de hormigón | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |

ROTURA DEL BETÓN

| | | |
|---|--|-------------|
| $h_{ef} =$ | 300 [mm] Longitud eficaz del tornillo de anclaje | CEB [9.2.5] |
| $N_{Rk,c}^0 = 7,5 [N^{0,5} / mm^{0,5}]^* f_{ck}^* h_{ef}^{1,5}$ | | |

| | | | |
|--|----------------------------|--|------------------|
| $N_{Rk,c}^0 =$ | 275,57 [kN] | Resistencia de cálculo para el arrancamiento | CEB [9.2.5] |
| $S_{cr,N} =$ | 600 [mm] | Anchura crítica del cono de hormigón | CEB [9.2.5] |
| $C_{cr,N} =$ | 300 [mm] | Distancia crítica al borde de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $A_{c,N0} =$ | 4690,00 [cm ²] | Área máxima del cono | CEB [9.2.5] |
| $A_{c,N} =$ | 4690,00 [cm ²] | Área real del cono | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$ | | | |
| $\psi_{A,N} =$ | 1,0 0 | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.2.5] |
| $c =$ | 300 [m] m] | Distancia mínima entre el anclaje y el borde | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3*c/c_{cr,N}$ ≤ 1.0 | | | |
| $\psi_{s,N} =$ | 1,0 0 | Coef. dependiente de la distancia entre el enclaje y el borde de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{ec,N} =$ | 1,0 0 | Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200$ ≤ 1.0 | | | |
| $\psi_{re,N} =$ | 1,00 | Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{ucr,N} =$ | 1,00 | Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón | CEB [9.2.5] |
| $\psi_{h,N} = (h/(2*h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$ | | | |
| $\psi_{h,N} =$ | 0,7 0 | Coeficiente de la altura de la cimentación | CEB [9.2.5] |
| $\gamma_{M,sp} =$ | 2,1 6 | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{t,Rd,sp} =$ | | | |
| $N_{Rk,c}^0 * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr,N} * \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$ | | | |
| $F_{t,Rd,sp} = 89,07$ [kN] | | Resistencia de cálculo del anclaje a la rotura del hormigón | CEB [9.2.5] |

RESISTENCIA DEL ANCLAJE A LA TRACCIÓN

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 49,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del anclaje a la tracción}$$

FLEXIÓN DE LA PLETINA DE BASE

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

| | | | |
|--|-------------|---|-----------|
| $l_{eff,1} =$ | 60 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1 | [6.2.6.5] |
| $l_{eff,2} =$ | 60 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m =$ | 22 [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $M_{pl,1,Rd} =$ | 0,13 [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |
| $M_{pl,2,Rd} =$ | 0,13 [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,1,Rd} =$ | 23,71 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |
| $F_{T,2,Rd} =$ | 83,05 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,3,Rd} =$ | 147,0 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 3 | [6.2.4] |
| $F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ | | | |
| $F_{t,pl,Rd,y} = 23,71$ [kN] | | Resistencia de la pletina en tracción | [6.2.4] |

Flexión debida al momento

$M_{j,Ed,z}$

| | | | |
|-----------------|-------------|---|-----------|
| $l_{eff,1} =$ | 61 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1 | [6.2.6.5] |
| $l_{eff,2} =$ | 61 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m =$ | 10 [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $M_{pl,1,Rd} =$ | 0,13 [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |

Flexión debida al momento

$M_{j,Ed,z}$

| | | | |
|--|-------------|---|-----------|
| $l_{eff,1} =$ | 61 [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1 | [6.2.6.5] |
| $M_{pl,2,Rd} =$ | 0,13 [kN*m] | Resistencia plástica de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,1,Rd} =$ | 53,80 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 1 | [6.2.4] |
| $F_{T,2,Rd} =$ | 93,62 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 2 | [6.2.4] |
| $F_{T,3,Rd} =$ | 147,00 [kN] | Resistencia de la pletina para el modo 3 | [6.2.4] |
| $F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ | | | |
| $F_{t,pl,Rd,z} =$ | 53,80 [kN] | Resistencia de la pletina en tracción | [6.2.4] |

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA TRACCIONADA

| | | | |
|------------------------------|------------|--|-----------|
| $N_{j,Rd} =$ | 83,30 [kN] | Resistencia de la cimentación en tracción axial | [6.2.8.3] |
| $F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$ | | | |
| $F_{T,Rd,y} =$ | 23,71 [kN] | Resistencia de la cimentación en la zona traccionada | [6.2.8.3] |
| $F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$ | | | |
| $F_{T,Rd,z} = 53,80$ [kN] | | Resistencia de la cimentación en la zona traccionada | [6.2.8.3] |

Control de la resistencia de la unión

| | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------|
| $N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24) | 0,02 < 1,00 | verificado | (0,02) |
| $e_y =$ | 27 [mm] | Ecentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $Z_{c,y} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $Z_{t,y} =$ | 50 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,y} =$ | 0,84 [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | [6.2.8.3] |

| | | | |
|---|-------------|--------------------------------------|---------------|
| $M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23) | 0,04 < 1,00 | verificado | (0,04) |
| $e_z =$ | 21 [mm] | Ecentricidad de la fuerza axial | [6.2.8.3] |
| $Z_{c,z} =$ | 15 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(2)] |
| $Z_{t,z} =$ | 35 [mm] | Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,z}$ | [6.2.8.1.(3)] |
| $M_{j,Rd,z} =$ | 1,40 [kN*m] | Resistencia de la unión a la flexión | [6.2.8.3] |

| | | | |
|--|-------------|------------|--------|
| $M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23) | 0,02 < 1,00 | verificado | (0,02) |
| $M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,06 < 1,00 | verificado | (0,06) |

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

| | | | |
|------------------|------|---|-------------|
| $\alpha_{d,y} =$ | 0,28 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $\alpha_{b,y} =$ | 0,28 | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ | [Tabla 3.4] |
| $k_{1,y} =$ | 1,4 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento | [Tabla 3.4] |

| | | | |
|---|--|--|-------------|
| $F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} * \alpha_{b,y} * f_{up} * d * t_p$ / $\gamma_M 2$ | | | |
| $F_{1,vb,Rd,y} = 15,62$ [kN] | | Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base | [6.2.2.(7)] |

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,z}$

| | | | |
|------------------|------|--|-------------|
| $\alpha_{d,z} =$ | 0,51 | Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento | [Tabla 3.4] |
| $\alpha_{b,z} =$ | 0,51 | Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ | [Tabla 3.4] |

Esfuerzo**cortante** $V_{j,Ed,z}$ $\alpha_{d,z} = 0,51$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4] $k_{1,z} = 0,53$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4] $F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} * \alpha_{b,z} * f_{ub} * d * t_p /$ γ_{M2} $F_{1,vb,Rd,z} = 10,0 [kN]$ Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina [6.2.2.(7)] de base [6.2.2.(7)]**CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE** $\alpha_b = 0,37$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)] $A_{vb} = 3,14 [cm^2]$ Área de la sección del tornillo [6.2.2.(7)] $f_{ub} = 400,00 [MPa]$ Resistencia del material del tornillo a la tracción [6.2.2.(7)] $\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial [6.2.2.(7)] $F_{2,vb,Rd} = \alpha_b * f_{ub} * A_{vb} / \gamma_{M2}$ $F_{2,vb,Rd} = 37,00 [kN]$ Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)] $\alpha_M = 2,0$ Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación [9.3.2.2] 0 $M_{Rk,s} = 0,2 [kN*m]$ Resistencia característica del anclaje a la flexión [9.3.2.2] 8] $l_{sm} = 23 [mm]$ Longitud del brazo de palanca [9.3.2.2] $\gamma_{Ms} = 1,2$ Coeficiente de seguridad parcial [3.2.3.2] 0 $F_{v,Rd,sm} =$ $\alpha_M * M_{Rk,s} / (l_{sm} * \gamma_{Ms})$ $F_{v,Rd,sm} = 20,72 [kN]$ Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo CEB [9.3.1]**RUPTURA****DEL****HOTRMIGÓN****POR****EFFECTO DE****PALANCA** $N_{Rk,c} = 275,57 [kN]$ Resistencia de cálculo para el arrancamiento CEB [9.2.4] $k_3 = 2,00$ Coef. dependiente de la longitud de anclaje CEB [9.3.3] $\gamma_{Mc} = 2,16$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.1] $F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$ $F_{v,Rd,cp} = 255,16 [kN]$ Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]**DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN****Esfuerzo****o****cortante****e $V_{j,Ed,y}$** $V_{Rk,c,y}^0 = 1574,3 [kN]$ Resistencia característica del anclaje CEB [9.3.4.(a)] 1] $\psi_{A,V,y} = 0,25$ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde CEB [9.3.4] $\psi_{h,V,y} = 1,38$ Coef. dependiente del espesor de la cimentación CEB [9.3.4.(c)] $\psi_{s,V,y} = 0,90$ Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante CEB [9.3.4.(d)] $\psi_{ec,V,y} = 1,00$ Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje CEB [9.3.4.(e)] $\psi_{a,V,y} = 1,00$ Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante CEB [9.3.4.(f)] $\psi_{ucr,V,y} = 1,00$ Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación CEB [9.3.4.(g)]

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

| | | |
|---|--|-----------------|
| $V_{Rk,c,y}^0 = 1574,3 \text{ [kN]}$ | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\gamma_{Mc} = 2,16$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{v,Rd,c,y} = \frac{V_{Rk,c,y}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr}}{\gamma_{Mc}}$ | 222, [k Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde | CEB [9.3.1] |
| | 38 N] | |

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

| | | |
|---|---|-----------------|
| $V_{Rk,c,z}^0 = 1517 \text{ [kN]}$ | Resistencia característica del anclaje | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,z} = 0,27$ | Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,z} = 1,37$ | Coef. dependiente del espesor de la cimentación | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,z} = 0,90$ | Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante | CEB [9.3.4.(d)] |
| $\psi_{ec,V,z} = 1,00$ | Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje | CEB [9.3.4.(e)] |
| $\psi_{\alpha,V,z} = 1,00$ | Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante | CEB [9.3.4.(f)] |
| $\psi_{ucr,V,z} = 1,00$ | Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación | CEB [9.3.4.(g)] |
| $\gamma_{Mc} = 2,16$ | Coeficiente de seguridad parcial | CEB [3.2.3.1] |
| $F_{v,Rd,c,z} = \frac{V_{Rk,c,z}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z}}{\gamma_{Mc}}$ | 231,41 [kN] Resistencia del hormigón debido a la descstrucción del borde | CEB [9.3.1] |

DESLIZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

| | | |
|---------------------------------|--|-----------------|
| $C_{f,d} = 0,30$ | Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón | CEB [6.2.2.(6)] |
| $N_{c,Ed} = 0,00 \text{ [kN]}$ | Fuerza de compresión | CEB [6.2.2.(6)] |
| $F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$ | | |
| $F_{f,Rd} = 0,00 \text{ [kN]}$ | Resistencia al deslizamiento | CEB [6.2.2.(6)] |

CONTACTO CUÑA - HOMIGÓN

| | | |
|--|---|--|
| $F_{v,Rd,wg,y} = 1,4 * l_w * b_{wy} * f_{ck} / \gamma_c$ | | |
| $F_{v,Rd,wg,y} = 466,67 \text{ [kN]}$ | Resistencia al contacto cuña - hormigón | |

| | | |
|--|---|--|
| $F_{v,Rd,wg,z} = 1,4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$ | | |
| $F_{v,Rd,wg,z} = 256,67 \text{ [kN]}$ | Resistencia al contacto cuña - hormigón | |

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

| | | |
|--|--|-------------|
| $V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$ | | |
| $V_{j,Rd,y} = 591, \text{ [k Resistencia de la unión al cortante}$ | | CEB [9.3.1] |

| | | | |
|--|---|-------------|--------|
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$ | 0,00 < 1,00 | verificado | (0,00) |
| $V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$ | | | |
| $V_{j,Rd,z} =$ | 337, [k Resistencia de la unión al cortante 17 N] | CEB [9.3.1] | |
| $V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,01 < 1,00 | verificado | (0,01) |
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,01 < 1,00 | verificado | (0,01) |

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

| | | | |
|--|---|-------------|--------|
| $\sigma_{\perp} = 8,14$ [MPa] | Tensión nornal en la soldadura | [4.5.3.(7)] | |
| $\tau_{\perp} = 8,14$ [MPa] | Tensión tangente perpendicular | [4.5.3.(7)] | |
| $\tau_{yII} = 0,21$ [MPa] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] | |
| $\tau_{zII} = 5,75$ [MPa] | Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] | |
| $\beta_w = 0,80$ | Coeficiente dependiente de la resistencia | [4.5.3.(7)] | |
| $\sigma_{\perp} / (0.9 * f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1) | 0,03 < 1,00 | verificado | (0,03) |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 * (\tau_{yII}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1) | 0,05 < 1,00 | verificado | (0,05) |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 * (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1) | 0,05 < 1,00 | verificado | (0,05) |

Rigidez de la unión

Flexión debida al momento

| | | |
|---|---|--------------|
| $M_{j,Ed,y}$ | | |
| $b_{eff} = 17$ [mm] | Anchura eficas de la zona de presión debajo de la tabla | [6.2.5.(3)] |
| $l_{eff} = 62$ [mm] | Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala | [6.2.5.(3)] |
| $k_{13,y} = E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff}) / (1.275 * E)}$ | | |
| $k_{13,y} = 4$ [mm] | Coef. de rigidez del hormigón comprimido | [Tabla 6.11] |

| | | |
|--|---|-----------|
| $l_{eff} = 60$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m = 22$ [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $k_{15,y} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$ | | |

| | | |
|---------------------|--|--------------|
| $k_{15,y} = 1$ [mm] | Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción | [Tabla 6.11] |
|---------------------|--|--------------|

| | | |
|------------------------------|--|--------------|
| $L_b = 195$ [mm] | Longitud eficaz del tornillo de anclaje | [Tabla 6.11] |
| $k_{16,y} = 1.6 * A_b / L_b$ | | |
| $k_{16,y} = 2$ [mm] | Coef. de rigidez del anclaje en tracción | [Tabla 6.11] |

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| $\lambda_{0,y} = 9,82$ | Esbelitez del pilar | [5.2.2.5.(2)] |
| $S_{j,ini,y} = 461,80$ [kN*m] | Rigidez inicial en rotación | [Tabla 6.12] |
| $S_{j,rig,y} = 59,82$ [kN*m] | Rigidez de la unión rígida | [5.2.2.5] |
| $S_{j,ini,y}$ B $S_{j,rig,y}$ RÍGIDA | | [5.2.2.5.(2)] |

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

| | | |
|---|--|--------------|
| $k_{13,z} = E_c * \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 * E)}$ | | |
| $k_{13,z} = 4$ [mm] | Coef. de rigidez del hormigón comprimido | [Tabla 6.11] |

| | | |
|--|---|-----------|
| $l_{eff} = 61$ [mm] | Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2 | [6.2.6.5] |
| $m = 10$ [mm] | Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado | [6.2.6.5] |
| $k_{15,z} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$ | | |

| | | |
|---------------------|--|--------------|
| $k_{15,z} = 6$ [mm] | Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción | [Tabla 6.11] |
|---------------------|--|--------------|

$L_b = 195$ [mm] Longitud eficaz del tornillo de anclaje [Tabla 6.11]
 $k_{16,z} = 1.6 * A_b / L_b$

$k_{16,z} = 2$ [mm] Coef. de rigidez del anclaje en tracción [Tabla 6.11]

$\lambda_{0,z} = 9,82$ Ebeltez del pilar [5.2.2.5.(2)]

$S_{j,ini,z} = 788,27$ [kN*m] Rigidez inicial en rotación [6.3.1.(4)]

$S_{j,rig,z} = 59,82$ [kN*m] Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]

$S_{j,ini,z} \leq S_{j,rig,z}$ RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]

Componente más débil:
PLETINA DE BASE EN FLEXIÓN

Unión conforme con la Norma

Relación 0,06

ANEXO 11: Actas de reunión

REUNIÓN PARA LA ACEPTACIÓN DEL PROYECTO (20/02/17- 9/03/17)

- Contacto con profesores para la elección del proyecto

TAREAS PARA EL PLANTEAMIENTO INICIAL (9/03/17- 23/03/17)

- Leer pliego de condiciones y familiarizarse con el producto. Tras ello se podrán abordar los siguientes puntos:
 - Esbozar posibles Layout en los lugares propuestos y balsa artificial a medida. Planteamiento de fuerzas (genérico).

PUNTOS A ABORDAR (23/03/17- 30/03/17)

- Teoría calculo pilonas.
- Acotar geométricamente un primer planteamiento:
 - Hexágono irregular, pero que este dentro de las dimensiones del lago. 2 lados largos.
 - Pentágono. Forma óptima de aprovechar espacio respetando distancia seguridad 25m.
- Verificar ángulos abrazados y tensión del cable tensiones en el diseño. Vacío y con 10 esquiadores. El dato del peso/resistencia del esquiador lo proporciona Alejandro.

PUNTOS A ABORDAR (30/03/17- 6/04/17)

Presentados dos modelos en pentágono y hexágono. Subirá el resumen con:

- Ángulos abrazados.
- Tensiones cable:
 - Vacío.
 - 10 esquiadores

REUNIÓN JUEVES (06/04/17-13/04/17)

Añadirá una estructura ideal en pentágono, posible ubicación en lago artificial.

Subirá el resumen con:

- Ángulos abrazados.
- Tensiones cable:
 - Vacío
 - 10 esquiadores

Selección software a usar Robot Structural Analysis.

Visita OCP (29/04/17)

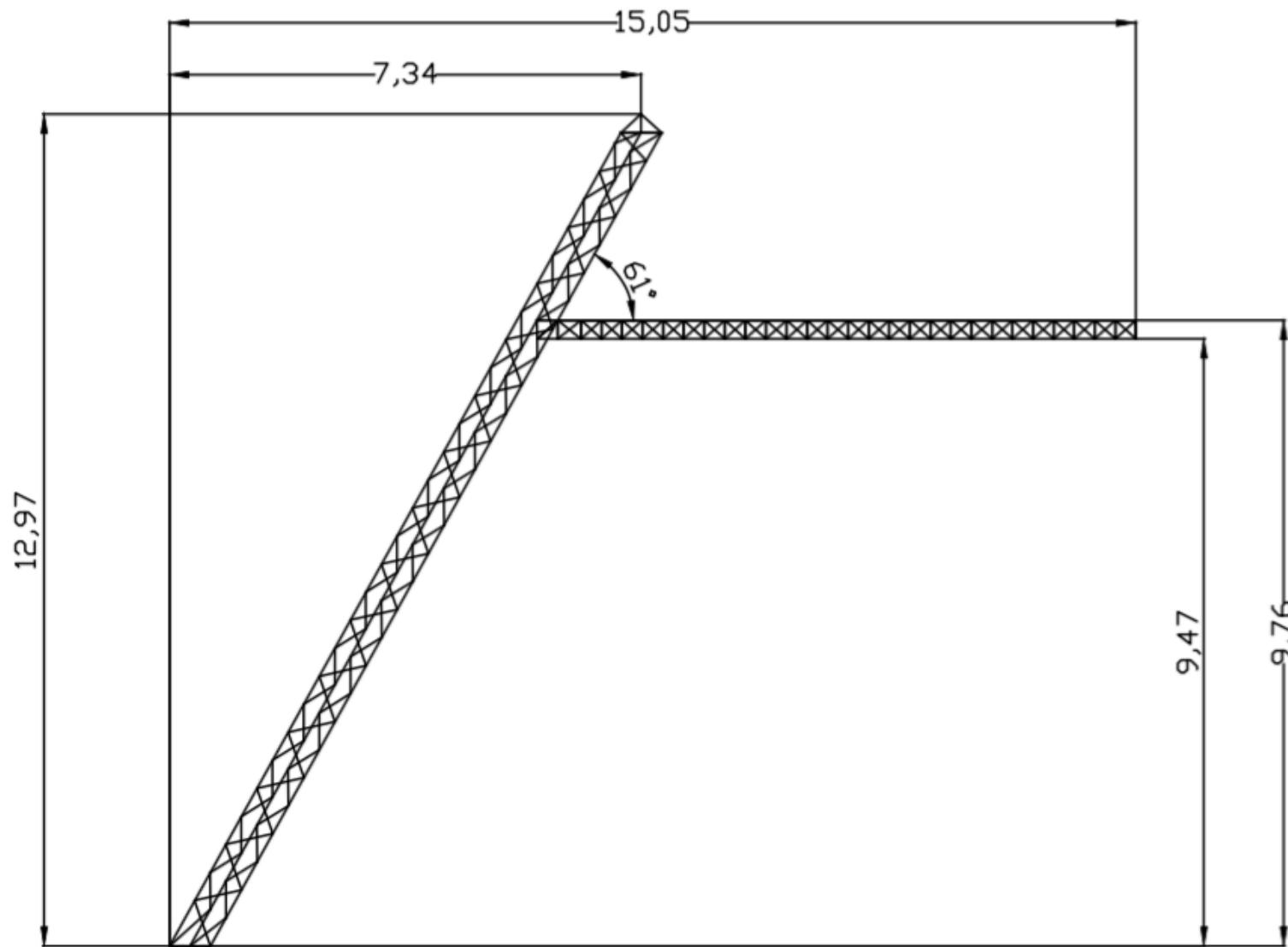
Se realiza la visita al Olympic Cable Park. Se preguntan al técnico las dudas generales del equipo.

REUNIÓN (18/05/17)

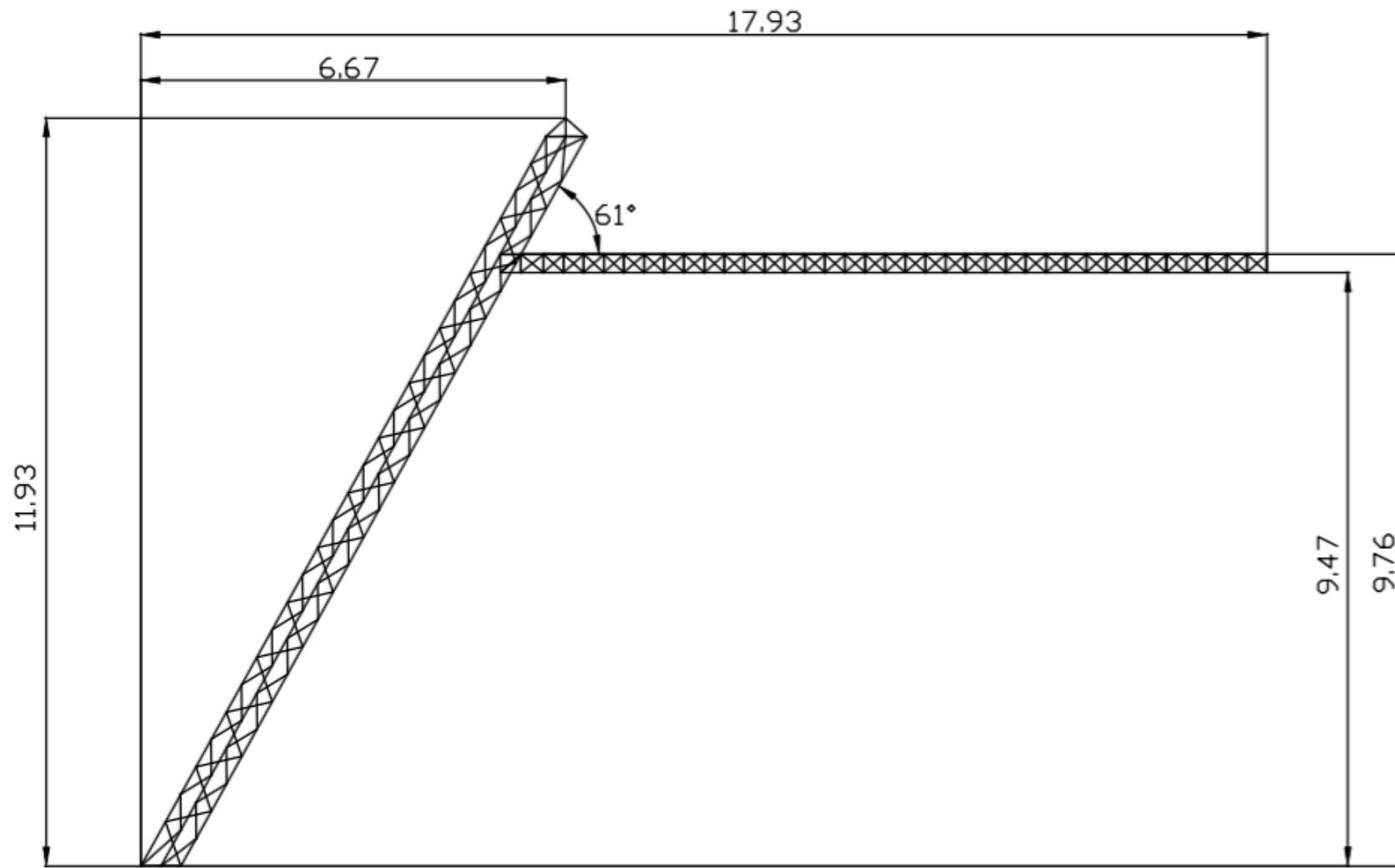
Realizar con la colaboración de Iciar el Cálculo de las cargas del cable, mediante el software Dlubal.

A partir del mes de mayo ha habido reuniones periódicas sin levantar actas de las mismas.

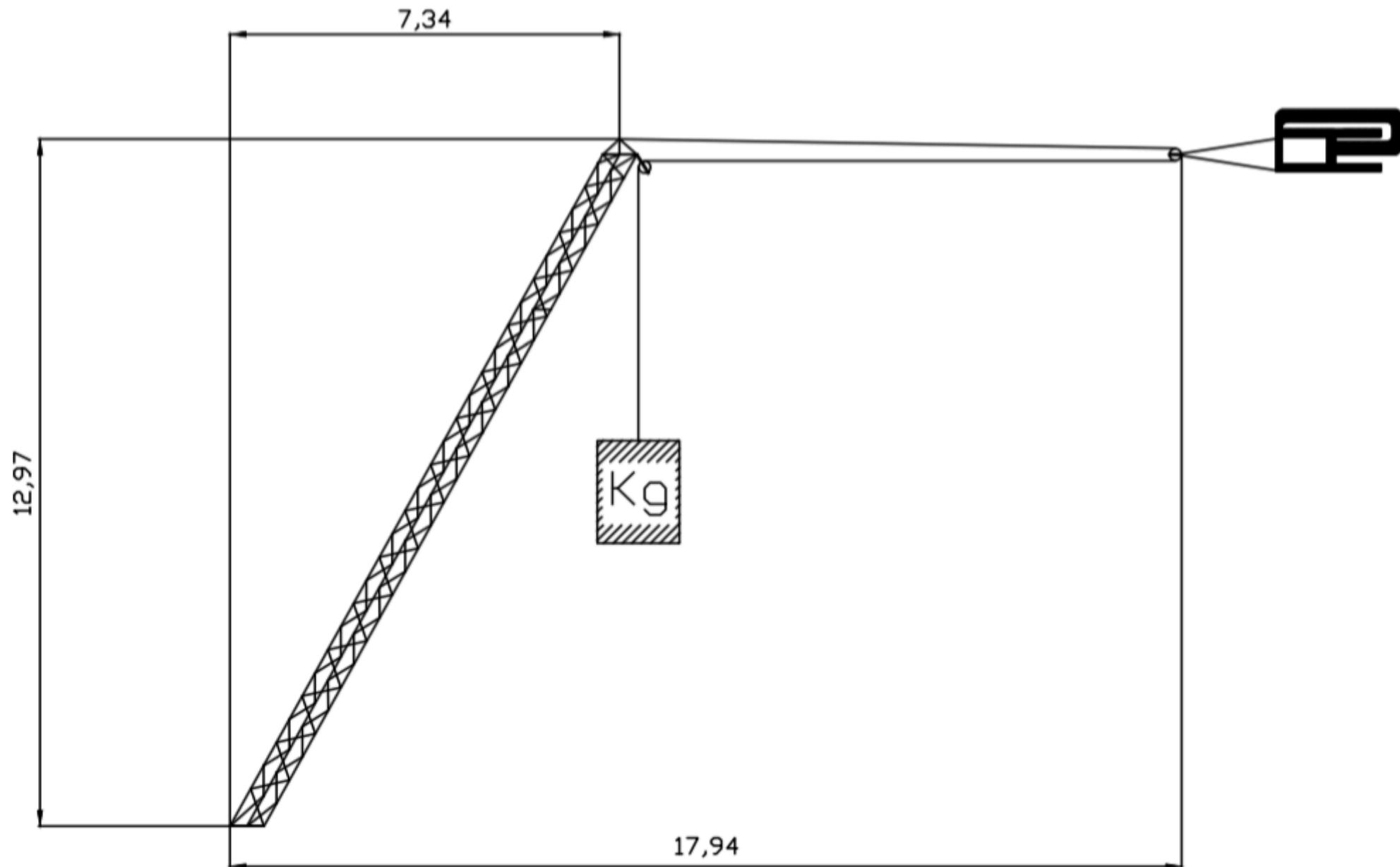
3. PLANOS



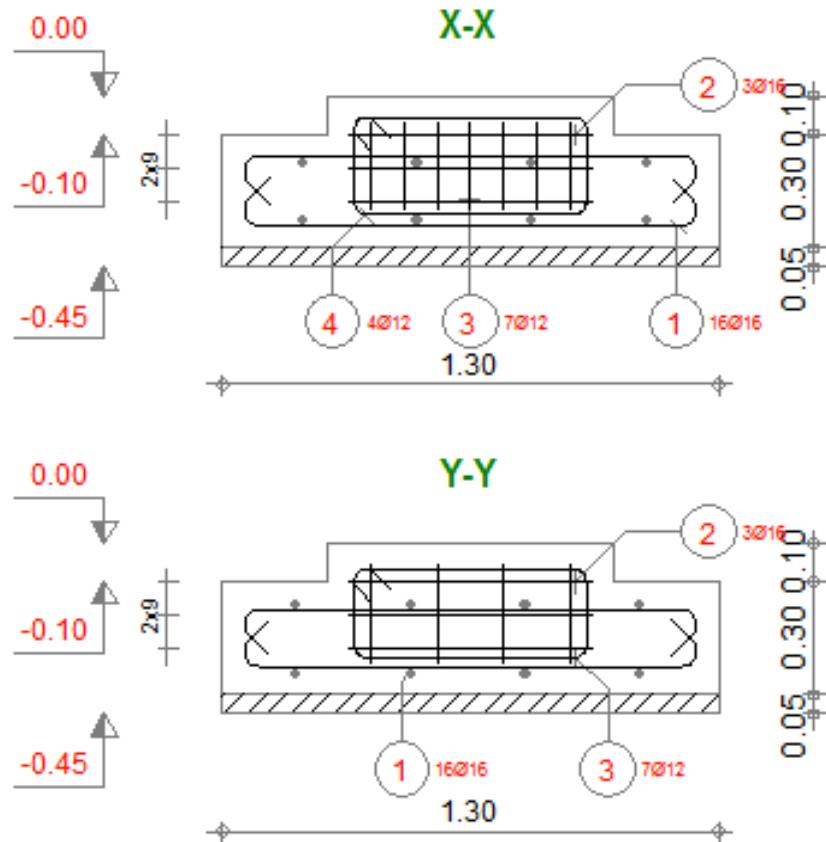
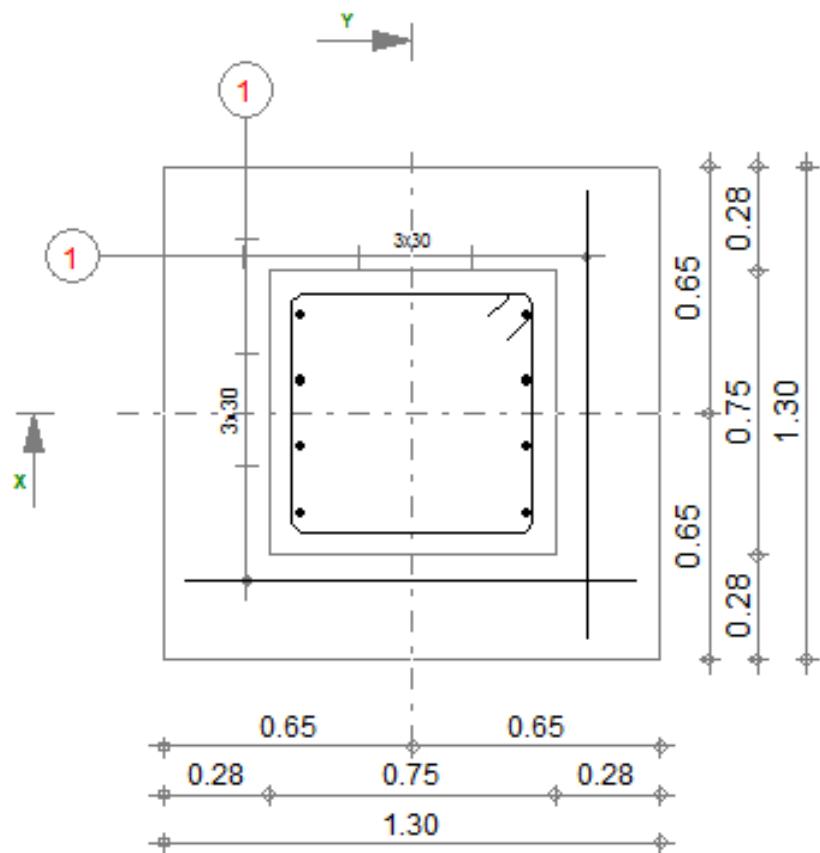
| | | | |
|------------|------------|---|---|
| Dibujado | Fecha | AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA |
| Comprobado | | | |
| Material | Acero S355 | | |
| Escala: | 1:100 | PILONA MOTORA | PLANO N°: 1 |



| | | | |
|------------|------------|---|---|
| Dibujado | Fecha | AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA |
| Comprobado | | | |
| Material | Acero S355 | | |
| Escala: | 1:100 | | PLANO N°: 2 |
| | | PILONA TÍPICA | |



| | | | | |
|------------|-------|--------|-----------------------------------|---|
| Dibujado | Fecha | AUTOR: | Aranda Rodríguez, Jorge Miguel | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA |
| Comprobado | | | | |
| Material | | | | |
| Escala: | 1:100 | | PILONA DEL CONTRAPESO | PLANO N°: 3 |



| Posic. | Armaduras | Forma | Acero | Posic. | Armaduras | Forma | Acero |
|--------|-----------|-------|--------------|---------|-----------|-------|-------|
| 1 | 16Ø16 | H.45 | 1.20 | B 500 S | 4 | 4Ø12 | H.89 |
| 2 | 3Ø16 | H.75 | 0.65 0.13 | B 500 S | | | |
| 3 | 7Ø12 | H.84 | 0.62 0.10 | B 500 S | | | |

| Resistencia a las fisuraciones categoría 3 | | | | Tel. | Fax | Hormigón : HA - 50 - 0.563 m3 | Acero B 500 S - 36.7 kg |
|--|--|--|--|------|-----|-------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | |



Nivel $\pm 0,00$

MOTORA rotada 46,32 grados

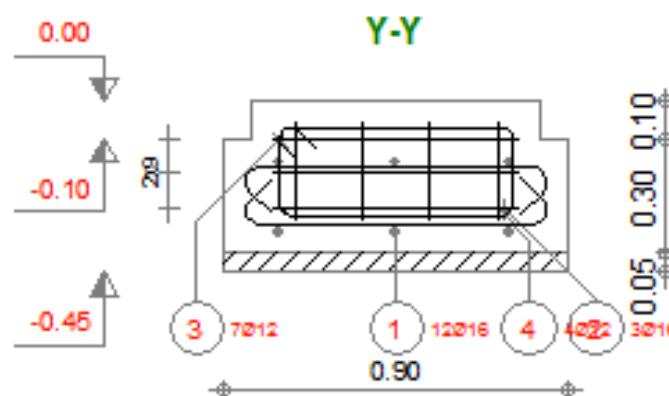
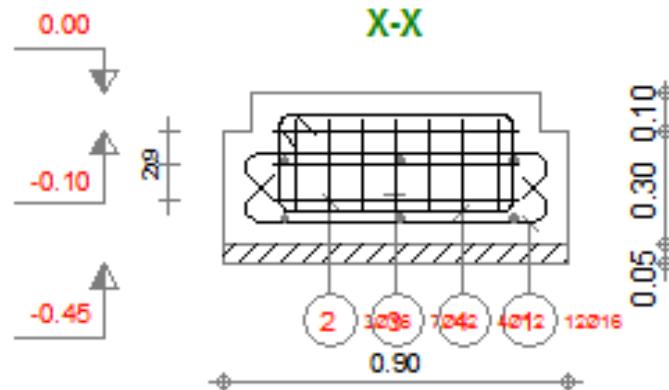
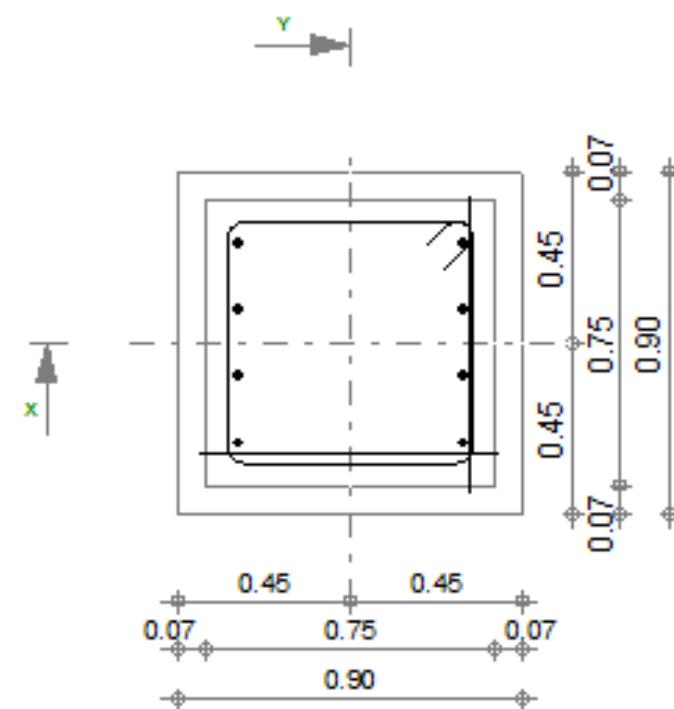
Cimentación2

Número 1

Superficie del encofrado = 1.86 m²
Densidad = 120.4 kg/m³

Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm
Escala para la vista 1/20
Escala para la sección 1/20

Página 1/1



| Posic. | Armaduras | Forma | Aero | Posic. | Armaduras | Forma | Aero |
|--------|-----------|-------|------|---------|-----------|-------|------|
| 1 | 12016 | H.06 | | 8 500 S | 4 | 4012 | H.08 |
| 2 | 3016 | H.75 | | 8 500 S | | | |
| 3 | 7012 | H.84 | | 8 500 S | | | |

Tel.

Fax

Acero B 500 S = 19.9 kg

Resistencia a las fisuraciones categoría 3

Hormigón : HA - 50 = 0.299 m3

Acero B 500 S = 31.2 kg



Nivel -0,02
pilona 2 128°

Cimentación1

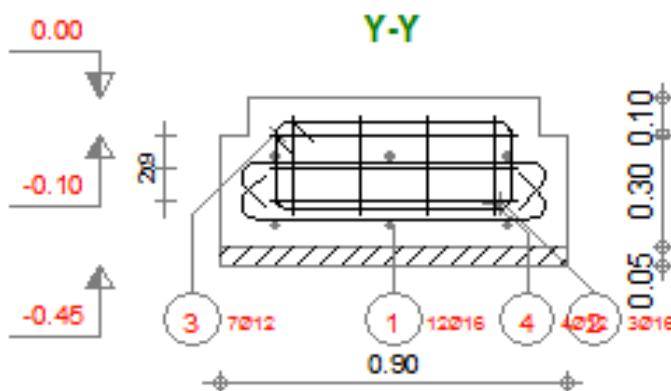
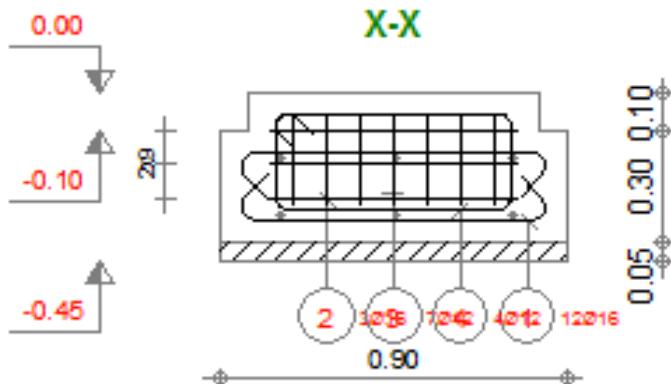
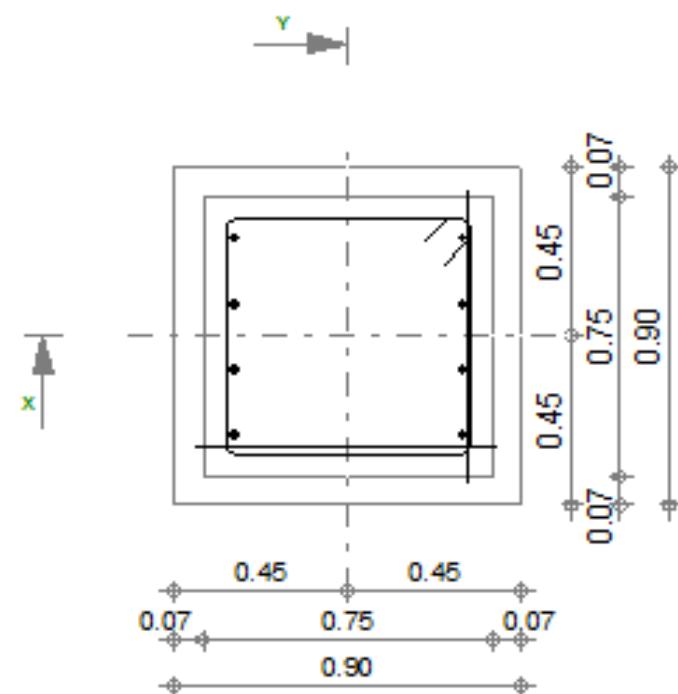
Número 1

Superficie del encofrado = 1.38 m2 Recubrimiento: c1 = 5 cm, c2 = 5 cm

Densidad = 170.9 kg/ m3

Escala para la vista 1/20
Escala para la sección 1/20

Página 1/1



| Posic. | Armaduras | Forma | Acero | Posic. | Armaduras | Forma | Acero |
|--------|-----------|-------|---------|--------|-----------|-------|---------|
| 1 | 12016 | H.05 | B 500 S | 4 | 4012 | H.09 | B 500 S |
| 2 | 3016 | H.75 | B 500 S | | | | |
| 3 | 7012 | H.84 | B 500 S | | | | |

Tel.

Fax

Acero B 500 S = 19.9 kg

Hormigón : HA - 50 = 0.299 m³

Acero B 500 S = 31.2 kg

Resistencia a las fisuraciones categoría 3

Número 1

Superficie del encofrado = 1.38 m² Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm
Densidad = 170.9 kg/ m³Escala para la vista 1/20
Escala para la sección 1/20

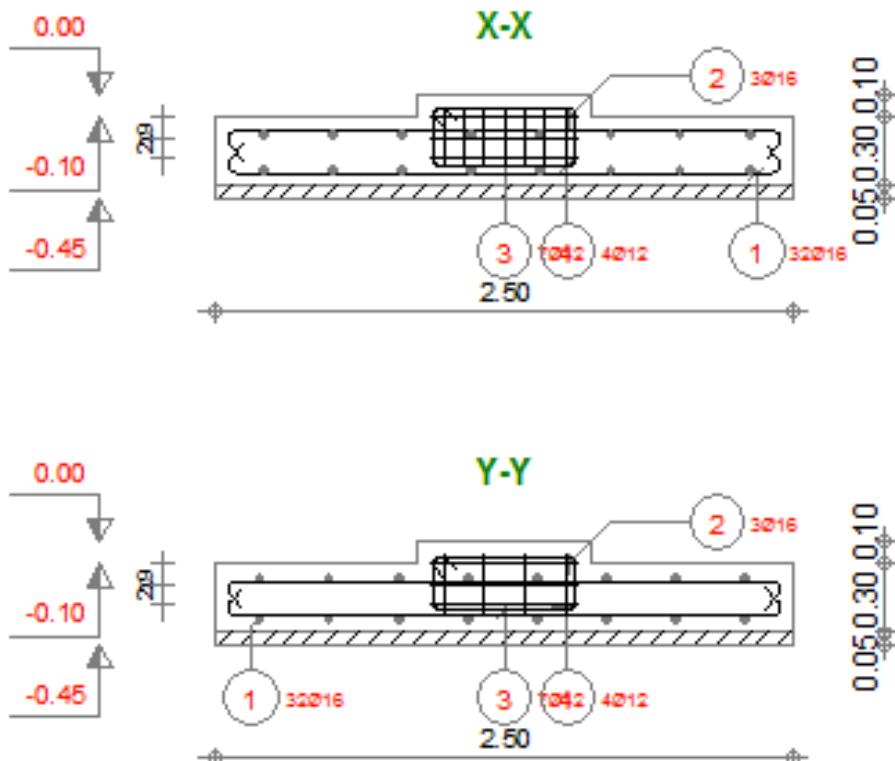
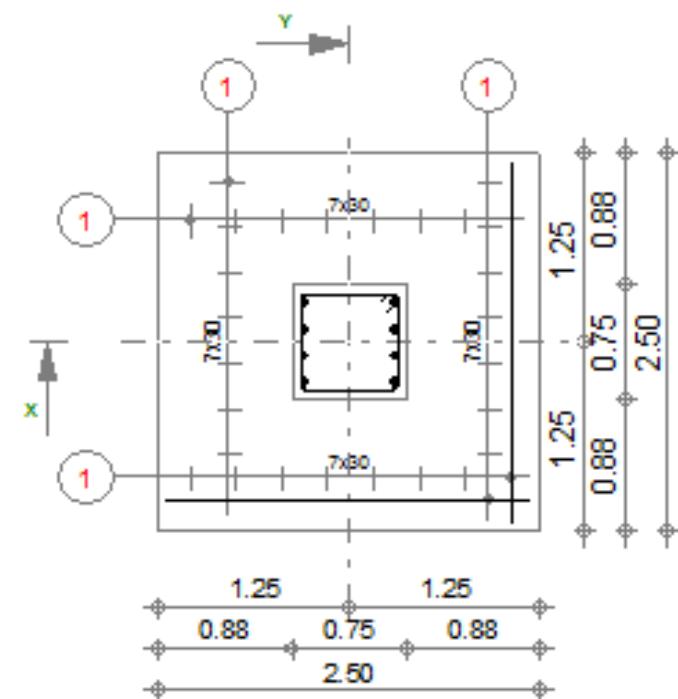
Página 1/1

Nivel -0,02

pilona 3 DEL PROYECTO LISTA

Cimentación383





| Posic. | Armaduras | Forma | Aero | Posic. | Armaduras | Forma | Aero | | |
|--------|-----------|-------|--|---------|-----------|-------|------|--|---------|
| 1 | 32016 | H.05 |  25 | 8.500 S | 4 | 4012 | H.05 |  25 | 8.500 S |
| 2 | 3016 | H.75 |  25 | 8.500 S | | | | | |
| 3 | 7012 | H.84 |  25 | 8.500 S | | | | | |

Tel.

Fax

Resistencia a las fisuraciones categoría 3

Acero B 500 S = 134 kg

Hormigón : HA - 50 = 1.93 m³

Acero B 500 S = 31.2 kg



Nivel ±0,00

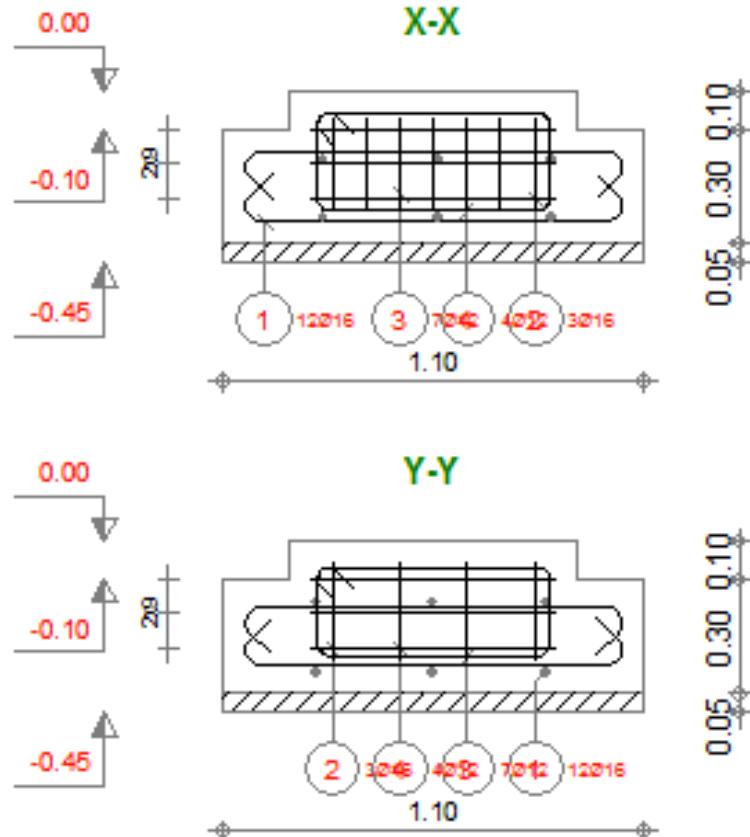
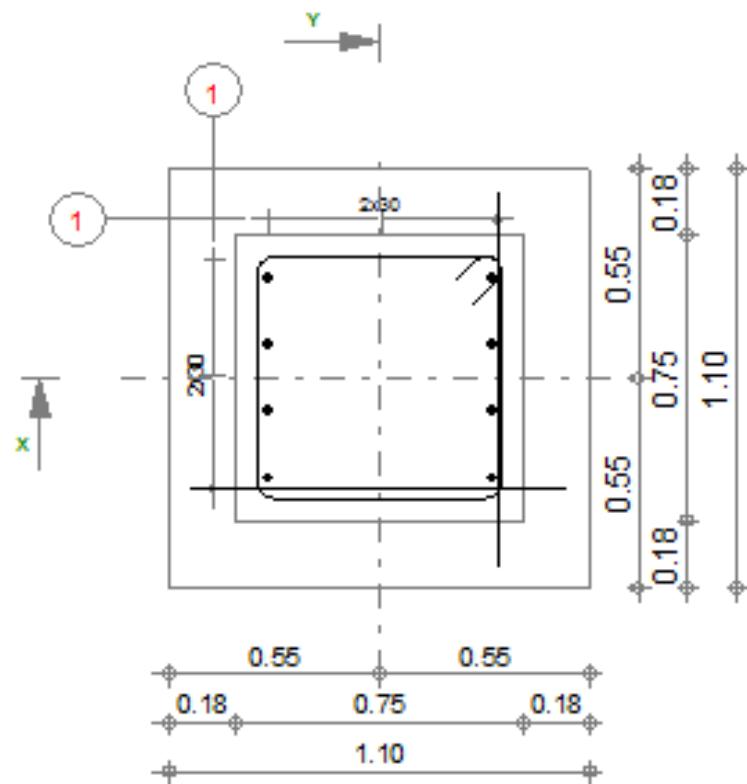
pilona contrapeso rotada 271,45°

Cimentación333

Número 1

Superficie del encofrado = 3.3 m² Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cmDensidad = 25.49 kg/ m³Escala para la vista 1/50
Escala para la sección 1/33

Página 1/1



| Posic. | Armaduras | Forma | Aero | Posic. | Armaduras | Forma | Aero |
|--------|-----------|-------|---------|--------|-----------|-------|---------|
| 1 | 12x16 | H.25 | B 500 S | 4 | 40x12 | H.88 | B 500 S |
| 2 | 30x16 | H.75 | B 500 S | | | | |
| 3 | 70x12 | H.84 | B 500 S | | | | |

Tel.

Fax

Acero B 500 S = 23.7 kg

Resistencia a las fisuraciones categoría 3

Hormigón : HA - 50 - 0.419 m3 Acero B 500 S = 31.2 kg

Número 1

Superficie del encofrado = 1.62 m2 Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm

Densidad = 131 kg/ m3

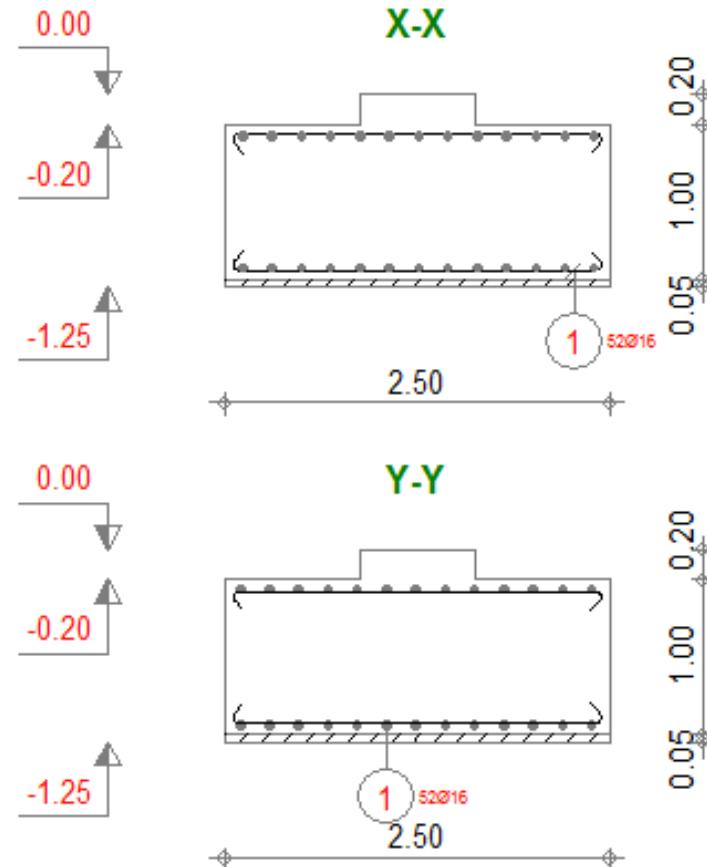
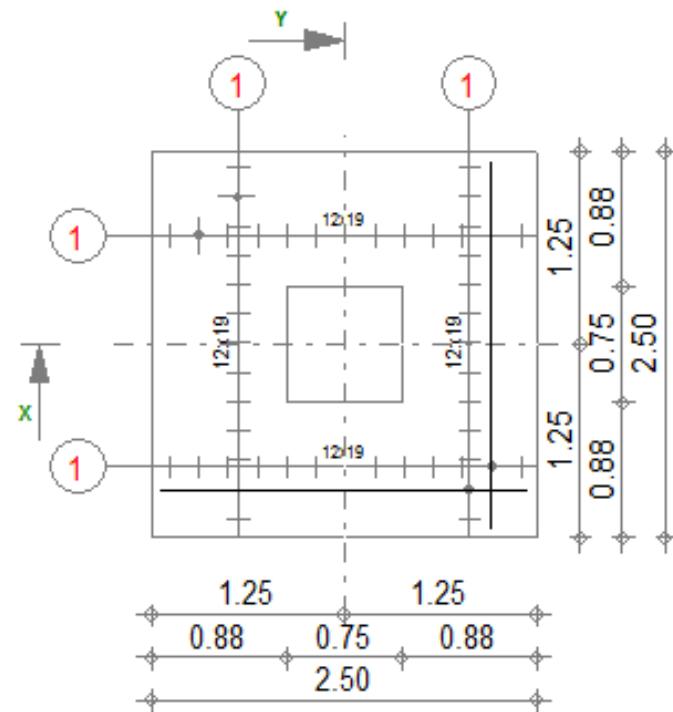
Escala para la vista 1/20
Escala para la sección 1/20

Página 1/1



Nivel -0,02
Pilona 5

Cimentación383



| Posic. | Armaduras | Forma | Acero |
|--------|-----------|--------|--------|
| (1) | 52016 | I=2.65 | B500 S |

Tel.

Fax

Acero B 500 S = 218 kg

Resistencia a las fisuraciones categoría 3

Hormigón : HA - 50 - 6.36 m3

Número 1

Superficie del encofrado = 10.6 m2
Densidad = 34.28 kg/ m3

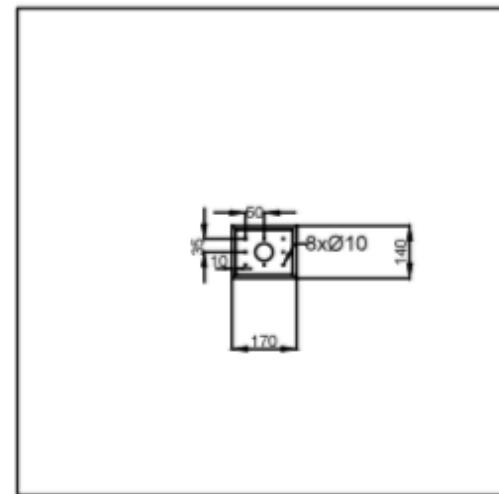
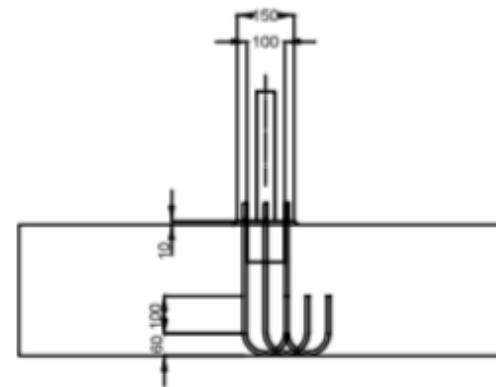
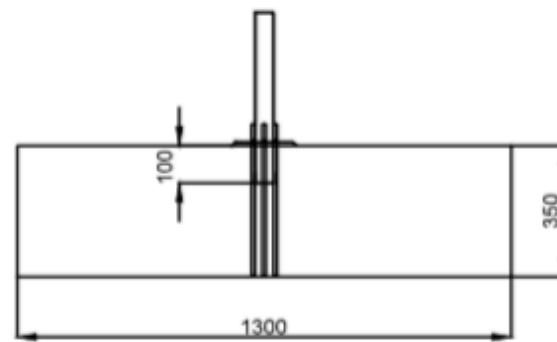
Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm
Escala para la vista 1/50
Escala para la sección 1/50

Página 1/1



Nivel +3,50
Zapata tirantes

Cimentación25



| | | | |
|------------|------------|---|---|
| Dibujado | Fecha | AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA |
| Comprobado | 18-07-2017 | | |
| Material | Acero S355 | | |
| Escala: | 1:20 | | |
| ANCLAJES | | PLANO N°: 4 | |

