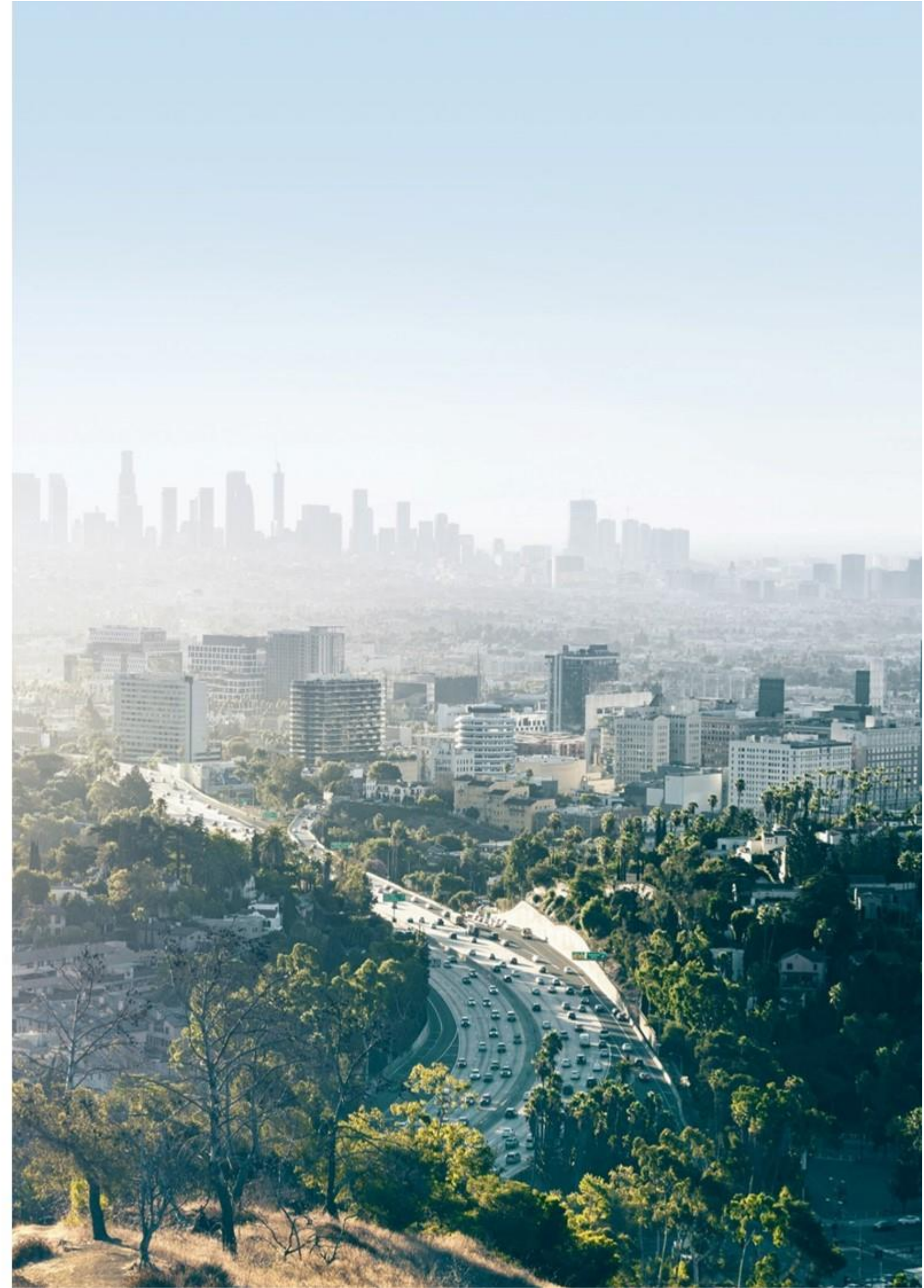


**Actuaciones para el desarrollo del plan de acción  
contra el ruido de la fase II en la autovía A-1. P.K.  
12+900 a 17+200. Provincia de Madrid.**

**Clave 39-M-15110.**



**ANEJO Nº18:  
DEFINICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS BARRERAS  
ACÚSTICAS**





**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS .....</b>	<b>5</b>
2.1.- POSTES Y PLACAS DE ANCLAJE .....	5
2.2.- SOLUCIONES CIMENTACIÓN.....	6
2.2.1.- Cimentación profunda - pilotes.....	6
2.2.2.- Estructura metálica de anclaje de poste a tablero de estructura existente.....	7
2.2.3.- Cimentación directa - zapata.....	8
<b>3.- ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>9</b>
3.1.- INSTRUCCIONES Y NORMAS APLICADAS .....	9
3.2.- DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS DE ORDENADOR UTILIZADOS .....	9
3.3.- BASES DE CÁLCULO.....	9
3.3.1.- Características de los materiales .....	9
3.3.2.- Niveles de control adoptados .....	9
3.3.3.- Acciones consideradas para el cálculo .....	9
3.3.3.1.- Peso Propio .....	9
3.3.3.2.- Viento.....	10
3.3.3.3.- Retirada de la nieve.....	11
3.3.3.4.- Aerodinámica por el paso de los vehículos .....	12
3.3.4.- Hipótesis de carga.....	12
3.3.5.- Valores representativos de las acciones .....	12
3.3.6.- Valores de cálculo de las acciones .....	12
3.3.7.- Combinación de acciones .....	13
3.3.8.- Limitaciones para las deformaciones .....	13
3.3.9.- Vida Útil .....	14
<b>4.- PROCESOS DE CÁLCULO.....</b>	<b>14</b>
4.1.- POSTE Y PLACA DE ANCLAJE .....	14
4.2.- CIMENTACIÓN PILOTADA.....	14
4.3.- CIMENTACIÓN DIRECTA.....	16
4.4.- ESTRUCTURA METÁLICA DE ANCLAJE DE POSTE A TABLERO DE ESTRUCTURA EXISTENTE .....	16

**TABLAS**

Tabla 1. Perfil metálico del poste según altura en metros.....	5
Tabla 2. Resumen de pilotes .....	7
Tabla 3. Tramos de pantalla dispuestos sobre estructuras existentes.....	7
Tabla 4. Categorías de terreno y parámetros del terreno. ....	10
Tabla 5. Coeficientes de presión. ....	11
Tabla 6. Valores de los coeficientes $\psi$ para las pantallas. ....	12
Tabla 7. Valores recomendados del coeficiente parcial de seguridad para la resistencia a fatiga. ....	13

**FIGURAS**

Figura 1. Soluciones estructurales .....	5
Figura 2. Poste y placa de anclaje.....	5
Figura 3. Localización de los postes de distintas alturas a lo largo del proyecto.....	6
Figura 4. Sección tipo cimentación profunda - pilotes.....	6
Figura 5. Anclaje a estructura existente .....	8
Figura 6. Cimentación directa.....	8
Figura 7. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$ . ....	10
Figura 8. Leyenda para las zonas de muros autoportantes y barandillas (Fig. 7.19 - EN 1991-1-4). ....	11
Figura 9. Dimensiones de las zonas para un dispositivo reductor de ruido con diferentes alturas a lo largo de la longitud.....	11
Figura 10. Efecto de la altura sobre la carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve. ....	12
Figura 11. Valor de la carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.....	12
Figura 12. Reducción de la capacidad pasiva del terreno debido al terraplén frontal.....	15

**APÉNDICES**

**APÉNDICE Nº1: POSTES Y PLACAS DE ANCLAJE**

**APÉNDICE Nº2: CIMENTACIONES PROFUNDAS**

**APÉNDICE Nº3: PASO SOBRE ESTRUCTURAS**

**APÉNDICE Nº4: TABLAS RESUMEN**



## 1.- INTRODUCCIÓN

Este anejo incluye los cálculos correspondientes a todas las estructuras que componen el Proyecto de Construcción de Actuaciones para el desarrollo del plan de acción contra el ruido de la fase II en la autovía A-1. P.K. 12+900 a 17+200. Provincia de Madrid.

El objeto es el diseño de las estructuras necesarias para soportar las pantallas acústicas: los postes entre paneles y sus anclajes, la cimentación correspondiente y las estructuras auxiliares necesarias para el anclaje de los postes cuando se produce el cruce con otra estructura existente.

Las estructuras proyectadas se enumeran a continuación:

- Postes para disponer entre los paneles acústicos, junto con su placa de anclaje y pernos de sujeción a la cimentación.
- Cimentación pilotada de los postes, compuesta por encepado, viga de atado y pilote.
- Cimentación directa de los postes en un tramo concreto de la barrera PP\_A1\_14,25\_MD\_1(2).
- Estructura metálica de anclaje del poste al tablero de la estructura existente.

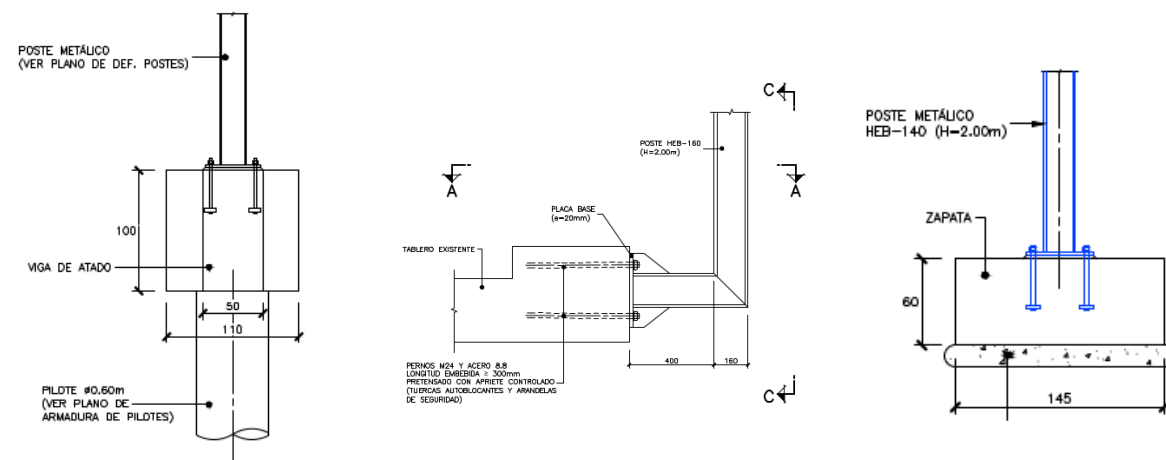


Figura 1. Soluciones estructurales

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS

### 2.1.- POSTES Y PLACAS DE ANCLAJE

Los postes están compuestos por perfiles metálicos HEB de acero S275 con distinto canto según la altura del poste, tal y como se recoge en la siguiente tabla.

Tipología de postes	
H(m)	Perfil
2,00	HEB - 140 *
3,00	HEB - 180
4,00	HEB - 220
5,00	HEB - 260
6,00	HEB - 300

\*Los tramos anclados sobre estructura son HEB 160

Tabla 1. Perfil metálico del poste según altura en metros.

La unión a la cimentación se compone de una placa base rectangular, con 4 pernos de acero clase 8.8 pretensado con par de apriete controlado. La placa cuenta con 2 cartelas rigidizadoras y los pernos se sujetan a la placa mediante tuercas autoblocantes con arandelas de seguridad.

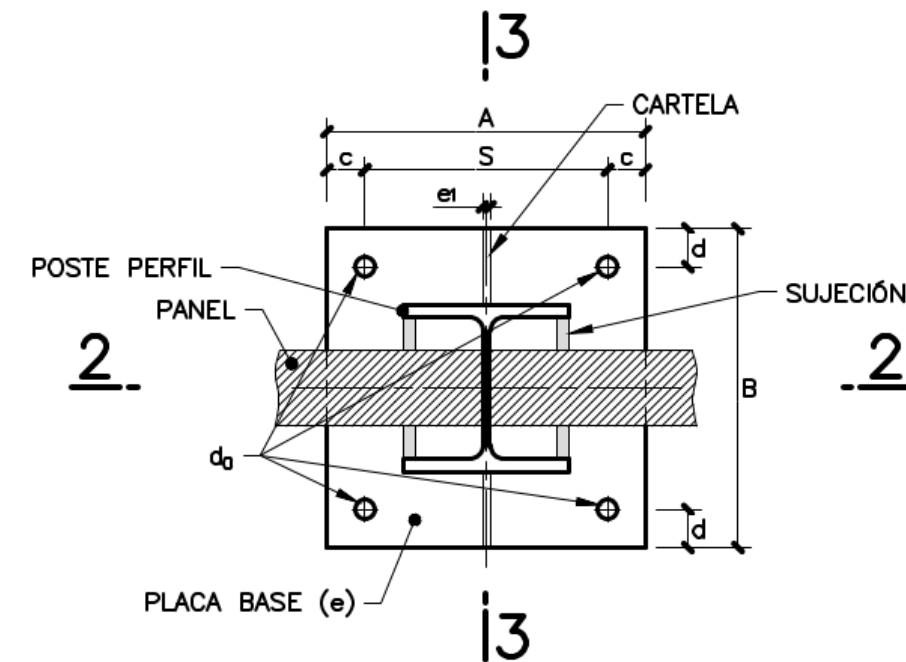


Figura 2. Poste y placa de anclaje.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los postes de distintas alturas a lo largo de las pantallas que componen el proyecto.

Pantalla	POSTES				
	H = 2 m (HEB-140)	H = 3 m (HEB-180)	H = 4 m (HEB-220)	H = 5 m (HEB-260)	H = 6 m (HEB-300)
PP_A1_13,2_MD_1(1)				1-59	
PP_A1_13,2_MD_1(2)				1-25	
PP_A1_13,2_MD_1(3)				1-46	
PP_A1_14,25_MD_1(1)				1-29	
PP_A1_14,25_MD_1(2)	28-36			1-27	37-80
PP_A1_14,25_MD_2(1)					1-11
PP_A1_14,25_MD_2(2)	36-45 (*)				1-35
PP_A1_14,25_MI_1				1-23	
PP_A1_14,25_MI_2(1)					1-11
PP_A1_14,25_MI_2(2)					1-36
PP_A1_16_MD_1(1)			1-46		
PP_A1_16_MD_1(2)	13-25(**) 110-120 176-187		1-12 26-109 121-152	153-175 188-217	
PP_A1_16_MD_2					1-41
PP_A1_16_MD_3	30-44 (*)	1-29 45-62			
PP_A1_16_MI_1	25-40 (*)			1-24 41-80	
PP_A1_16_MI_2	89-98 (*)		1-88 99-124		
PP_A1_16_MI_3	34-64 (*)	1-33			
	*Estos postes son HEB 160				

Figura 3. Localización de los postes de distintas alturas a lo largo del proyecto.

Tal y como se indicará más adelante, los postes y su unión al encepado se encuentran principalmente condicionados por el estado de fatiga.

La tipología adoptada se justifica en la facilidad para la colocación de los paneles acústicos entre las alas del perfil, así como la disponibilidad comercial de los perfiles HEB. En cuanto al anclaje a la cimentación, se ha intentado reducir el número de pernos, para facilitar el montaje en obra y se ha optado por una solución similar en todas las alturas, lo que facilitará tanto la fabricación como el montaje.

## 2.2.- SOLUCIONES CIMENTACIÓN

### 2.2.1.- Cimentación profunda - pilotes

La solución de cimentación profunda mediante pilotes es la más extendida a lo largo de toda la traza del proyecto. Se trata de pilotes de diámetro igual a 60 cm que culminan en su cabeza en encepados

de 1,1 m x 1,1 m x 1 m de canto. Los encepados se conectan entre si mediante una viga de atado de 0,5 m x 1 m de canto. Las longitudes de los pilotes van desde los 5,50m a los 11,50m en función de la altura de la pantalla, del tipo de terreno y de si se encuentra en talud. Este tipo de cimentación se emplea en un rango de alturas de 3 m a 6 m.

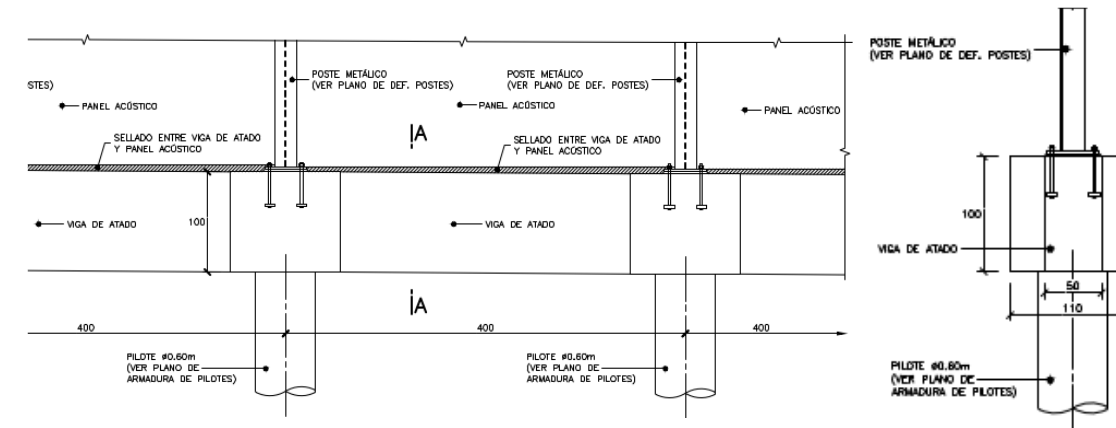


Figura 4. Sección tipo cimentación profunda - pilotes

El tipo de terreno considerado en cada caso se explica en el apéndice de cálculo. A continuación, se presentan las principales dimensiones y características para cada tipo de pilote de cada barrera acústica:

CIMENTACIÓN PROFUNDA MEDIANTE PILOTES							
PANTALLA	TRAMOS SEGÚN ESTUDIO ACÚSTICO	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	ZONA	LONGITUD PILOTE (m)	ARMADURA LONGITUDINAL $\Phi$ (mm)	ARMADURA TRANSVERSAL $\Phi$ (mm) a s (cm)
PP_A1_13,2_MD_1(1)	1,00	5,00	60,00	BORDE	6,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL	5,50		
PP_A1_13,2_MD_1(2)	2,00	5,00	60,00	BORDE	8,00	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_13,2_MD_1(3)	3,00	5,00	60,00	BORDE	7,50	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MD_1(1)	1,00	5,00	60,00	BORDE	8,50	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MD_1(2)	2,00	5,00	60,00	BORDE	7,50	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MD_2(1)	1,00	6,00	60,00	BORDE	7,00	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MD_2(2)	2,00	6,00	60,00	BORDE	8,50	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MI_1	1,00	5,00	60,00	BORDE	8,50	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MI_2(1)	1,00	6,00	60,00	BORDE	7,50	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_14,25_MI_2(2)	2,00	6,00	60,00	BORDE	7,50	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_16_MD_1(1)	1,00	4,00	60,00	BORDE	11,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL			
PP_A1_16_MD_1(2)	2,00	4,00	60,00	BORDE	9,00	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL			
	4,00	4,00	60,00	BORDE	9,00	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL			
	6,00	4,00	60,00	BORDE	9,00	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
CENTRAL							
7,00	5,00	60,00	BORDE	8,50	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL		7 $\Phi$ 16		
9,00	5,00	60,00	BORDE	8,50	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL		7 $\Phi$ 16		
PP_A1_16_MD_2	1,00	6,00	60,00	BORDE	10,00	9 $\Phi$ 20	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
PP_A1_16_MD_3	1,00	3,00	60,00	BORDE	8,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL			
3,00	3,00	60,00	BORDE	8,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL				
PP_A1_16_MI_1	1,00	5,00	60,00	BORDE	10,00	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
3,00	5,00	60,00	BORDE	10,00	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL		7 $\Phi$ 16		
PP_A1_16_MI_2	1,00	4,00	60,00	BORDE	9,00	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL		7 $\Phi$ 16	
3,00	4,00	60,00	BORDE	9,00	9 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL		7 $\Phi$ 16		
PP_A1_16_MI_3	1,00	3,00	60,00	BORDE	8,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20
				CENTRAL			
2,00	2,00	60,00	BORDE	8,50	7 $\Phi$ 16	c $\Phi$ 12 @ 20	
			CENTRAL				

Tabla 2. Resumen de pilotes

## 2.2.2.- Estructura metálica de anclaje de poste a tablero de estructura existente

Se ha definido una única solución para el anclaje de la pantalla a las estructuras existentes que se emplea en los siguientes tramos, todos de altura 2m:

PANTALLAS ACÚSTICAS PROPUESTAS				
Zona de Actuación	Nombre	Tramo	Altura (m)	Tipo de solución
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	3	2	Cimentación directa sobre paso inferior.
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_2	3	2	Estructura metálica anclada a estructura existente sin cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	3	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	5	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	8	2	Estructura metálica anclada a estructura existente sin cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_3	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_1	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_2	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.

Tabla 3. Tramos de pantalla dispuestos sobre estructuras existentes.

Aunque la solución es la misma, se siguen dos procedimientos distintos de cara a su instalación. En los casos en los que la estructura cuente con pretil metálico, la sujeción de los postes al tablero se realizará por medio de anclaje mecánicos al canto del voladizo.

En aquellos casos en los que la estructura no cuente con pretil metálico, se realizará la sustitución de la barrera existente por un pretil adecuado al nivel de contención. En este caso se propone la instalación de un pretil tipo Mosa -20, por homogeneidad con el tramo. Para ello será necesario realizar el recrecido del tablero donde se dejarán embebidos los pernos que servirán para la sujeción de los postes al tablero.

Se seguirá el siguiente proceso constructivo:

- Corte y retirada de la barrera existente.
- Hidrodemolición del borde del tablero dejando vistas las armaduras para la conexión con el tramo a recrecer.
- Colocación del armado correspondiente a la viga lateral de apoyo del pretil.
- Empalme del armado del voladizo existente con el tramo a recrecer.
- Colocación de los pernos de anclaje de los postes para las barreras.

- Hormigonado de la viga de apoyo del pretil que recrece el tablero.
- Colocación del pretil metálico.
- Colocación de la estructura metálica de sujeción de las pantallas, anclada a los pernos hormigonados.

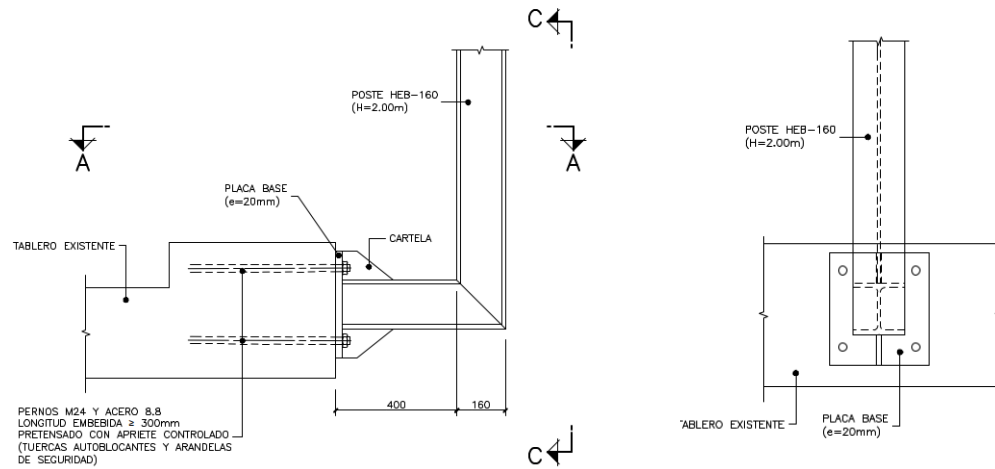


Figura 5. Anclaje a estructura existente

Los condicionantes en el dimensionamiento han sido las cargas transmitidas por las pantallas y el intento de reducción de la afección a la estructura existente.

Se ha optado una vez más por el empleo de perfiles comerciales que reducen los trabajos en taller y facilitan la ejecución. Las soldaduras de la estructura metálica se ejecutan con soldadura a tope y preparación de bordes con penetración total ejecutadas en taller, para asegurar la calidad de éstas.

### 2.2.3.- Cimentación directa - zapata

En la PP\_A1\_14.25\_MD\_1 (tramo 2), la carretera discurre sobre una doble bóveda de hormigón. El talud de la carretera se encuentra contenido por un emboquille, también de hormigón que impide que las tierras de la cobertera invadan la vía inferior.



Fotografía 1. Bóveda existente sobre la que se sitúa la pantalla acústica.

Se propone una cimentación directa, por medio de una zapata continua bajo la pantalla y centrada de 1.45 m de ancho y 0.6 m de canto.

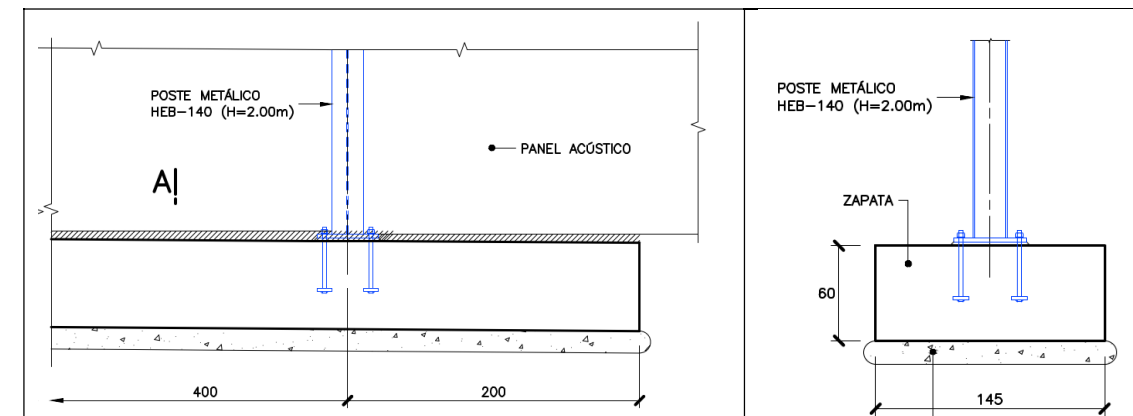


Figura 6. Cimentación directa



### 3.- ASPECTOS GENERALES

#### 3.1.- INSTRUCCIONES Y NORMAS APLICADAS

Para el dimensionamiento de las pantallas acústicas se han seguido las siguientes instrucciones y normas:

- Código Estructural aprobado por Real Decreto 470/2021 de 29 de junio.
- Eurocódigos:
  - ✓ UNE-EN 1990:2019 Eurocódigo 0: Base de cálculo de estructuras.
  - ✓ UNE-EN 1991-1-4:2005 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.
  - ✓ UNE -EN 1993-1-1:2013 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.
  - ✓ UNE -EN 1993-1-8:2013 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-8: Uniones.
  - ✓ UNE -EN 1993-1-9:2008/AC:2010. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-9: Fatiga.
- UNE 1794-1:2018+AC:2019. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad. También se empleará la edición de octubre de 2011 para determinar los efectos dinámicos debidos a los vehículos (A.2.3) y los límites de la deformación de los postes (A.3.2.2 Requisitos mecánicos para las barreras antirruído autoportantes. Elementos estructurales. Pantallas antirruído verticales).
- Guía de cimentación en obras de carretera.

#### 3.2.- DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS DE ORDENADOR UTILIZADOS

Los cálculos se han realizado con un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para modelar, analizar, y dimensionar cualquier tipo de estructuras:

- SAP2000 Ultimate, Versión 20.2.1, comercializado por CSI Spain Computers & Structures, inc.

Además, se han utilizado diversas hojas de cálculo de elaboración propia en formato Excel.

#### 3.3.- BASES DE CÁLCULO

##### 3.3.1.- Características de los materiales

- Hormigones:
  - ✓ Hormigón de regularización y limpieza: HL-150
  - ✓ Hormigón en pilotes HA-30/F/25/XC2
  - ✓ Hormigón en zapatas y encepados: HA-30/P/25/XC2;  $f_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Aceros:
  - ✓ Acero en armaduras pasivas: B-500-SD;  $f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$
  - ✓ Perfiles y chapas de acero de calidad: S275;  $f_{yk} \geq 275 \text{ N/mm}^2$
  - ✓ Pernos de acero clase 8.8 pretensado con apriete controlado de acuerdo con EN 1090-2.

Los recubrimientos de los pilotes y estructuras en contacto con el terreno serán de 7,5 cm, mientras que para el resto de 3,5 cm.

##### 3.3.2.- Niveles de control adoptados

Se establece un nivel de control de ejecución INTENSO para los hormigones de la infraestructura. Será imprescindible, por tanto, que el contratista esté en posesión de un sistema de la calidad certificado conforme a la UNE-EN ISO 9001.

El nivel de control de los materiales se establece en NORMAL para el acero en armaduras y ESTADÍSTICO para el hormigón.

##### 3.3.3.- Acciones consideradas para el cálculo

###### 3.3.3.1.- Peso Propio

El peso propio será el que constituyan los elementos estructurales de las pantallas considerando para cada material los siguientes pesos específicos:

- Hormigón: 25 KN/m<sup>3</sup>.
- Acero: 78.5 KN/m<sup>3</sup>.

- Pantallas acústicas: Al ser todas metálicas, se ha considerado un peso de 21,2 kg/m<sup>2</sup>.

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{para } z < z_{min}$$

### 3.3.3.2.- Viento

El viento se asimila a una carga estática equivalente cuya formulación se describe a continuación. Por tanto, no se consideran fenómenos aeroelásticos.

La velocidad básica se obtiene mediante la siguiente expresión, donde:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$

v<sub>b,0</sub>: Es el valor fundamental de la velocidad básica del viento. Se tomará según el mapa de isotacas del anejo nacional del EN 1991-1-4.

C<sub>dir</sub>: Coeficiente direccional, se toma igual a 1.0.



Figura 7. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento v<sub>b,0</sub>.

Fuente: Anejo nacional EN 1991-1-4.

C<sub>season</sub>: Coeficiente estacional, se toma igual a 1.0.

La velocidad media del viento a una altura (z) se obtiene mediante la expresión, siendo:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

c<sub>r</sub>(z): factor de rugosidad.

K<sub>r</sub> factor del terreno, que depende de la longitud de la rugosidad z<sub>0</sub> y se calcula:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Z<sub>0,II</sub> igual a 0.05 m.

Z<sub>min</sub> la altura mínima según la tabla adjunta.

Z<sub>max</sub> igual a 200 m.

c<sub>o</sub>(z): coeficiente topográfico. Se tomará un valor igual a 1, salvo en las zonas en las que se produzca un encauzamiento del viento, donde se adoptará un valor de 1,1.

Se tendrán en cuenta los tipos de entorno para la determinación de los parámetros mencionados:

Categoría de terreno		z <sub>0</sub> m	z <sub>min</sub> m
0	Mar abierto o zona costera expuesta al mar abierto	0,003	1
I	Lagos o áreas planas y horizontales con vegetación despreciable y sin obstáculos	0,01	1
II	Áreas con vegetación baja, como hierba, y obstáculos aislados (árboles, edificaciones) con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos	0,05	2
III	Áreas con una cobertura de vegetación uniforme o edificaciones o con obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos (villas, terreno suburbano, bosques permanentes)	0,3	5
IV	Áreas en las que al menos un 15% de la superficie está cubierta por edificios cuya altura media supera los 15 m	1,0	10

NOTA – Las categorías de terrenos se ilustran en el capítulo A.1.

Tabla 4. Categorías de terreno y parámetros del terreno.

Fuente: Tabla 4.1 UNE-EN-1991-1-4.

La presión de viento es el efecto resultante del viento sobre una estructura. Para obtenerlo, es necesario elegir un coeficiente aerodinámico, que es función del tipo de estructura. En el caso de las pantallas antirruído, se utiliza el coeficiente de presión neta. De esta forma, la presión se define como:

$$w = c_{p,net} \cdot q_p(z_e)$$

c<sub>p,net</sub>: coeficiente de presión neta.

q<sub>p</sub>: presión correspondiente a la velocidad de pico indicada.

ze: altura de referencia igual a la altura de la pantalla h.

Para determinar el coeficiente de presión neta, la Norma UNE EN 1794-1, divide los dispositivos reductores de ruido en cuatro zonas:

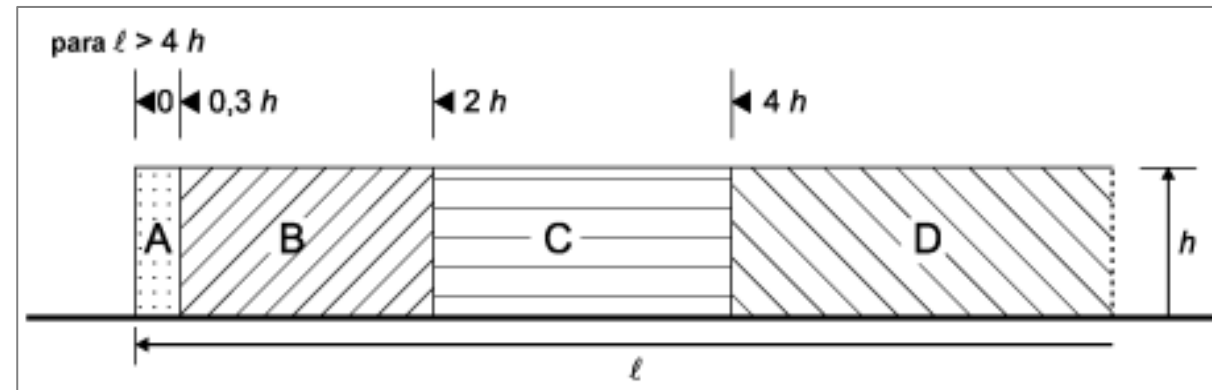


Figura 8. Leyenda para las zonas de muros autoportantes y barandillas (Fig. 7.19 - EN 1991-1-4).

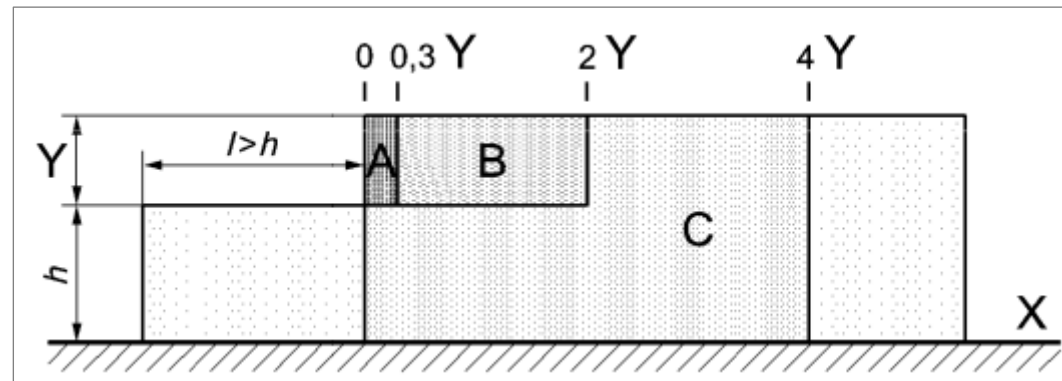


Figura 9. Dimensiones de las zonas para un dispositivo reductor de ruido con diferentes alturas a lo largo de la longitud.

Fuente: Figura A.2 EN 1794-1:2011.

Solidez	Zona		A	B	C	D
	φ = 1	Sin contrafuertes en los extremos	ℓ/h ≤ 3	2,3	1,4	1,2
ℓ/h = 5			2,9	1,8	1,4	1,2
ℓ/h ≥ 10			3,4	2,1	1,7	1,2
	Con contrafuertes en los extremos de longitud ≥ h <sup>a</sup>		2,1	1,8	1,4	1,2
φ = 0,8			1,2	1,2	1,2	1,2

<sup>a</sup> Se puede emplear la interpolación lineal para las longitudes de los contrafuertes en los extremos en vuelta entre 0,0 y h

Tabla 5. Coeficientes de presión.

Fuente: Tabla 7.9 UNE - EN\_1991-1-4.

La presión correspondiente a la velocidad de pico se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$qp(z) = [1 + 7 \cdot lv(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

lv(z): intensidad de la turbulencia.

$$l_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$l_v(z) = l_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

K1 es el factor de turbulencia. ρ: densidad del aire, que se puede considerar igual a 1.25 kg/m3.

vm(z): velocidad media del viento.

Por razones de economía, a efectos de dimensionamiento (pilotes y perfiles HEB donde se colocan las láminas acústicas) cuando la longitud de la zona intermedia sea igual o superior a las de las zonas de borde hay que considerar dos zonas:

- Zona Interior: Aquella zona donde los perfiles y pilotes están sujetos sensiblemente a los mismos esfuerzos provocados por el viento, con frecuencia a partir del quinto o sexto pilote contando desde el borde. Se dimensionarán con los esfuerzos más desfavorables de esta zona.
- Zona de Borde: Los perfiles y pilotes que están afectados por el efecto borde, con esfuerzos claramente superiores a los de la zona interior. Estos se dimensionarán con el perfil más desfavorable, que suele ser el segundo o tercer apoyo de la pantalla.

### 3.3.3.3.- Retirada de la nieve

Tal y como establece la UNE-EN 1794-1, bajo la retirada de la carga de nieve, los elementos estructurales y acústicos no deben mostrar ningún síntoma de fallos tales como colapso, desplazamiento permanente por flecha de los elementos acústicos o grietas de un tamaño superior al que se considere aceptable para el entorno previsto para el uso del elemento.

Para ello se asegurará la resistencia de los postes y la cimentación, con un factor parcial de carga de 1.5, para la siguiente carga dinámica, actuando sobre 2 m x 2 m:

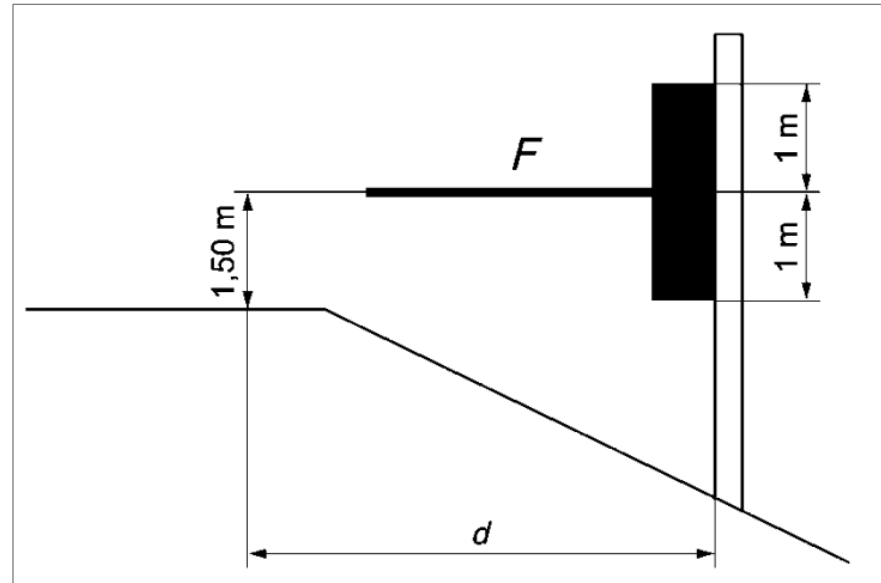


Figura 10. Efecto de la altura sobre la carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

Fuente: UNE-EN 1794-1 2018+AC, Fig. E.1.

Tal y como indica la citada normativa, el término acción dinámica no implica que se debe realizar un análisis de fatiga del elemento.

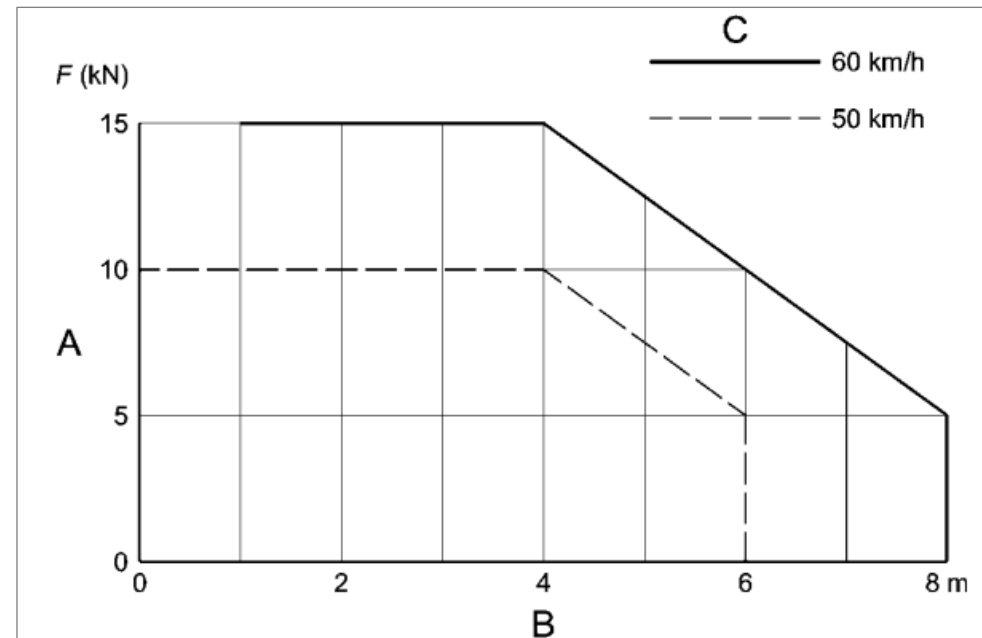


Figura 11. Valor de la carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

Fuente: UNE-EN 1794-1 2018+AC, Fig. E.2.

### 3.3.3.4.- Aerodinámica por el paso de los vehículos

Tal y como establece la UNE - EN 1794-1 2011, se tendrán en cuenta los efectos dinámicos debidos a los vehículos, y deberá realizarse las comprobaciones a fatiga bajo estas cargas, según las características particulares de las pantallas y la zona en la que se sitúan, para los siguientes valores de presión (o succión):

- a) Paso de vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido de 1 m y una velocidad máxima de 100 Km/h en campo abierto:  $q(v)=650$  Pa.
- b) Paso de vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido de 3 m y una velocidad máxima de 120 Km/h en campo abierto:  $q(v)=800$  Pa.
- c) Tráfico bidireccional en un túnel, a una distancia del dispositivo reductor de ruido de 1 m y a una velocidad máxima 120 Km/h:  $q(v)=1\ 500$  Pa.
- d) En los demás casos, deben realizarse cálculos específicos para determinar la magnitud de esta presión dinámica.

### 3.3.4.- Hipótesis de carga

### 3.3.5.- Valores representativos de las acciones

De manera general con las cargas explicadas anteriormente, en este caso en concreto únicamente se tiene en cuenta una acción de tipo variable, con los siguientes coeficientes según el eurocódigo:

Valores recomendados para los coeficientes $\psi$			
Acción	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Viento	0	0,2	0
Retirada de nieve	0	0,2	0
Aerodinámica paso de vehículos	0	0	0

Tabla 6. Valores de los coeficientes  $\psi$  para las pantallas.

### 3.3.6.- Valores de cálculo de las acciones

Se obtiene multiplicando el valor representativo de cada acción por un coeficiente de seguridad  $\gamma F$ . Tal y como se establece en el apéndice B de la norma UNE -EN 1794-1, los valores a emplear son:

$\gamma G= 1.35$  para el peso.

$\gamma Q= 1.5$  para el viento y la retirada de la nieve.



$\gamma_{Mf} = 1.15$  para el análisis de fatiga (Integridad asegurada de la estructura con consecuencias leves del fallo).

Método de evaluación	Consecuencias del fallo	
	Leves	Graves
Tolerancia al daño	1,00	1,15
Integridad asegurada	1,15	1,35

Tabla 7. Valores recomendados del coeficiente parcial de seguridad para la resistencia a fatiga.

Fuente: UNE-EN 1993-1-9 Tabla 3.1.

### 3.3.7.- Combinación de acciones

Tal y como establece la UNE 1794-1, las cargas debidas al viento y la presión dinámica debida al paso de vehículos no actúan de forma simultánea. Por otro lado, la carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve no actúa de forma simultánea con la carga del viento. Por lo tanto, las combinaciones de acciones consideradas son las siguientes:

- Presión de viento como única carga variable.
- Carga de retirada de la nieve como única carga variable.
- Carga aerodinámica por el paso de vehículos para las comprobaciones a fatiga.

Estado límite último, situación persistente o transitoria:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Resultando en las siguientes combinaciones:

- 1.35xPeso propio+1.5xViento.
- 1.35xPeso Propio+1.5xRetirada de nieve.
- 1.15xPeso Propio+1.15xAcción dinámica del paso de vehículos (Comprobación a fatiga).

Estado límite de servicio:

- Combinación característica:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Lo que en este caso equivale a considerar:

- ✓ Peso Propio +Viento.
- ✓ Peso Propio + Retirada de nieve.

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Lo que en este caso equivale a considerar:

- ✓ PesoPropio+0.2xViento.
- ✓ PesoPropio+0.2xRetirada de nieve.

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Lo que en este caso equivale a considerar:

- ✓ Peso Propio.

Donde:

$G_{k,j}$ : valor representativo de cada acción permanente.

$Q_{k,1}$ : valor característico de la acción variable dominante.

$\psi_{j,i}$ : valores de combinación de las acciones variables.

$Q_{k,i}$ : valores característicos de las acciones variables no dominantes.

### 3.3.8.- Limitaciones para las deformaciones

El objetivo de establecer un límite a las deformaciones es evitar fugas acústicas. En este sentido se debe cumplir lo siguiente:

La flecha o deformación elástica horizontal máxima ( $d_{h\max}$ ), en milímetros, bajo la carga de viento de diseño, debe ser menor que:

- $L_s/100$  para  $H_{nrd} \leq 3$  m
- 30 mm para  $3$  m  $< H_{nrd} \leq 4,5$  m
- $L_s/150$  para  $H_{nrd} > 4,5$  m

Para determinar las deformaciones de los elementos estructurales, la rotación y desplazamientos originados desde las cimentaciones no se toman en consideración.

Para la comprobación de las deformaciones sólo se considera actuando la acción del viento y el peso propio (ambos en valor característico).

Aplicando la última versión de la norma UNE-EN 1794-1\_2018+AC\_2019, la flecha máxima que admite la pantalla acústica propuesta deberá tenerse en cuenta a la hora de verificar las deformaciones, de modo que la estructura no tenga, frente a la acción del viento, deformaciones superiores a las permitidas por el panel a disponer.

Igualmente se comprueba que la deformación máxima en cabeza de pilote/micropilote no supere 25 mm y el giro los 5 mm/m.

### 3.3.9.- Vida Útil

Todas las estructuras y los elementos que la componen tendrán una vida útil de 50 años, cumpliendo con el mínimo de 30 años exigido en la UNE-EN 16727-1:2009 al establecer una categoría 3 o superior para la vida útil de diseño.

Todos los elementos metálicos estarán protegidos contra la corrosión mediante el galvanizado por inmersión en caliente según las especificaciones dadas en la norma UNE - EN ISO 1461 hasta alcanzar al menos los espesores indicados en la tabla 2. La clase de exposición ambiental para la corrosión del acero considerada es C2, baja.

Se realizarán ensayos para el control, aceptación y rechazo del recubrimiento de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 1461.

## 4.- PROCESOS DE CÁLCULO

### 4.1.- POSTE Y PLACA DE ANCLAJE

Para el cálculo de los postes, placas de anclajes y pernos, se ha realizado un cálculo isostático de ménsula, teniendo en cuenta que las cargas les llegan directamente a través de los paneles, biapoyados en 2 postes adyacentes. Por tanto, el cálculo se realiza mediante una hoja de cálculo Excel.

En primer lugar, se obtienen los esfuerzos sobre el poste, y se comprobará que acción es más desfavorable, si el viento o la nieve.

A continuación, se pasará a dimensionar el poste en ELU, debido a la acción más desfavorable. Por último, se realizará el dimensionamiento de la unión y la comprobación a fatiga ante la acción del paso de vehículos.

La separación entre postes será de 4 m.

### 4.2.- CIMENTACIÓN PILOTADA

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Reducción de las propiedades del terreno en la zona superior.
- Reducción de la capacidad del terreno debido a la existencia del terraplén.
- Longitud del micropilote/pilote que consiga el empotramiento del mismo en el terreno.

Para ello se propone lo siguiente:

Se realiza un modelo 2D considerando la interacción suelo-micropilote/pilote mediante muelles elastoplásticos que funcionan en ambos sentidos. La constante de los muelles es el módulo de balasto del estrato de terreno en que se sitúa dicho muelle. El modelo se ha realizado de una longitud muy superior a la del pilote a ejecutar, disponiendo muelles cada 0.5 m. Teniendo en cuenta que las recomendaciones estableces separar los nodos una distancia máxima de 1.5 veces el diámetro, y que el programa permite obtener los resultados intermedios entre los nudos, se considera una discretización suficientemente precisa. Para determinar el valor de la constante del muelle, se considera que el pilote, en su desplazamiento moviliza  $2\emptyset$  de terreno granular y  $1\emptyset$  de terreno cohesivo, luego la constante del muelle para cada nudo es:

- Pilote en terreno granular: deberá verificarse que la distancia entre pilotes es al menos igual a 2 veces el diámetro del pilote ( $2\emptyset$ ).

$$K_h \text{ nudo } i \text{ (KN/m)} = K_h \text{ estrato (KN/m}^3) \times 0.5\text{m} \times 2\emptyset(\text{m})$$

- Pilote en terreno cohesivo y micropilote en cualquier tipo de terreno:

$$Kh \text{ nudo } i \text{ (KN/m)} = Kh \text{ estrato (KN/m}^3) \times 0.5m \times \emptyset(m)$$

La obtención del Kh se obtiene del estudio geotécnico realizado.

En la zona superior se desprecian las características resistentes, no así su peso, de una capa de terreno de profundidad Hd. Siendo Hd el mayor de los dos valores siguientes  $Hd \geq 1,5\emptyset$  y  $Hd \geq 2 \cdot cu / Pesp'$ .

Siendo:

- $\emptyset$ : diámetro del pilote.
- Cu: Resistencia al corte sin drenaje.
- Pesp': peso específico efectivo natural o sumergido, según el caso.

A efectos de cálculo horizontal, la modelización del pilote se hace como un elemento simplemente apoyado en la base, pero considerando una longitud muy superior a la del elemento, para poder determinar el punto en el que se produce el empotramiento, sin que se vean afectados los movimientos en cabeza y la distribución de cortantes en el pilote/micropilote. Posteriormente se ejecuta el modelo definitivo con la longitud definitiva.

Los muelles del terreno trabajan en ambas direcciones, a compresión y a tracción, ya que el pilote "se puede apoyar" tanto en terreno situado por delante como por detrás, en función del movimiento del propio pilote. La fuerza máxima que puede hacer el terreno sobre el pilote, en ambas direcciones, es la capacidad pasiva del terreno, es decir, el empuje pasivo del terreno a la profundidad a la que se encuentra el muelle, considerando de nuevo que se movilizan  $2\emptyset/1\emptyset$  de terreno (granular/cohesivo):

$$F_{\max \text{ muelle } i} = -F_{\min \text{ muelle } i} = E_{pi} = E_{pi}(\text{KN}) = 0.5m \times 2\emptyset m \times (\sigma_{vi} K_p + 2c K_p^{1/2}) \text{ KN/m}^2$$

Además, se cumplirá que la suma de los empujes desde una determinada cota hasta la superficie no supere el empuje pasivo a esa cota.

Esta fuerza se desarrolla para el movimiento pasivo equivalente y cuando los movimientos son mayores que  $+\delta E_{pi}$  o menores que  $-\delta E_{pi}$ , el valor de la reacción del muelle sigue igual  $F_{\max \text{ muelle } i}$  o  $F_{\min \text{ muelle } i}$ , respectivamente. Para valores de los desplazamientos intermedios entre  $+\delta E_{pi}$  y  $-\delta E_{pi}$ , la reacción del muelle será también intermedia:

$$+\delta E_{pi} = -\delta E_{pi} = E_{pi} / Kh \text{ nudo } i$$

Para tener en cuenta el talud del terreno, en el caso de la cimentación no se disponga en zona llana, se considerará la reducción de la capacidad pasiva del terreno a través del método de Scheneebeli.

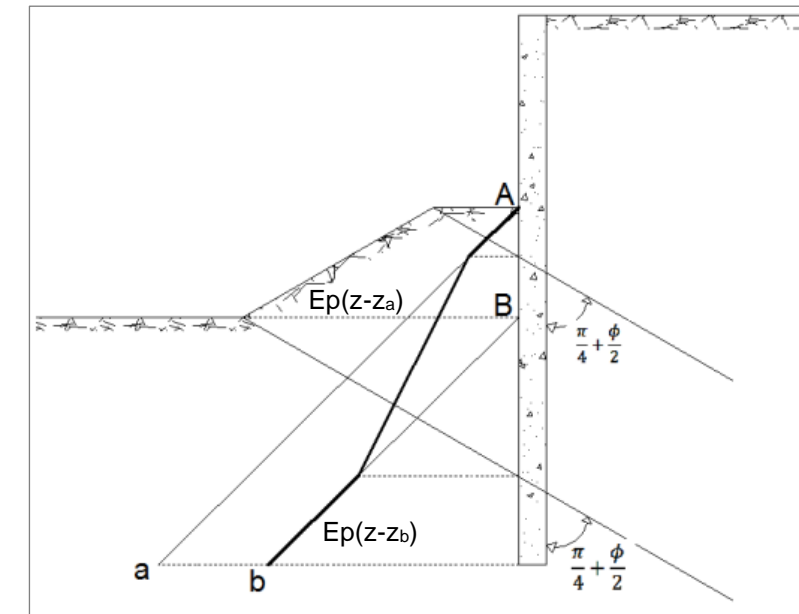


Figura 12. Reducción de la capacidad pasiva del terreno debido al terraplén frontal.

Se comprueba en paralelo que el talud y la berma entre los dos niveles dados tengan un factor de seguridad en rotura,  $FS > 2$ . En caso de no se cumpla esta condición, se considerará una subcuña de empuje pasivo que cumpla  $FS > 2$ .

Puesto que se considera que la capacidad pasiva del muelle moviliza  $2\emptyset$  de terreno, se verifica también que la distancia del punto de aplicación al desmonte sea superior a este valor,  $2\emptyset$ . Se elimina el empuje pasivo en los puntos que no cumplen con esta condición. Para la obtención de la tensión vertical efectiva que determina la capacidad pasiva, se considera un punto desplazado  $2\emptyset$  desde el centro del pilote hacia el desmonte.

La longitud mínima del pilote se determina del modelo desarrollado de longitud muy superior al elemento finalmente dispuesto. A partir del punto de cambio de signo de la ley de momento flectores, se obtienen una reducción muy significativa de los esfuerzos en el micropilote/pilote, por lo que puede considerarse que el elemento ha alcanzado su empotramiento. Para asegurarlo, se incrementa su longitud en un valor correspondiente a  $2\emptyset$  y se vuelve a ejecutar el modelo con la longitud final. Igualmente se comprueba que el movimiento en cabeza del pilote, obtenido del modelo no supere los 25 mm ni su giro los 5 mm/m. Se tienen en cuenta y se especifican las deformaciones admisibles que puedan surgir del comportamiento estructural y funcional de la estructura de las pantallas.

Se verifica que la longitud de pilote obtenida de este modo sea al menos igual a la que se determina en el cálculo de fallo del terreno ante acción horizontal, incluida en la "Guía de cimentaciones de obras de carretera" con coeficiente de seguridad  $> 3$  con las acciones en valor característico. Se dispone finalmente la mayor longitud obtenida por ambos métodos.

Una vez determinada la longitud del micropilote/pilote, se realiza un modelo de comprobación de funcionamiento considerando la longitud final adoptada.

En la cabeza del pilote/micropilote, se dispone de un encepado en el que se conecta el poste con la cimentación. Para reducir los movimientos diferenciales entre cabezas de pilotes, éstas se unen mediante una viga riostra. Se limitan dichos desplazamientos a diferenciales a 25 mm y giros diferenciales a 5 mm/m.

Se calculan las secciones de los pilotes para sus momentos máximos en ambas direcciones, con sus valores asociados, así como para los cortantes máximos, asimismo en ambas direcciones y con sus valores asociados, teniendo en cuenta el decalaje de las leyes de momentos. Se comprueba que, a partir de 3m de altura, la acción limitante es la del viento, para los pilotes de borde y a partir de 4m para los centrales

#### **4.3.- CIMENTACIÓN DIRECTA**

Se comprueba si la acción pésima para el dimensionamiento de la zapata es la retirada de nieve o el viento. Las acciones consideradas son las de dimensionamiento del poste metálico de 2 m de alto y como ya se ha indicado, es la acción de la retirada de nieve la que condiciona el diseño:

#### **4.4.- ESTRUCTURA METÁLICA DE ANCLAJE DE POSTE A TABLERO DE ESTRUCTURA EXISTENTE**

Para el cálculo del elemento de sujeción se han considerado las mismas cargas que en el dimensionamiento del poste, y de nuevo es la acción de retirada de la nieve la que condicional el dimensionamiento, aunque se han considerado todas.

Se ha realizado un modelo en SAP2000 con las cargas y dimensiones definidas previamente, comprobándose que los esfuerzos pésimos se producen en la sección de empotramiento con el lateral del tablero.



**APÉNDICE Nº1: POSTES Y PLACAS DE ANCLAJE**



**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
2.1.- ALTURA DE PANTALLA = 2M , ZONA DE BORDE .....	6
2.1.1.- Acciones consideradas.....	6
2.1.2.- Dimensionamiento del poste .....	7
2.1.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	8
2.2.- ALTURA DE PANTALLA = 2M , ZONA INTERMEDIA .....	11
2.2.1.- Acciones consideradas.....	11
2.2.2.- Dimensionamiento del poste .....	12
2.2.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	13
2.3.- ALTURA DE PANTALLA = 3M , ZONA DE BORDE .....	16
2.3.1.- Acciones consideradas.....	16
2.3.2.- Dimensionamiento del poste .....	17
2.3.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	18
2.4.- ALTURA DE PANTALLA = 3M , ZONA INTERMEDIA .....	21
2.4.1.- Acciones consideradas.....	21
2.4.2.- Dimensionamiento del poste .....	22
2.4.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	23
2.5.- ALTURA DE PANTALLA = 4M , ZONA DE BORDE .....	26
2.5.1.- Acciones consideradas.....	26
2.5.2.- Dimensionamiento del poste .....	27
2.5.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	28
2.6.- ALTURA DE PANTALLA = 4M , ZONA INTERMEDIA .....	31
2.6.1.- Acciones consideradas.....	31
2.6.2.- Dimensionamiento del poste .....	32
2.6.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	33
2.7.- ALTURA DE PANTALLA = 5M , ZONA DE BORDE .....	36
2.7.1.- Acciones consideradas.....	36
2.7.2.- Dimensionamiento del poste .....	37
2.7.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	38

2.8.- ALTURA DE PANTALLA = 5M , ZONA INTERMEDIA.....	41
2.8.1.- Acciones consideradas.....	41
2.8.2.- Dimensionamiento del poste .....	42
2.8.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	43
2.9.- ALTURA DE PANTALLA = 6M , ZONA BORDE .....	46
2.9.1.- Acciones consideradas.....	46
2.9.2.- Dimensionamiento del poste .....	47
2.9.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	48
2.10.- ALTURA DE PANTALLA = 6M , ZONA INTERMEDIA .....	51
2.10.1.- Acciones consideradas.....	51
2.10.2.- Dimensionamiento del poste .....	52
2.10.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga.....	53

**TABLAS**

Tabla 1. Tabla resumen de dimensionamiento de postes y anclajes.....	5
--	---

**FIGURAS**

Figura 1. Detalle anclajes .....	5
----------------------------------	---





## 1.- INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de los postes, placas de anclajes y pernos, se ha realizado un cálculo isostático de ménsula, teniendo en cuenta que las cargas les llegan directamente a través de los paneles, biapoyados en 2 postes adyacentes. Por tanto, el cálculo se ha realizado mediante hoja de cálculo Excel. Se incluyen a continuación los cálculos realizados. Se ha tenido en cuenta el efecto borde, dimensionando los esfuerzos tanto para el caso de borde como para el caso intermedio, aunque al ser

la fatiga el valor limitante para los postes, no tiene distinción la zona de borde de la zona central, aspecto que si afecta al diseño de los pilotes.

A continuación, se pasa a dimensionar el poste en ELU, debido a la acción de la retirada de la nieve. Por último, se realiza el dimensionamiento de la unión y la comprobación a fatiga ante la acción del paso de vehículos.

Se presenta a continuación una tabla resumen de los resultados obtenidos:

H	Perfil	A(mm)	B(mm)	e(mm)	c(mm)	d(mm)	s(mm)	n	Ø(mm)	d0(mm)	H1(mm)	H2(mm)	e1(mm)	L(mm)	f(mm)	g(mm)	e2(mm)	nº postes Zborde
6	300	360	550	30	50	65	260	4	30	32	75	255	20	550	125	130	15	7
5	260	300	470	25	40	55	220	4	24	26	75	225	20	500	105	105	15	6
4	220	280	430	25	40	55	200	4	24	26	75	225	15	500	105	105	15	5
3	180	230	350	20	35	45	160	4	20	22	75	200	15	475	85	90	15	4
2	140	190	285	20	30	40	130	4	16	18	50	155	10	450	72,5	75	10	3

Tabla 1. Tabla resumen de dimensionamiento de postes y anclajes

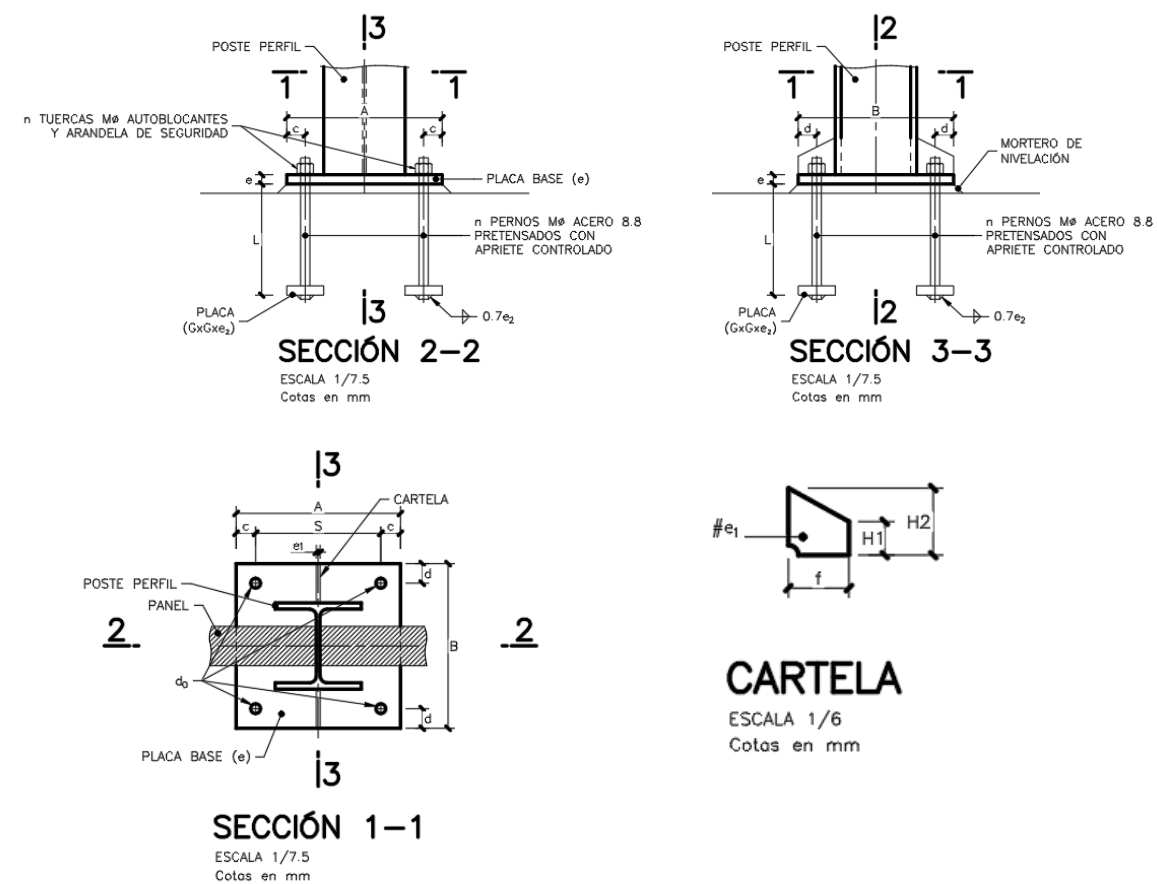


Figura 1. Detalle anclajes

## 2.- RESULTADOS

### 2.1.- ALTURA DE PANTALLA = 2M , ZONA DE BORDE

#### 2.1.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

Velocidad media del viento:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  2 m. Atura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  20,00 m

$a =$  4 m

$h =$  2

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 0,6 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 3,4 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 4 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

Poste intermedio: (a 4 m)

$V_{post} =$  8,29 KN 4,14 KN/m

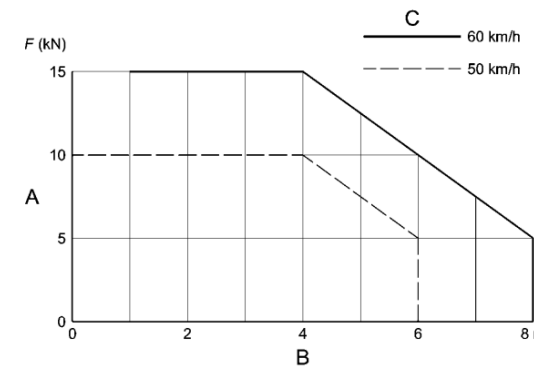
$M_{post} =$  8,29 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  5,20 KN

$M_{post} =$  5,20 KN.m

### 2.1.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-140 pp=	0,331 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	0,89 KN	M <sub>Ed</sub> =	22,50 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	15,00 KN
M <sub>Ed</sub> =	0 KN.m				
HEB-140 pp=	0,331 KN/m				
A=	43 cm <sup>2</sup>	r=	12 mm	S <sub>x</sub> =	123 cm <sup>3</sup>
h=	140 mm	i <sub>x</sub> =	1510 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	216 cm <sup>3</sup>
b=	140 mm	i <sub>y</sub> =	5,93 cm	W <sub>y</sub> =	78,5 cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	92 mm	I <sub>y</sub> =	550 cm <sup>4</sup>	W <sub>pl,x</sub> =	216 cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	12 mm	i <sub>v</sub> =	3,58 cm	W <sub>pl,y</sub> =	78,5 cm <sup>3</sup>
e=	7 mm	I <sub>t</sub> =	17,4542667 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	13,14		
α=	0,503		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 4,54

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008. \text{ Conservadora})$$

σ<sub>x,Ed</sub>= 104,37 Mpa

τ<sub>Ed</sub>= 23,29 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = \boxed{0,183 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008. \text{ Conservadora})$$

N<sub>pl,Rd</sub>= 1126,19 KN (6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)

N<sub>c,Rd</sub>= 1126,19 KN (6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)

M<sub>y,Rd</sub>= 56,57 KN.m (6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.) M<sub>pl,y,Rd</sub>= 56,57 KN.m

M<sub>z,Rd</sub>= 20,56 M<sub>pl,z,Rd</sub>= 20,56 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \boxed{0,399 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Esfuerzo cortante:**

A<sub>t</sub>= 1680 mm<sup>2</sup> Área de un ala.

A<sub>w</sub>= 812 mm<sup>2</sup> Área del alma.

A<sub>t</sub>/A<sub>w</sub>= 2,07

τ<sub>Ed</sub>= 18,47 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \boxed{0,122 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A<sub>v</sub>= 1312 mm<sup>2</sup> (6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.

V<sub>pl,Rd</sub>= 198,39 KN (6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,08 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,720430196$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 76,88 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[ f_y - \frac{\rho A_w^2}{4I_w} \right]}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = \boxed{0,398 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>N,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,398 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,08 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 76,88 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 1126,19 KN

M<sub>Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,398 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 4 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,777 = \lambda y \quad N_{cr,y} = 1958,20 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$\phi = 0,900$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,738 = \chi y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 831,67 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,001 \leq 1} \quad \text{O.k.}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$M_{cr} = 80,77 \text{ KN.m}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,000 \quad N_{cr,LT} = 1182,50 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$\alpha_{LT} = 0,21$

$\phi_{LT} = 1,084$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$\chi_{LT} = 0,666$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$M_{b,Rd} = 37,65 \text{ KN.m}$

**2.1.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} = 0,89 \text{ KN}$   $M_{yEd} = 22,50 \text{ KN.m}$   $V_{Ed} = 15,00 \text{ KN}$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$f_y = 275 \text{ Mpa}$   $f_u = 430 \text{ Mpa}$

$d = 16 \text{ mm}$  Diámetro nominal del perno.  $A_s = 1,57 \text{ cm}^2$  Área resistente a tracción

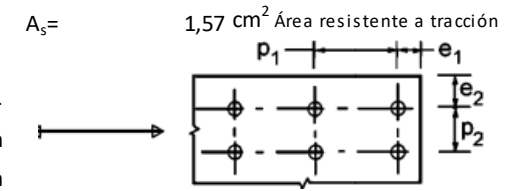
$d_0 = 18 \text{ mm}$  Diámetro del agujero.

$d_m = 25,85 \text{ mm}$  Media distancia de la tuerca.

$e_2 = 30 \text{ mm}$   $p_2 = 130 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$   $p_1 = 205 \text{ mm}$

$t_p = 20 \text{ mm}$  Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.



Dimensiones Chapa base:  $B = 190 \text{ mm}$  x  $N = 285 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Al ma en tracción del pilar bajo el ala izda.}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c = 12$

$a_b = 3,5$

$t_{fb} = 12$

$b_{eff,t,wc} = 141,90$

$t_{wc} = 7,00$

$\omega = 1$

$F_{t,wc,Rd} = 260,15 \text{ KN}$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

$l_{eff,nc} = 70$

$m_x = 32,5$

$e_x = 40$

$w = 130$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad (Tabla 6.2) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,67 \text{ KN.m}$$

$F_{T,1,Rd} = 451,28 \text{ KN}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,67 \text{ KN.m}$$

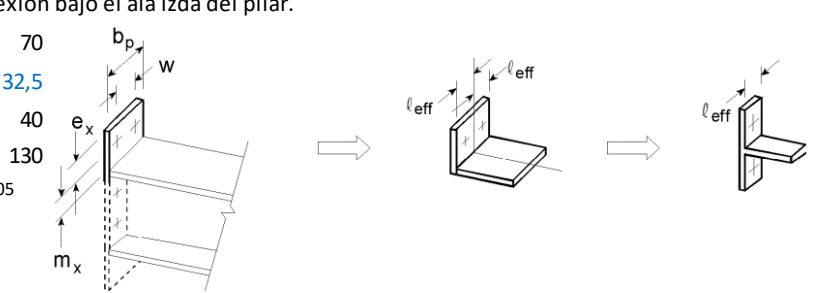
$F_{T,2,Rd} = 200,94 \text{ KN}$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 180,86 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd} = 180,86$

$$F_{T,1,Rd} = \boxed{180,86 \text{ KN}}$$

$$F_{T,r,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 180,86 \text{ KN}$$



5403454-W-DE-A1(0)-118\_03

**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>c,pl,Rd</sub>; F<sub>c,fc,Rd</sub>)

F<sub>c,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 19,42 \text{ mm}$

$b_{eff} = 50,84 \text{ mm}$

$l_{eff} = 178,84 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 303,08 \text{ KN}$

F<sub>c,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 441,96 \text{ KN}$

**F<sub>C,l,Rd</sub> = 303,08 KN**

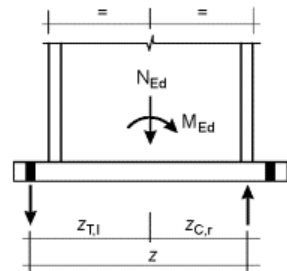
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>c,pl,Rd</sub>; F<sub>c,fc,Rd</sub>) = 303,08 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 102,5 \text{ mm}$

$Z_{C,l} = Z_{C,r} = 70 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



Parte izda a T y dcha a C:

$M_{Ed} = 22,50 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -0,89 \text{ KN}$ . Negativo =Compresión.

$e = -25,207 \text{ m}$

$z = 172,5 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 31,29 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 52,07 \text{ KN.m}$

**M<sub>j,Rd</sub> = 31,29 KN.m** >= 22,50 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 24,92 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 24,92 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 0,18 \text{ KN}$

**F<sub>v,Rd</sub> = 99,85 KN > V<sub>Ed</sub> = 15,00 KN O.k**

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 3,75 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,29 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>v,Rd</sub> = 60,29 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga= Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

**F<sub>b,Rd</sub> = 275,20 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,43 \text{ KN}$  >=  $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m f_p f_u / \gamma_{M2} = 335,24 \text{ KN}$  >=  $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 87,92 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

**F<sub>s,Rd</sub> = 14,07 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 5,72 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>s,Rd</sub> = 5,72 KN > F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 1,12 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 5,88 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 50 \text{ mm}$   $h_{max} = 155 \text{ mm}$   
 $n^{\circ} = 1$  x  $10$  mm

Placa base:  $190$  x  $20$  mm

$I_x = 4052538,93 \text{ mm}^4$

$v = 23,01 \text{ mm}$   $v' = 99,49 \text{ mm}$

**M<sub>Rd</sub> = 8,96 KN.m >= 5,88 KN O.K**

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

V=+ 5,20 KN M=+ 5,20 Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.

$$\Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k) = 38,52 \text{ Mpa}$$

$$\Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k) = 12,92 \text{ Mpa}$$

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	23,11	<=	$1.5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	7,75	<=	$1.5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{Mf} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6 \quad \text{con } m = 3 \text{ para } N_R \leq 5 \times 10^6$$

$\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	38,52	= $\gamma_{Ff} \Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos} = 30,14$  KN

$F_{norm} = 15,07$  KN

$$\Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k) = 96,00 \text{ Mpa}$$

$\Delta\sigma_c = 50$

$$K_s = (30/d)^{1/4} = 1$$

$\Delta\sigma_{c,red} = K_s \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{Ff} \Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$$\Delta\tau(\gamma_{Ff} Q_k) = 33,12$$

$\Delta\tau_c = 100$  Tabla 8.1

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_C = 0,457 \Delta\tau_C$$

$\Delta\tau_L = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_L / \gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	33,12	= $\gamma_{Ff} \Delta\tau(\gamma_{Ff} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas= 1

L= 72,5 mm e= 10 mm

$\Delta I_x = 1700,43$  cm<sup>4</sup>

$I_{x \text{ total}} = 3210,43$  cm<sup>4</sup>

$W_x = 225,29$  cm<sup>3</sup>

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k) = 34,42$  Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k) = 17,21$  Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c = 36,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	17,21	= $\gamma_{Ff} \Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k) = 30,60$  Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c = 71,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	30,60	= $\gamma_{Ff} \Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----



## 2.2.- ALTURA DE PANTALLA = 2M , ZONA INTERMEDIA

### 2.2.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

**Velocidad media del viento:**

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{para } z \leq z_{\min} \quad (4.4 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$z =$  2 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  20,00 m

$a =$  4 m

$h =$  2

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 0,6 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 3,4 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 4 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

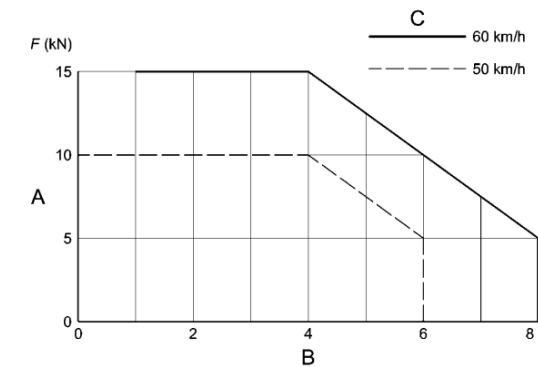
Cuarto poste: (a	12 m)
$V_{post} =$	5,20 KN
$M_{post} =$	5,20 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  5,20 KN

$M_{post} =$  5,20 KN.m

### 2.2.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-140 pp=	0,331 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	0,89 KN	M <sub>yEd</sub> =	22,50 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	15,00 KN
M <sub>zEd</sub> =					0 KN.m
HEB-140	pp=	0,331 KN/m			
A=	43 cm <sup>2</sup>	r=	12 mm	S <sub>x</sub> =	123 cm <sup>3</sup>
h=	140 mm	I <sub>x</sub> =	1510 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	216 cm <sup>3</sup>
b=	140 mm	i <sub>x</sub> =	5,93 cm	W <sub>y</sub> =	78,5 cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	92 mm	I <sub>y</sub> =	550 cm <sup>4</sup>	W <sub>plx</sub> =	216 cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	12 mm	i <sub>y</sub> =	3,58 cm	W <sub>ply</sub> =	78,5 cm <sup>3</sup>
e=	7 mm	I <sub>t</sub> =	17,4542667 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	13,14		
α=	0,503		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 4,54

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

σ <sub>x,Ed</sub> =	104,37 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	23,29 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,183 \leq 1$$

**O.k**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

N <sub>pl,Rd</sub> =	1126,19 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	1126,19 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	56,57 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	56,57 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	20,56		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	20,56 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,399 \leq 1$$

**O.k**

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	1680 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	812 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	2,07
τ <sub>Ed</sub> =	18,47 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = 0,122 \leq 1$$

**O.k**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	1312 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	198,39 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,08 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,720430196$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 76,88 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{ply} \left[ f_y - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right]}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = 0,398 \leq 1$$

**O.k**

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right]$$

(6.32 UNE-EN 1993-1-1:2008.)

M<sub>N,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,398 \leq 1$$

**O.k**

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,08 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 76,88 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 1126,19 KN

M<sub>Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 56,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,398 \leq 1$$

**O.k**

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 4 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,777 = \lambda \gamma \quad N_{cr,y} = 1958,20 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$\phi = 0,900$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,738 = \chi \gamma$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 831,67 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,001 \leq 1} \quad \text{O.k}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$M_{cr} = 80,77 \text{ KN.m}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,000 \quad N_{cr,LT} = 1182,50 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$\alpha_{LT} = 0,21$

$\phi_{LT} = 1,084$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$\chi_{LT} = 0,666$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 37,65 \text{ KN.m}$$

**2.2.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} = 0,89 \text{ KN}$     $M_{yEd} = 22,50 \text{ KN.m}$     $V_{Ed} = 15,00 \text{ KN}$

$V_{M2} = 1,25$

$f_y = 275 \text{ Mpa}$     $f_u = 430 \text{ Mpa}$

$d = 16 \text{ mm}$  Diámetro nominal del perno.    $A_s = 1,57 \text{ cm}^2$  Área resistente a tracción

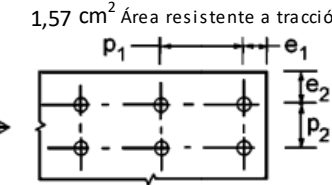
$d_0 = 18 \text{ mm}$  Diámetro del agujero.

$d_m = 25,85 \text{ mm}$  Media distancia de la tuerca.

$e_2 = 30 \text{ mm}$     $p_2 = 130 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$     $p_1 = 205 \text{ mm}$

$t_p = 20 \text{ mm}$  Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.



Dimensiones Chapa base:  $B = 190 \text{ mm}$  x  $N = 285 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$    **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.}$$

(6.15) EN 1993-1-8:2005

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c = 12$

$a_b = 3,5$

$t_{fb} = 12$

$b_{eff,t,wc} = 141,90$

$t_{wc} = 7,00$

$\omega = 1$

$F_{t,wc,Rd} = 260,15 \text{ KN}$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

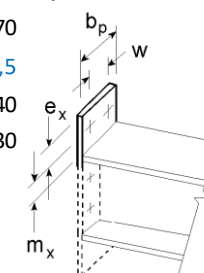
$l_{eff,nc} = 70$

$m_x = 32,5$

$e_x = 40$

$w = 130$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005



$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

(Tabla 6.2) EN 1993-1-8:2005

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,67 \text{ KN.m}$$

$F_{T,1,Rd} = 451,28 \text{ KN}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,67 \text{ KN.m}$$

$F_{T,2,Rd} = 200,94 \text{ KN}$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 180,86 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd} = 180,86$

$$F_{T,1,Rd} = 180,86 \text{ KN}$$

$F_{T,r,Rd}$

$$= \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 180,86 \text{ KN}$$

**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 19,42 \text{ mm}$

$b_{eff} = 50,84 \text{ mm}$

$l_{eff} = 178,84 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 303,08 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 441,96 \text{ KN}$

**F<sub>C,l,Rd</sub> = 303,08 KN**

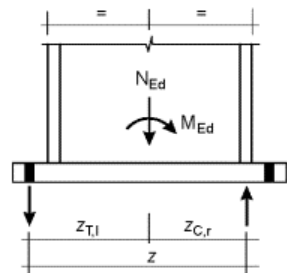
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 303,08 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 102,5 \text{ mm}$

$Z_{C,l} = Z_{C,r} = 70 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



Parte izda a T y dcha a C:

$M_{Ed} = 22,50 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -0,89 \text{ KN}$ . Negativo =Compresión.

$e = -25,207 \text{ m}$

$z = 172,5 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 31,29 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 52,07 \text{ KN.m}$

**M<sub>j,Rd</sub> = 31,29 KN.m** >= 22,50 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 24,92 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 24,92 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{FRd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{FRd} = C_{td} N_{c,Ed} = 0,18 \text{ KN}$

**F<sub>v,Rd</sub> = 99,85 KN > V<sub>Ed</sub> = 15,00 KN O.k**

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 3,75 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,29 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>v,Rd</sub> = 60,29 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga= Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

**F<sub>b,Rd</sub> = 275,20 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,43 \text{ KN}$  >=  $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 335,24 \text{ KN}$  >=  $F_{t,Ed} = 65,22 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 87,92 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

**F<sub>s,Rd</sub> = 14,07 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 5,72 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>s,Rd</sub> = 5,72 KN > F<sub>v,Ed</sub> = 3,75 KN O.k**

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 1,12 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 5,88 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 50 \text{ mm}$   $h_{max} = 155 \text{ mm}$   
 $n^o = 1$  x  $10 \text{ mm}$

Placa base:  $190$  x  $20$

$I_x = 4052538,93 \text{ mm}^4$

$v = 23,01 \text{ mm}$   $v' = 99,49 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 8,96 \text{ KN.m}$  >=  $5,88 \text{ KN O.k}$

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

V=+-	5,20 KN	M=+-	5,20	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.
$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	=		38,52 Mpa	
$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	=		12,92 Mpa	

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	23,11	<=	$1,5f_y$	=	412,50 O.k
$\Delta\tau$	=	7,75	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16 O.k

$\gamma_{Mf}$  = 1,15 (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c$  = 80,00 Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$

$\Delta\sigma_D$  = 58,94 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	38,52	$=\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	--	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos}$  = 30,14 KN

$F_{norm}$  = 15,07 KN

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 96,00 Mpa  $\Delta\sigma_c$  = 50

$K_s = (30/d)^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,red}$  =  $K_s \Delta\sigma_c$  = 50 Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D$  = 36,84 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	$=\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	------	--	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$  = 33,12

$\Delta\tau_c$  = 100 Tabla 8.1

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_C = 0,457 \Delta\tau_C$

$\Delta\tau_L$  = 45,73 Umbral de daño.

$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	33,12	$=\gamma_{FF}\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
----------------------------	---	-------	------	----	-------	--	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas=	1		
L=	72,5 mm	e=	10 mm
$\Delta I_x$ =	1700,43 cm <sup>4</sup>		
$I_{x total}$ =	3210,43 cm <sup>4</sup>		
$W_x$ =	225,29 cm <sup>3</sup>		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 34,42 Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 17,21 Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c$  = 36,00 Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D$  = 26,53 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	17,21	$=\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	--	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 30,60 Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c$  = 71,00 Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D$  = 52,31 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	30,60	$=\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	---	-------	--	-----

## 2.3.- ALTURA DE PANTALLA = 3M , ZONA DE BORDE

### 2.3.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

**Velocidad media del viento:**

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

**Factor de rugosidad del terreno:**

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  3 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$I_v(z) = I_v(z_{\min})$  para  $z < z_{\min}$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_b(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  30,00 m

$a =$  4 m

$h =$  3

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 0,9 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 5,1 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 6 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio: (a 4 m)

$V_{post} =$  13,53 KN 4,51 KN/m

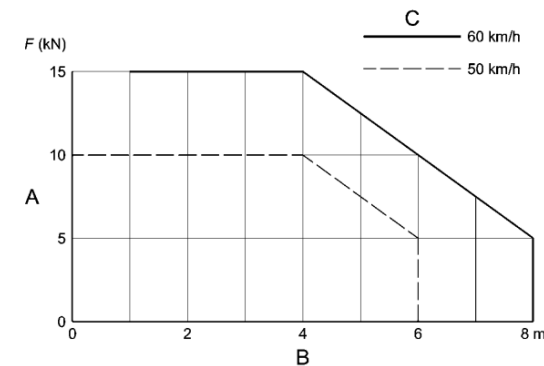
$M_{post} =$  20,29 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  3 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  7,80 KN

$M_{post} =$  11,70 KN.m



### 2.3.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-180 pp=	0,502 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	2,03 KN	M <sub>yEd</sub> =	30,43 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	20,29 KN
M <sub>zEd</sub> =	0 KN.m				
HEB-180	pp=	0,502 KN/m			
A=	65,3	cm <sup>2</sup>	r=	15	mm
S <sub>x</sub> =	241	cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> =	3830	cm <sup>4</sup>
h=	180	mm	W <sub>x</sub> =	426	cm <sup>3</sup>
b=	180	mm	I <sub>y</sub> =	7,66	cm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub> =	151	cm <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> =	151	cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	122	mm	I <sub>y</sub> =	1360	cm <sup>4</sup>
W <sub>plx</sub> =	426	cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> =	4,57	cm
e <sub>1</sub> =	14	mm	W <sub>ply</sub> =	151	cm <sup>3</sup>
e=	8,5	mm	I <sub>t</sub> =	36,0395667	cm <sup>4</sup>

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>v</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	14,35		
α=	0,504		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 5,05

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M5</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

σ <sub>x,Ed</sub> =	71,75 Mpa		
τ <sub>Ed</sub> =	19,57 Mpa		
$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = \boxed{0,092 \leq 1}$			
			<b>O.k</b>

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

N <sub>pl,Rd</sub> =	1710,24 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	
N <sub>c,Rd</sub> =	1710,24 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	
M <sub>y,Rd</sub> =	111,57 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> = 111,57 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	39,55		M <sub>pl,z,Rd</sub> = 39,55 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \boxed{0,274 \leq 1}$$

**O.k**

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	2520 mm <sup>2</sup>	Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	1292 mm <sup>2</sup>	Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	1,95	
τ <sub>Ed</sub> =	15,70 Mpa	(6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \boxed{0,104 \leq 1}$$

**O.k**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	2029 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	306,81 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,752968958$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 67,93 Mpa

$$M_{y,v,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[ f_y - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right]}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,v,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>y,v,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,v,Rd} = \boxed{0,273 \leq 1}$$

**O.k**

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>N,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,273 \leq 1}$$

**O.k**

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 67,93 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 1710,24 KN

M<sub>Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,273 \leq 1}$$

**O.k**



**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 6 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr} = 2 \cdot h_{total}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,902 = \lambda_y \quad N_{cr,y} = 2205,30 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$\phi = 1,027$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,660 = \chi_y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1128,16 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,002 \leq 1} \quad \text{O.k.}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$M_{cr} = 116,52 \text{ KN.m}$

$\bar{\lambda}_{LT} = 1,003$   $N_{cr,LT} = 1786,11 \text{ KN}$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$\alpha_{LT} = 0,21$

$\phi_{LT} = 1,087$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$\chi_{LT} = 0,664$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$M_{b,Rd} = 74,05 \text{ KN.m}$

**2.3.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} = 2,03 \text{ KN}$   $M_{yEd} = 30,43 \text{ KN.m}$   $V_{Ed} = 20,29 \text{ KN}$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$f_y = 275 \text{ Mpa}$   $f_u = 430 \text{ Mpa}$

$d = 20 \text{ mm}$  Diámetro nominal del perno. A

$d_o = 22 \text{ mm}$  Diámetro del agujero.

$d_m = 32,3 \text{ mm}$  Media distancia de la tuerca.

$e_2 = 35 \text{ mm}$   $p_2 = 160 \text{ mm}$

$e_1 = 45 \text{ mm}$   $p_1 = 260 \text{ mm}$

$t_p = 20 \text{ mm}$  Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.

Dimensiones Chapa base:  $B = 230 \text{ mm}$  x  $N = 350 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

**Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = 171,02 \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c = 15$

$a_b = 4,25$

$t_{fb} = 14$

$b_{eff,t,wc} = 171,02$

$t_{wc} = 8,50$

$\omega = 1$

$F_{t,wc,Rd} = 380,72 \text{ KN}$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión

$I_{eff,nc} = 90$

$m_x = 40$

$e_x = 45$

$w = 160$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0}$

$M_{pl,1,Rd} = 4,71 \text{ KN.m}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0}$

$M_{pl,2,Rd} = 4,71 \text{ KN.m}$

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$

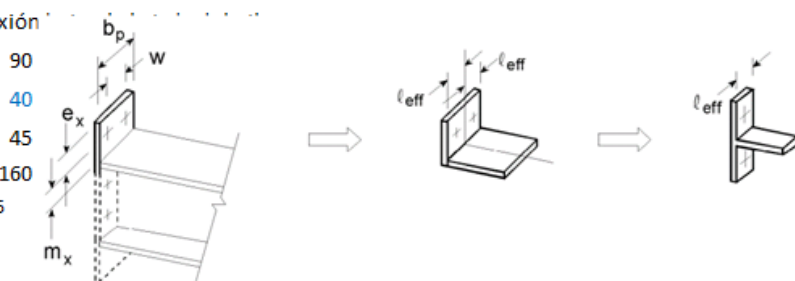
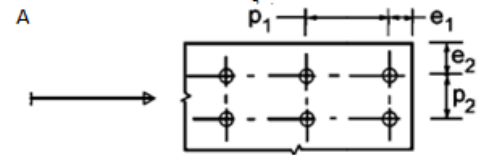
$F_{T,3,Rd} = 278,64 \text{ KN}$

$F_{T,3,Rd} = 316,80 \text{ KN}$

$F_{t,pl,Rd} = 278,64$

$F_{T,1,Rd} = 278,64 \text{ KN}$

$F_{T,r,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 278,64 \text{ KN}$



**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 22,66 \text{ mm}$

$b_{eff} = 59,31 \text{ mm}$

$l_{eff} = 225,31 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 445,47 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 672,12 \text{ KN}$

**F<sub>C,l,Rd</sub> = 445,47 KN**

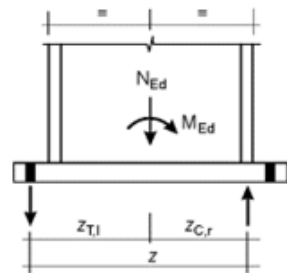
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 445,47 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 130 \text{ mm}$

$Z_{C,l} = Z_{C,r} = 90 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 30,43 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -2,03 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -14,961 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 220 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1}$

$\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 61,67 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1} = 97,16 \text{ KN.m}$

**M<sub>j,Rd</sub> = 61,67 KN.m** >= 30,43 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 43,65 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 43,65 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 0,41 \text{ KN}$

**F<sub>v,Rd</sub> = 175,00 KN > V<sub>Ed</sub> = 20,29 KN O.k**

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 5,07 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 69,17 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$f_{yb} = 640 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 105,60 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>v,Rd</sub> = 105,60 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 5,07 KN O.k**

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga= Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

**F<sub>b,Rd</sub> = 344,00 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 5,07 KN O.k**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 158,40 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 69,17 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 418,88 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 69,17 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}} = 24,64 \text{ KN}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 154,00 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

**F<sub>s,Rd</sub> = 24,64 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 5,07 KN O.k**

**Torción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 15,79 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>s,Rd</sub> = 15,79 KN > F<sub>v,Ed</sub> = 5,07 KN O.k**

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 1,93 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 11,15 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 200 \text{ mm}$

$n_e = 1$  x  $15 \text{ mm}$

Placa base:  $230$  x  $20$

$I_x = 12233963,13 \text{ mm}^4$

$v = 34,38 \text{ mm}$   $v' = 123,12 \text{ mm}$

**M<sub>Rd</sub> = 21,86 KN.m >= 11,15 KN O.K**

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el 1 KN.m

V=+- 7,80 KN M=+- 11,70 Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 43,94 \text{ Mpa}$$

$$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 12,03 \text{ Mpa}$$

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	26,37	<=	$1,5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	7,22	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{Mf} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6 \quad \text{con } m = 3 \text{ para } N_R \leq 5 \times 10^6$$

$\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	43,94	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$$\Sigma F_{pernos} = 53,18 \text{ KN}$$

$$F_{perno} = 26,59 \text{ KN}$$

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 96,69 \text{ Mpa}$$

$$\Delta\sigma_c = 50$$

$$K_t = (30/d)^{1/4} = 1$$

$$\Delta\sigma_{c,red} = K_t \Delta\sigma_c = 50 \text{ Tabla 8.1}$$

$\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$$\Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k) = 28,36$$

$$\Delta\tau_c = 100 \text{ Tabla 8.1}$$

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$$

$\Delta\tau_c = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_c / \gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	28,36	= $\gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

nº cartelas=	1	e=	15 mm
L=	85 mm		
$\Delta I_x$ =	4630,38 cm <sup>4</sup>		
$I_{x \text{ total}}$ =	8460,38 cm <sup>4</sup>		
$W_x$ =	483,45 cm <sup>3</sup>		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 36,65 \text{ Mpa en la cartela.}$$

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 18,32 \text{ Mpa en la soldadura}$$

$$\Delta\sigma_c = 36,00 \text{ Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.}$$

$\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	18,32	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 34,42 \text{ Mpa en el perfil en la unión a la cartela.}$$

$$\Delta\sigma_c = 71,00 \text{ Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.}$$

$\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	34,42	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.4.- ALTURA DE PANTALLA = 3M , ZONA INTERMEDIA

### 2.4.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

**Velocidad media del viento:**

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  3 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_t =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  30,00 m

$a =$  4 m

$h =$  3 m

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 0,9 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 5,1 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 6 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Quinto poste: (a 16 m)

$V_{post} =$  7,79 KN

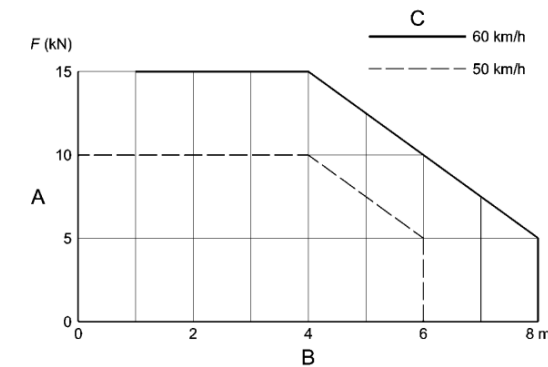
$M_{post} =$  11,69 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  3 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  7,80 KN

$M_{post} =$  11,70 KN.m

### 2.4.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-180 pp=	0,502 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	2,03 KN	M <sub>yEd</sub> =	17,53 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	11,69 KN
HEB-180	pp=	0,502 KN/m		M <sub>zEd</sub> =	0 KN.m
A=	65,3 cm <sup>2</sup>	r=	15 mm	S <sub>x</sub> =	241 cm <sup>3</sup>
h=	180 mm	I <sub>x</sub> =	3830 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	426 cm <sup>3</sup>
b=	180 mm	i <sub>x</sub> =	7,66 cm	W <sub>y</sub> =	151 cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	122 mm	I <sub>y</sub> =	1360 cm <sup>4</sup>	W <sub>plk</sub> =	426 cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	14 mm	i <sub>y</sub> =	4,57 cm	W <sub>ply</sub> =	151 cm <sup>3</sup>
e=	8,5 mm	I <sub>t</sub> =	36,0395667 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	14,35		
α=	0,504		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 5,05

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008. \text{ Conservadora})$$

σ <sub>x,Ed</sub> =	41,47 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	11,27 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = \mathbf{0,031} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008. \text{ Conservadora})$$

N <sub>pl,Rd</sub> =	1710,24 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	1710,24 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	111,57 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	111,57 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	39,55		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	39,55 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \mathbf{0,158} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$

Esfuerzo cortante:

A <sub>t</sub> =	2520 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	1292 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>t</sub> /A <sub>w</sub> =	1,95
τ <sub>Ed</sub> =	9,05 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \mathbf{0,060} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	2029 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	306,81 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

Flexión y cortante:

V<sub>ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,85340898$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 40,31 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[ f_y - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right]}{\gamma_{M0}} \quad \text{con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = \mathbf{0,157} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$

Flexión y esfuerzo axial:

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>N,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \mathbf{0,157} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$

Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:

V<sub>ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 40,31 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 1710,24 KN

M<sub>Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 111,57 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \mathbf{0,157} \leq \mathbf{1} \quad \mathbf{O.k}$$



**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 6 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2ht_{total}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,902 = \lambda \gamma \quad N_{cr,y} = 2205,30 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1$  b Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,027$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,660 = \chi \gamma$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1128,16 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,002 \leq 1} \quad \text{O.k}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 116,52 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,003 \quad N_{cr,LT} = 1786,11 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1$  a

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,087$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\chi_{LT} = 0,664$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 74,05 \text{ KN.m}$$

**2.4.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$$N_{Ed} = 2,03 \text{ KN} \quad M_{yEd} = 17,53 \text{ KN.m} \quad V_{Ed} = 11,69 \text{ KN}$$

$$V_{M2} = 1,25$$

$$f_y = 275 \text{ Mpa} \quad f_u = 430 \text{ Mpa}$$

$$d = 20 \text{ mm} \text{ Diámetro nominal del perno.} \quad A_s = 2,75 \text{ cm}^2 \text{ Área resistente a tracción}$$

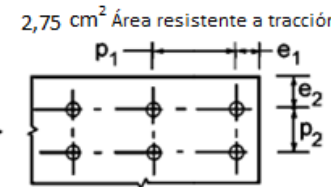
$$d_o = 22 \text{ mm} \text{ Diámetro del agujero.}$$

$$d_m = 32,3 \text{ mm} \text{ Media distancia de la tuerca.}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm} \quad p_2 = 160 \text{ mm}$$

$$e_1 = 45 \text{ mm} \quad p_1 = 260 \text{ mm}$$

$$t_p = 20 \text{ mm} \text{ Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.}$$



Dimensiones Chapa base: B= 230 mm x N= 350 mm

Nº pernos por fila= 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$s = r_c = 15$$

$$a_b = 4,25$$

$$t_{fb} = 14$$

$$b_{eff,t,wc} = 171,02$$

$$t_{wc} = 8,50$$

$$\omega = 1$$

$$F_{t,wc,Rd} = 380,72 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

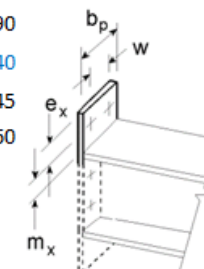
$$l_{eff,nc} = 90$$

$$m_x = 40$$

$$e_x = 45$$

$$w = 160$$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005



$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

(Tabla 6.2) EN 1993-1-8:2005

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 4,71 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 471,43 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 4,71 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,2,Rd} = 278,64 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 316,80 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 278,64$$

$$F_{T,1,Rd} = 278,64 \text{ KN}$$

$$F_{T,r,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 278,64 \text{ KN}$$

**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 22,66 \text{ mm}$

$b_{eff} = 59,31 \text{ mm}$

$l_{eff} = 225,31 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 445,47 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 672,12 \text{ KN}$

**F<sub>C,l,Rd</sub> = 445,47 KN**

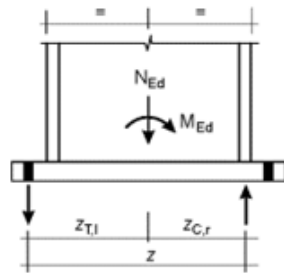
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 445,47 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 130 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 90 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 17,53 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -2,03 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -8,619 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 220 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 61,95 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 96,55 \text{ KN.m}$

**M<sub>j,Rd</sub> = 61,95 KN.m** >= 17,53 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 43,65 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 43,65 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 0,41 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = 175,00 \text{ KN} > V_{Ed} = 11,69 \text{ KN O.k}$

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 2,92 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 39,85 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 105,60 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

$F_{v,Rd} = 105,60 \text{ KN} >= F_{v,Ed} = 2,92 \text{ KN O.k}$

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

$F_{b,Rd} = 344,00 \text{ KN} >= F_{v,Ed} = 2,92 \text{ KN O.k}$

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 158,40 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 39,85 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 418,88 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 39,85 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 154,00 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

$F_{s,Rd} = 24,64 \text{ KN} >= F_{v,Ed} = 2,92 \text{ KN O.k}$

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 19,54 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{s,Rd} = 19,54 \text{ KN} > F_{v,Ed} = 2,92 \text{ KN O.k}$

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 1,93 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 11,15 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 200 \text{ mm}$   
 $n^e = 1$  x  $15 \text{ mm}$

Placa base:  $230$  x  $20$

$I_x = 12233963,13 \text{ mm}^4$

$v = 34,38 \text{ mm}$   $v' = 123,12 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 21,86 \text{ KN.m} >= 11,15 \text{ KN O.k}$



**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el | KN.m

V=+-	7,80 KN	M=+-	11,70	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.
$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	=		43,94 Mpa	
$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	=		12,03 Mpa	

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	26,37	<=	$1.5f_v =$	412,50	O.k	
$\Delta\tau$	=	7,22	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{Mf} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$

$\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	43,94	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos}$	=	53,18 KN		
$F_{perno}$	=	26,59 KN		
$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	=	96,69 Mpa	$\Delta\sigma_c =$	50

$K_s = [30/d]^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,mod} = K_s \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	=	28,36		
$\Delta\tau_c$	=	100	Tabla 8.1	

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$

$\Delta\tau_L = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_L / \gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	28,36	= $\gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas=	1		
L=	85 mm	e=	15 mm
$\Delta I_x$ =	4630,38 cm <sup>4</sup>		
$I_{x,total}$ =	8460,38 cm <sup>4</sup>		
$W_x$ =	483,45 cm <sup>3</sup>		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$ =	36,65 Mpa en la cartela.
$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$ =	18,32 Mpa en la soldadura
$\Delta\sigma_c$ =	36,00 Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	18,32	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$ =	34,42 Mpa en el perfil en la unión a la cartela.
$\Delta\sigma_c$ =	71,00 Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	34,42	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.5.- ALTURA DE PANTALLA = 4M , ZONA DE BORDE

### 2.5.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

Velocidad media del viento:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) = 1$  Coeficiente topográfico

$v_b = 26$  m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z = 4$  m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 = 0,3$  m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} = 5$  m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} = 0,05$

$K_r = 0,215$

$c_o(z) = 0,606$

$v_m = 15,755$  m/s Velocidad media del viento.

Intensidad de la turbulencia:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_1 = 1$

$I_v(z) = 0,355$

Presión correspondiente a la velocidad de pico:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) = 541,16$  N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l = 40,00$  m

$a = 4$  m

$h = 4$  m

$\varphi = 1$  Relación de solidez.

$C_{pnetA} = 3,4$  en 1,2 m

$C_{pnetB} = 2,1$  en 6,8 m

$C_{pnetC} = 1,7$  en 8 m

$C_{pnetD} = 1,2$  en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

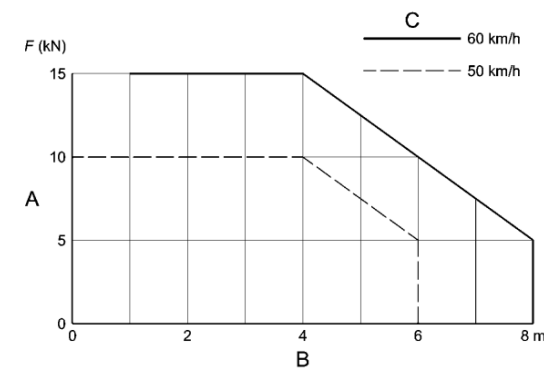
Poste intermedio: (a 4 m)  
 $V_{post} = 18,69$  KN 4,67 KN/m  
 $M_{post} = 37,38$  KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:

$d = 0$  m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v = 50$  Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F = 10$  KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a = 4$  m Separación entre postes.

$h = 2$  m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} = 10,00$  KN

$M_{post} = 15,00$  KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:

$q_{(v)} = 0,65$  KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a = 4$  m Separación entre postes.

$h = 4$  m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} = 10,40$  KN

$M_{post} = 20,80$  KN.m

### 2.5.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-220 pp=	0,701 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	3,79 KN	M <sub>yEd</sub> =	56,07 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	28,03 KN
M <sub>zEd</sub> =	0 KN.m				
HEB-220 pp=	0,701 KN/m				
A=	91 cm <sup>2</sup>	r=	18 mm	S <sub>x</sub> =	414 cm <sup>3</sup>
h=	220 mm	i <sub>x</sub> =	8090 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	736 cm <sup>3</sup>
b=	220 mm	i <sub>y</sub> =	9,43 cm	W <sub>y</sub> =	258 cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	152 mm	I <sub>y</sub> =	2840 cm <sup>4</sup>	W <sub>pl,x</sub> =	736 cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	16 mm	i <sub>y</sub> =	5,59 cm	W <sub>pl,y</sub> =	258 cm <sup>3</sup>
e=	9,5 mm	I <sub>x</sub> =	65,44755 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>v</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	16,00		
α=	0,505		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 5,45

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

γ <sub>M0</sub> =	1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
γ <sub>M1</sub> =	1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
γ <sub>M2</sub> =	1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
γ <sub>M3</sub> =	1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

σ<sub>x,Ed</sub>= 76,60 Mpa

τ<sub>Ed</sub>= 19,41 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,102 \leq 1$$

O.k

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

N <sub>pl,Rd</sub> =	2383,33 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	2383,33 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	192,76 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	192,76 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	67,57		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	67,57 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,292 \leq 1$$

O.k

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	3520 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	1786 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	1,97
τ <sub>Ed</sub> =	15,70 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = 0,104 \leq 1$$

O.k

$$r_{pl,Rd} = \frac{A_f (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A<sub>v</sub>= 2788 mm<sup>2</sup> (6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.

V<sub>pl,Rd</sub>= 421,58 KN (6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,751692018$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 68,28 Mpa

$$M_{y,v,Rd} = \frac{W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w}}{\gamma_{M0}} f_y \text{ con } M_{y,v,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \text{ (6.30 UNE-EN 1993-1-1:2008.)}$$

M<sub>y,v,Rd</sub>= 192,76 KN.m

M<sub>yEd</sub>/M<sub>y,v,Rd</sub>= 0,291 ≤ 1

O.k

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

(6.32 UNE-EN 1993-1-1:2008.)

M<sub>N,Rd</sub>= 192,76 KN.m

M<sub>Ed</sub>/M<sub>N,Rd</sub>= 0,291 ≤ 1

O.k

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 68,28 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 2383,33 KN

M<sub>Rd</sub>= 192,76 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 192,76 KN.m

M<sub>Ed</sub>/M<sub>N,Rd</sub>= 0,291 ≤ 1

O.k

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 8 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr} = 2ht_{total}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,977 = \lambda_y \quad N_{cr,y} = 2619,89 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,110$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,611 = \chi_y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1457,32 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,003 \leq 1} \quad \text{O.k.}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 169,19 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,094 \quad N_{cr,LT} = 2091,87 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1$  a

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,192$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\chi_{LT} = 0,600$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 115,71 \text{ KN.m}$$

**2.5.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$$N_{Ed} = 3,79 \text{ KN} \quad M_{yEd} = 56,07 \text{ KN.m} \quad V_{Ed} = 28,03 \text{ KN}$$

$$M_{zEd} = 1,25$$

$$f_y = 275 \text{ Mpa} \quad f_u = 430 \text{ Mpa}$$

$$d = 24 \text{ mm Diámetro nominal del perno.} \quad A_s = 3,53 \text{ cm}^2 \text{ Área resistente a tracción}$$

$$d_o = 26 \text{ mm Diámetro del agujero.}$$

$$d_m = 25,85 \text{ mm Media distancia de la tuerca.}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm} \quad p_2 = 200 \text{ mm}$$

$$e_1 = 55 \text{ mm} \quad p_1 = 320 \text{ mm}$$

$$t_p = 25 \text{ mm Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.}$$

Dimensiones Chapa base:  $B = 280 \text{ mm} \times N = 430 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base: (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$s = r_c = 18$$

$$a_b = 4,75$$

$$t_{fb} = 16$$

$$b_{eff,t,wc} = 199,44$$

$$t_{wc} = 9,50$$

$$\omega = 1$$

$$F_{t,wc,Rd} = 496,21 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

$$l_{eff,nc} = 110$$

$$m_x = 50$$

$$e_x = 55$$

$$w = 200$$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad (Tabla 6.2) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,00 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 720,24 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,00 \text{ KN.m}$$

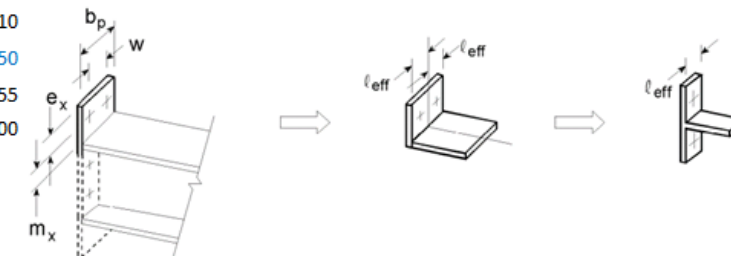
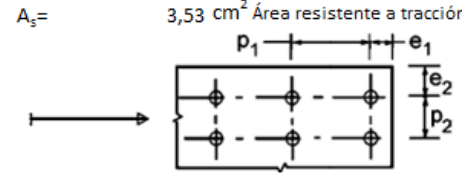
$$F_{T,2,Rd} = 384,50 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 384,50$$

$$F_{T,1,Rd} = 384,50 \text{ KN}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 384,50 \text{ KN}$$



**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 25,89 \text{ mm}$

$b_{eff} = 67,79 \text{ mm}$

$l_{eff} = 271,79 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 614,12 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 944,91 \text{ KN}$

**F<sub>C,l,Rd</sub> = 614,12 KN**

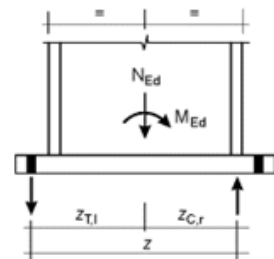
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 614,12 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 160 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,r} = 110 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub> (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)**



$M_{Ed} = 56,07 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -3,79 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -14,803 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 270 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 104,59 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 164,04 \text{ KN.m}$

**M<sub>j,Rd</sub> = 104,59 KN.m** >= 56,07 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 0,76 \text{ KN}$

**F<sub>v,Rd</sub> = 224,87 KN > V<sub>Ed</sub> = 28,03 KN O.k**

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 7,01 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 103,83 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 135,55 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>v,Rd</sub> = 135,55 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 7,01 KN O.k**

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga= Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

**F<sub>b,Rd</sub> = 516,00 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 7,01 KN O.k**

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_z}{\gamma_{M2}} = 203,33 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 103,83 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

**B<sub>p,Rd</sub> = 0,6 π d<sub>m</sub> t<sub>p</sub> f<sub>u</sub> / γ<sub>M2</sub> = 419,04 KN >= F<sub>t,Ed</sub> = 103,83 KN O.k**

(Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 197,68 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

**F<sub>s,Rd</sub> = 31,63 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 7,01 KN O.k**

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 18,34 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

**F<sub>s,Rd</sub> = 18,34 KN > F<sub>v,Ed</sub> = 7,01 KN O.k**

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 3,04 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 19,22 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 225 \text{ mm}$

$n = 1$  x  $15 \text{ mm}$

Placa base:  $280$  x  $25$

$I_x = 17619650,90 \text{ mm}^4$

$v = 33,78 \text{ mm}$   $v' = 141,22 \text{ mm}$

**M<sub>Rd</sub> = 27,45 KN.m >= 19,22 KN O.k**



**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

V=+- 10,40 KN M=+- 20,80 Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 45,22 \text{ Mpa}$$

$$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 11,52 \text{ Mpa}$$

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	27,13	<=	$1,5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	6,91	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{Mf}$  = 1,15 (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c$  = 80,00 Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones no nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6 \quad \text{con } m = 3 \text{ para } N_R \leq 5 \times 10^6$$

$\Delta\sigma_D$  = 58,94 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	45,22	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos}$  = 77,04 KN

$F_{perno}$  = 38,52 KN

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 109,12 \text{ Mpa} \quad \Delta\sigma_c = 50$$

$$K_t = [30/d]^{1/4} = 1$$

$$\Delta\sigma_{c,mod} = K_t \Delta\sigma_c = 50 \text{ Tabla 8.1}$$

$\Delta\sigma_D$  = 36,84 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 29,46$$

$$\Delta\tau_c = 100 \text{ Tabla 8.1}$$

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$$

$\Delta\tau_c$  = 45,73 Umbral de daño.

$\Delta\tau_L / \gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	29,46	= $\gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

nº cartelas = 1

L = 105 mm e = 15 mm

$$\Delta I_x = 8607,38 \text{ cm}^4$$

$$I_{x \text{ total}} = 16697,38 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 776,62 \text{ cm}^3$$

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 40,49 \text{ Mpa en la cartela.}$$

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 20,24 \text{ Mpa en la soldadura}$$

$$\Delta\sigma_c = 36,00 \text{ Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.}$$

$\Delta\sigma_D$  = 26,53 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,24	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 36,31 \text{ Mpa en el perfil en la unión a la cartela.}$$

$$\Delta\sigma_c = 71,00 \text{ Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.}$$

$\Delta\sigma_D$  = 52,31 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	36,31	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.6.- ALTURA DE PANTALLA = 4M , ZONA INTERMEDIA

### 2.6.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

**Velocidad media del viento:**

$$v_m(z) = c_T(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

(4.3 EN 1991-1-4)

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_T(z) = k_T \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_T(z) = c_T(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  5 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_T = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)

$z_{0,II} =$  0,05

$K_T =$  0,215

$c_T(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$I_v(z) = I_v(z_{\min})$  para  $z < z_{\min}$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_b(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  50,00 m

$a =$  4 m

$h =$  5 m

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$C_{pnetA} =$  3,4 en 1,5 m

$C_{pnetB} =$  2,1 en 8,5 m

$C_{pnetC} =$  1,7 en 10 m

$C_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Septimo poste: (a 24 m)

$V_{post} =$  12,99 KN

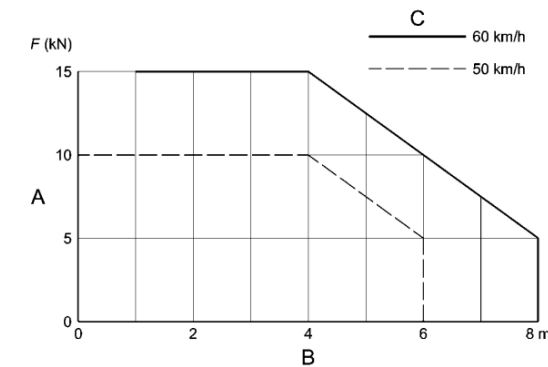
$M_{post} =$  32,47 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  4 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,40 KN

$M_{post} =$  20,80 KN.m



### 2.6.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-220 pp=		0,701 KN/m			
$N_{Ed}$ =	3,79 KN	$M_{yEd}$ =	31,17 KN.m	$V_{Ed}$ =	15,59 KN
HEB-220 pp=		0,701 KN/m		$M_{zEd}$ = 0 KN.m	
A=	91 cm <sup>2</sup>	r=	18 mm	$S_x$ =	414 cm <sup>3</sup>
h=	220 mm	$I_x$ =	8090 cm <sup>4</sup>	$W_x$ =	736 cm <sup>3</sup>
b=	220 mm	$i_x$ =	9,43 cm	$W_y$ =	258 cm <sup>3</sup>
$h_1$ =	152 mm	$I_y$ =	2840 cm <sup>4</sup>	$W_{pl,x}$ =	736 cm <sup>3</sup>
$e_1$ =	16 mm	$i_y$ =	5,59 cm	$W_{pl,y}$ =	258 cm <sup>3</sup>
e=	9,5 mm	$I_z$ =	65,44755 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

$f_y$ =	275	$f_u$ =	430
$\epsilon$ =	0,92		
$c/t=h_1/e$ =	16,00		
$\alpha$ =	0,505		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

$c/t=((b-e-2r)/2)/e_1= 5,45$

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- $\gamma_{M0}$ = 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- $\gamma_{M1}$ = 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- $\gamma_{M2}$ = 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- $\gamma_{M3}$ = 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

$\sigma_{x,Ed}$ =	42,77 Mpa
$\tau_{Ed}$ =	10,79 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,032 \leq 1$$

O.k

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

$N_{pl,Rd}$ =	2383,33 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	
$N_{c,Rd}$ =	2383,33 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	
$M_{y,Rd}$ =	192,76 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	$M_{pl,y,Rd}$ = 192,76 KN.m
$M_{z,Rd}$ =	67,57		$M_{pl,z,Rd}$ = 67,57 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,163 \leq 1$$

O.k

**Esfuerzo cortante:**

$A_f$ =	3520 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
$A_w$ =	1786 mm <sup>2</sup> Área del alma.
$A_f/A_w$ =	1,97
$\tau_{Ed}$ =	8,73 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3}\gamma_{M0})} = 0,058 \leq 1$$

O.k

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v(f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$A_v$ =	2788 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
$V_{pl,Rd}$ =	421,58 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$ = 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,857588478$$

$(1-\rho)f_y$ = 39,16 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[ f_y - \frac{\rho A_w^2}{4I_w} \right]}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

$M_{y,V,Rd}$ = 192,76 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = 0,162 \leq 1$$

O.k

**Flexión y esfuerzo axial:**

$N_{Ed} \leq 0,25 N_{pl,Rd}$  ? Si

$N_{Ed} \leq \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

$M_{N,Rd}$ = 192,76 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,162 \leq 1$$

O.k

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$ = 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

$(1-\rho)f_y$ = 39,16 Mpa

$N_{Rd}$ = 2383,33 KN

$M_{Rd}$ = 192,76 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]$$

$M_{N,Rd}$ = 192,76 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,162 \leq 1$$

O.k

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 8 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 0,977 = \lambda \gamma \quad N_{cr,y} = 2619,89 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1$  b Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,110$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,611 = \chi \gamma$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1457,32 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,003 \leq 1} \quad \text{O.k}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 169,19 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,094 \quad N_{cr,LT} = 2091,87 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1$  a

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,192$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

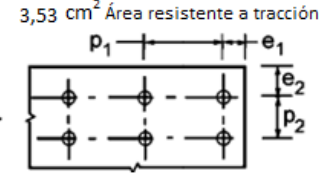
$$\chi_{LT} = 0,600$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 115,71 \text{ KN.m}$$

**2.6.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} =$	3,79 KN	$M_{yEd} =$	31,17 KN.m	$V_{Ed} =$	15,59 KN
$\gamma_{M2} =$	1,25	$f_y =$	275 Mpa	$f_u =$	430 MPa
$d =$	24 mm	Diámetro nominal del perno.		$A_s =$	3,53 cm <sup>2</sup> Área resistente a tracción
$d_o =$	26 mm	Diámetro del agujero.			
$d_m =$	25,85 mm	Media distancia de la tuerca.			
$e_2 =$	40 mm	$p_2 =$	200 mm		
$e_1 =$	55 mm	$p_1 =$	320 mm		
$t_p =$	25 mm	Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.			



Dimensiones Chapa base: B= 280 mm x N= 430 mm

Nº pernos por fila= 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

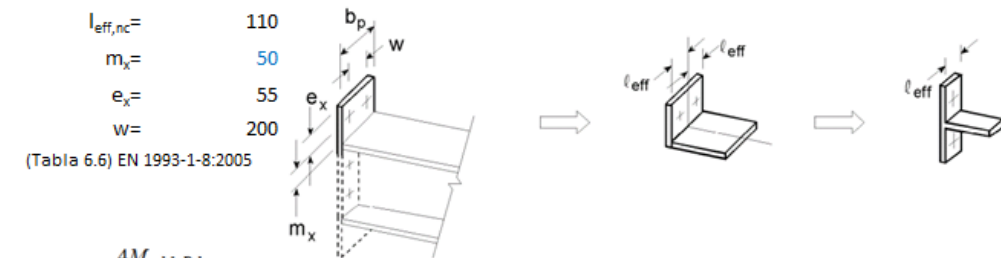
$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c =$	18
$a_b =$	4,75
$t_{fb} =$	16
$b_{eff,t,wc} =$	199,44
$t_{wc} =$	9,50
$\omega =$	1
$F_{t,wc,Rd} =$	496,21 KN

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.



$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad (Tabla 6.2) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,00 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 720,24 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,00 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,2,Rd} = 384,50 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 384,50$$

$$F_{T,1,Rd} = \boxed{384,50 \text{ KN}}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 384,50 \text{ KN}$$

**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 25,89 \text{ mm}$

$b_{eff} = 67,79 \text{ mm}$

$l_{eff} = 271,79 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 614,12 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 944,91 \text{ KN}$

F <sub>C,l,Rd</sub>	614,12 KN
---------------------	-----------

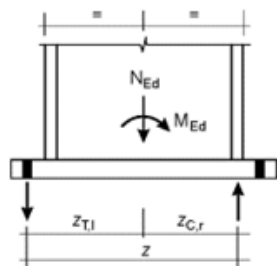
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 614,12 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 160 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 110 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 31,17 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -3,79 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -8,230 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 270 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1}$

$\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 105,22 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1} = 162,65 \text{ KN.m}$

$M_{j,Rd} = 105,22 \text{ KN.m} \geq 31,17 \text{ KN.m}$

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{t,Rd} = C_{td} N_{c,Ed} = 0,76 \text{ KN}$

F <sub>v,Rd</sub>	224,87 KN	>	V <sub>Ed</sub>	15,59 KN O.k
-------------------	-----------	---	-----------------	--------------

**Comprobación de los pernos:**

F<sub>v,Ed</sub> = 3,90 KN      F<sub>t,Ed</sub> = 57,72 KN

Acero      8,8      Mpa

$f_{vk} = 640 \text{ Mpa}$        $f_{ub} = 800$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 135,55 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

F <sub>v,Rd</sub>	135,55 KN	>=	F <sub>v,Ed</sub>	3,90 KN O.k
-------------------	-----------	----	-------------------	-------------

$F_{b,Rd} = \frac{\alpha k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 516,00 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

F <sub>b,Rd</sub>	516,00 KN	>=	F <sub>v,Ed</sub>	3,90 KN O.k
-------------------	-----------	----	-------------------	-------------

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 203,33 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 57,72 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 419,04 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 57,72 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}} = 197,68 \text{ KN}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 197,68 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

F <sub>s,Rd</sub>	31,63 KN	>=	F <sub>v,Ed</sub>	3,90 KN O.k
-------------------	----------	----	-------------------	-------------

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 24,24 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

F <sub>s,Rd</sub>	24,24 KN	>	F <sub>v,Ed</sub>	3,90 KN O.k
-------------------	----------	---	-------------------	-------------

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 3,04 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 19,22 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$        $h_{max} = 225 \text{ mm}$

$n^e = 1$  x  $15 \text{ mm}$

Placa base:  $280$  x  $25$

$I_x = 17619650,90 \text{ mm}^4$

$v = 33,78 \text{ mm}$        $v' = 141,22 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 27,45 \text{ KN.m} \geq 19,22 \text{ KN O.K}$

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso (KN.m)

V=+-	10,40 KN	M=+-	20,80	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga:
$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	=	45,22 Mpa		
$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	=	11,52 Mpa		

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	27,13	<=	$1.5f_y =$	412,50 O.k
$\Delta\tau$	=	6,91	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	= 238,16 O.k

$\gamma_{MF} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$

$\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MF}$	=	51,26	Mpa.	>=	45,22	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos} = 77,04$  KN

$F_{perno} = 38,52$  KN

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 109,12$  Mpa

$\Delta\sigma_c = 50$

$K_s = (30/d)^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,red} = K_s \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MF}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k) = 29,46$

$\Delta\tau_c = 100$  Tabla 8.1

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$

$\Delta\tau_c = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_L / \gamma_{MF}$	=	39,77	Mpa.	>=	29,46	= $\gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas=	1	e=	15 mm
L=	105 mm		
$\Delta I_x =$	8607,38 cm <sup>4</sup>		
$I_{x,total} =$	16697,38 cm <sup>4</sup>		
$W_x =$	776,62 cm <sup>3</sup>		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 40,49$  Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 20,24$  Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c = 36,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MF}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,24	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 36,31$  Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c = 71,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MF}$	=	45,49	Mpa.	<	36,31	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.7.- ALTURA DE PANTALLA = 5M , ZONA DE BORDE

### 2.7.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

Velocidad media del viento:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  5 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

Intensidad de la turbulencia:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

Presión correspondiente a la velocidad de pico:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  50,00 m

$a =$  4 m

$h =$  5 m

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$C_{pnetA} =$  3,4 en 1,5 m

$C_{pnetB} =$  2,1 en 8,5 m

$C_{pnetC} =$  1,7 en 10 m

$C_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio: (a 4 m)

$V_{post} =$  23,72 KN

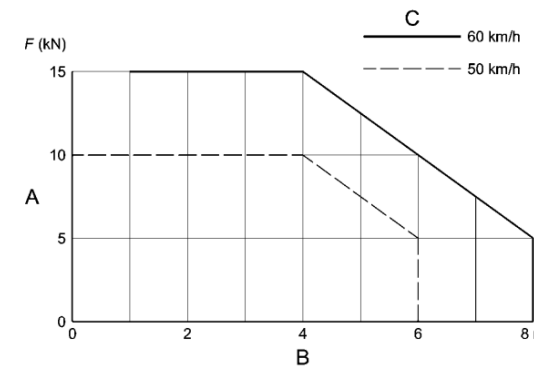
$M_{post} =$  59,30 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN

Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m

Separación entre postes.

$h =$  2 m

Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  5 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  13,00 KN

$M_{post} =$  32,50 KN.m



### 2.7.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-260 pp=	0,912 KN/m						
N <sub>Ed</sub> =	6,16 KN	M <sub>y,Ed</sub> =	88,94 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	35,58 KN	M <sub>z,Ed</sub> =	0 KN.m
HEB-260	pp=	0,912 KN/m					
A=	118 cm <sup>2</sup>	r=	24 mm	S <sub>x</sub> =	641 cm <sup>3</sup>		
h=	260 mm	I <sub>x</sub> =	14920 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	1150 cm <sup>3</sup>		
b=	260 mm	i <sub>x</sub> =	11,2 cm	W <sub>y</sub> =	395 cm <sup>3</sup>		
h <sub>1</sub> =	177 mm	I <sub>y</sub> =	5130 cm <sup>4</sup>	W <sub>pl,x</sub> =	1150 cm <sup>3</sup>		
e <sub>1</sub> =	17,5 mm	i <sub>y</sub> =	6,58 cm	W <sub>pl,y</sub> =	395 cm <sup>3</sup>		
e=	10 mm	I <sub>t</sub> =	100,395833 cm <sup>4</sup>				

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>y</sub> /e=	17,70		
α=	0,506		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 5,77

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

σ <sub>x,Ed</sub> =	77,86 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	20,10 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = \boxed{0,106 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

N <sub>pl,Rd</sub> =	3090,48 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	3090,48 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	301,19 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	301,19 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	103,45		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	103,45 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \boxed{0,297 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	4550 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	2250 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	2,02
τ <sub>Ed</sub> =	15,81 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \boxed{0,105 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	3715 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	561,75 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,06 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,762711915$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 65,25 Mpa

$$M_{y,v,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[1 - \frac{\rho A_w^2}{4t_w}\right] f_y}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,v,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>y,v,Rd</sub>= 301,19 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,v,Rd} = \boxed{0,295 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>N,Rd</sub>= 301,19 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,295 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,06 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 65,25 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 3090,48 KN

M<sub>Rd</sub>= 301,19 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 301,19 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,295 \leq 1 \text{ O.k}}$$



**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 10 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2ht_{total}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 1,029 \Rightarrow \lambda_y \quad N_{cr,y} = 3067,02 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,170$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,579 \Rightarrow \chi_y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1789,32 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,003 \leq 1} \quad \text{O.k.}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 237,08 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,155 \quad N_{cr,LT} = 2432,67 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,267$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\chi_{LT} = 0,559$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 168,38 \text{ KN.m}$$

**2.7.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$$N_{Ed} = 6,16 \text{ KN} \quad M_{yEd} = 88,94 \text{ KN.m} \quad V_{Ed} = 35,58 \text{ KN}$$

$$Y_{M2} = 1,25$$

$$f_y = 275 \text{ Mpa} \quad f_u = 430 \text{ MPa}$$

$$d = 24 \text{ mm Diámetro nominal del perno.} \quad A_s = 3,53 \text{ cm}^2 \text{ Área resistente a tracción}$$

$$d_o = 26 \text{ mm Diámetro del agujero.}$$

$$d_m = 25,85 \text{ mm Media distancia de la tuerca.}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm} \quad p_2 = 220 \text{ mm}$$

$$e_1 = 55 \text{ mm} \quad p_1 = 360 \text{ mm}$$

$$t_p = 25 \text{ mm Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.}$$

Dimensiones Chapa base:  $B = 300 \text{ mm} \times N = 470 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$s = r_c = 24$$

$$a_b = 5$$

$$t_{fb} = 17,5$$

$$b_{eff,t,wc} = 239,14$$

$$t_{wc} = 10,00$$

$$\omega = 1$$

$$F_{t,wc,Rd} = 626,32 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

$$l_{eff,nc} = 130$$

$$m_x = 50$$

$$e_x = 55$$

$$w = 220$$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

(Tabla 6.2) EN 1993-1-8:2005

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 10,64 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 851,19 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 10,64 \text{ KN.m}$$

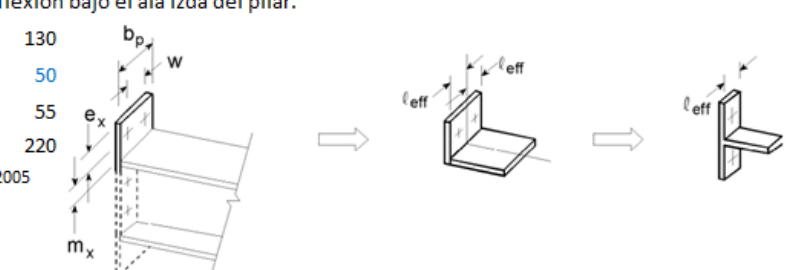
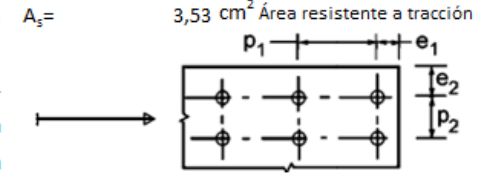
$$F_{T,2,Rd} = 415,67 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 406,66$$

$$F_{T,1,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 406,66 \text{ KN}$$



**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 28,32 \text{ mm}$

$b_{eff} = 74,14 \text{ mm}$

$l_{eff} = 316,64 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 782,55 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 1242,02 \text{ KN}$

F <sub>C,l,Rd</sub>	782,55 KN
---------------------	-----------

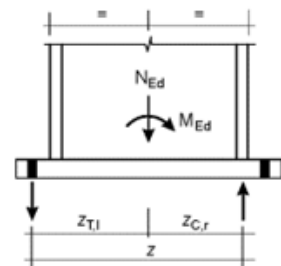
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 782,55 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 180 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 130 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 88,94 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -6,16 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -14,443 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 310 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 127,21 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 239,60 \text{ KN.m}$

$M_{j,Rd} = 127,21 \text{ KN.m} \geq 88,94 \text{ KN.m}$

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 56,03 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 1,23 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = 225,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 35,58 \text{ KN O.k}$

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 8,89 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 143,46 \text{ KN}$

Acero  $f_y = 8,8 \text{ Mpa}$

$f_{yb} = 640 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800$

$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 135,55 \text{ KN}$  Resistencia de cálculo a cortante. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

$F_{v,Rd} = 135,55 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 8,89 \text{ KN O.k}$

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

$F_{b,Rd} = 516,00 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 8,89 \text{ KN O.k}$

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 203,33 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 143,46 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 419,04 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 143,46 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 197,68 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

$F_{s,Rd} = 31,63 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 8,89 \text{ KN O.k}$

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 13,27 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{s,Rd} = 13,27 \text{ KN} > F_{v,Ed} = 8,89 \text{ KN O.k}$

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 4,23 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 20,33 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 225 \text{ mm}$

$n = 1$  x  $20 \text{ mm}$

Placa base:  $300$  x  $25$

$I_x = 22421875,00 \text{ mm}^4$

$v = 37,50 \text{ mm}$   $v' = 137,50 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 35,88 \text{ KN.m} \geq 20,33 \text{ KN O.K}$

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

V=+- 13,00 KN M=+- 32,50 Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 45,22 \text{ Mpa}$$

$$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 11,75 \text{ Mpa}$$

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	27,13	<=	$1,5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	7,05	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{Mf}$  = 1,15 (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c$  = 80,00 Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$$\Delta\sigma_R^{m} N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6 \quad \text{con } m = 3 \text{ para } N_R \leq 5 \times 10^6$$

$\Delta\sigma_D$  = 58,94 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	45,22	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos}$  = 104,84 KN

$F_{perno}$  = 52,42 KN

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 148,50 Mpa

$\Delta\sigma_c$  = 50

$K_s = (30/d)^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,mod}$  =  $K_s \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D$  = 36,84 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$  = 36,83

$\Delta\tau_c$  = 100 Tabla 8.1

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$$

$\Delta\tau_L$  = 45,73 Umbral de daño.

$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	36,83	= $\gamma_{FF}\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
----------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

nº cartelas = 1

L = 105 mm e = 20 mm

$\Delta I_x$  = 14374,50 cm<sup>4</sup>

$I_{x \text{ total}}$  = 29294,50 cm<sup>4</sup>

$W_x$  = 1246,57 cm<sup>3</sup>

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 40,49 Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 20,25 Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c$  = 36,00 Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D$  = 26,53 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,25	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 37,03 Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c$  = 71,00 Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D$  = 52,31 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	37,03	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.8.- ALTURA DE PANTALLA = 5M , ZONA INTERMEDIA

### 2.8.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

Velocidad media del viento:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  5 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,606

$v_m =$  15,755 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$I_v(z) = I_v(z_{\min})$  para  $z < z_{\min}$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,355

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_b(z) =$  541,16 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  50,00 m

$a =$  4 m

$h =$  5 m

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 1,5 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 8,5 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 10 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio: (a 4 m)

$V_{post} =$  23,72 KN

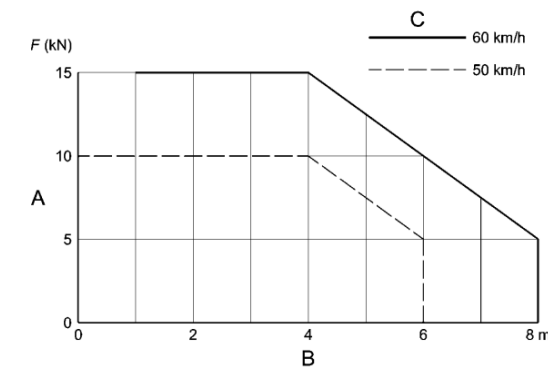
$M_{post} =$  59,30 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  5 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  13,00 KN

$M_{post} =$  32,50 KN.m

### 2.8.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-260 pp=	0,912 KN/m						
N <sub>Ed</sub> =	6,16 KN	M <sub>yEd</sub> =	48,70 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	19,48 KN	M <sub>zEd</sub> =	0 KN.m
HEB-260	pp=	0,912 KN/m					
A=	118 cm <sup>2</sup>	r=	24 mm	S <sub>x</sub> =	641 cm <sup>3</sup>		
h=	260 mm	I <sub>x</sub> =	14920 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	1150 cm <sup>3</sup>		
b=	260 mm	i <sub>x</sub> =	11,2 cm	W <sub>y</sub> =	395 cm <sup>3</sup>		
h <sub>1</sub> =	177 mm	I <sub>y</sub> =	5130 cm <sup>4</sup>	W <sub>pl,x</sub> =	1150 cm <sup>3</sup>		
e <sub>1</sub> =	17,5 mm	i <sub>y</sub> =	6,58 cm	W <sub>pl,y</sub> =	395 cm <sup>3</sup>		
e=	10 mm	I <sub>t</sub> =	100,395833 cm <sup>4</sup>				

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	17,70		
α=	0,506		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 5,77

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

σ <sub>x,Ed</sub> =	42,87 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	11,01 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,032 \leq 1$$

O.k

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

N <sub>pl,Rd</sub> =	3090,48 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	3090,48 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	301,19 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	301,19 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	103,45		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	103,45 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,164 \leq 1$$

O.k

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	4550 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	2250 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	2,02
τ <sub>Ed</sub> =	8,66 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = 0,057 \leq 1$$

O.k

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	3715 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	561,75 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,03 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,866087828$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 36,83 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4I_w}}{\gamma_{M0}} f_y \text{ con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \text{ (6.30 UNE-EN 1993-1-1:2008.)}$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 301,19 KN.m

M<sub>yEd</sub>/M<sub>y,V,Rd</sub>= 0,162 ≤ 1

O.k

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \text{ (6.32 UNE-EN 1993-1-1:2008.)}$$

M<sub>N,Rd</sub>= 301,19 KN.m

M<sub>Ed</sub>/M<sub>N,Rd</sub>= 0,162 ≤ 1

O.k

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,03 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 36,83 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 3090,48 KN

M<sub>Rd</sub>= 301,19 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 301,19 KN.m

M<sub>Ed</sub>/M<sub>N,Rd</sub>= 0,162 ≤ 1

O.k



**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 10 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 1,029 = \lambda \gamma \quad N_{cr,y} = 3067,02 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,170$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,579 = \chi \gamma$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1789,32 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,003 \leq 1} \quad \text{O.k}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_y \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 237,08 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,155 \quad N_{cr,LT} = 2432,67 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,267$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

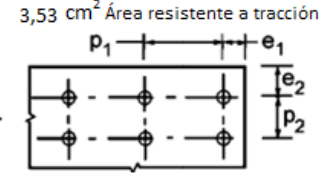
$$\chi_{LT} = 0,559$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 168,38 \text{ KN.m}$$

**2.8.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} =$	6,16 KN	$M_{yEd} =$	48,70 KN.m	$V_{Ed} =$	19,48 KN
$\gamma_{M2} =$	1,25	$f_y =$	275 Mpa	$f_u =$	430 MPa
$d =$	24 mm	Diámetro nominal del perno.		$A_s =$	3,53 cm <sup>2</sup> Área resistente a tracción
$d_o =$	26 mm	Diámetro del agujero.			
$d_m =$	25,85 mm	Media distancia de la tuerca.			
$e_2 =$	40 mm	$p_2 =$	220 mm		
$e_1 =$	55 mm	$p_1 =$	360 mm		
$t_p =$	25 mm	Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.			



Dimensiones Chapa base:  $B = 300 \text{ mm} \times N = 470 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

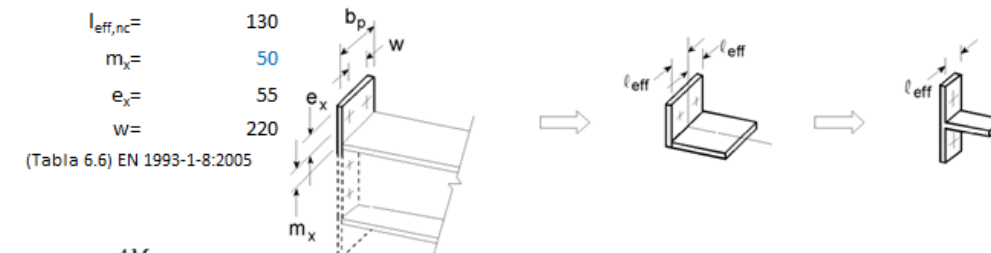
$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c =$	24
$a_b =$	5
$t_{fb} =$	17,5
$b_{eff,t,wc} =$	239,14
$t_{wc} =$	10,00
$\omega =$	1
$F_{t,wc,Rd} =$	626,32 KN

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.



$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad (Tabla 6.2) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 10,64 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 851,19 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 10,64 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,2,Rd} = 415,67 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 406,66$$

$$F_{T,1,Rd} = 406,66 \text{ KN}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 406,66 \text{ KN}$$



**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,Rd</sub> = f<sub>jd</sub> b<sub>eff</sub> l<sub>eff</sub> compresión bajo el ala izda del pilar.

f<sub>jd</sub> = β<sub>j</sub> F<sub>Rdu</sub> / (b<sub>eff</sub> l<sub>eff</sub>) (6.4) EN 1993-1-8:2005

F<sub>Rdu</sub> = A<sub>c0</sub> · f<sub>cd</sub> · √(A<sub>c1</sub> / A<sub>c0</sub>) ≤ 3,0 · f<sub>cd</sub> · A<sub>c0</sub> (6.6) EN 1993-1-8:2005

(6.63) EN 1992-1-1:2011

β = 0,667

c = t [f<sub>y</sub> / (3 f<sub>jd</sub> γ<sub>M0</sub>)]<sup>0,5</sup> = 33,33 Mpa = 28,32 mm (6.5) EN 1993-1-8:2005

b<sub>eff</sub> = 74,14 mm

l<sub>eff</sub> = 316,64 mm

F<sub>C,Rd</sub> = 782,55 KN

F<sub>C,fb,Rd</sub> = M<sub>C,Rd</sub> / (h - t<sub>fb</sub>) compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005  
1242,02 KN

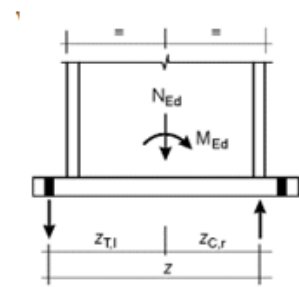
F<sub>C,l,Rd</sub> = 782,55 KN

**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 782,55 KN

Z<sub>T,r</sub> = Z<sub>T,l</sub> = 180 mm

Z<sub>C,r</sub> = Z<sub>C,r</sub> = 130 mm



**Resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub> (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)**

M<sub>Ed</sub> = 48,70 KN.m

N<sub>Ed</sub> = -6,16 KN. Negativo = Compresión.

e = -7,909 m

Parte izda a T y dcha a C:

z = El menor de  $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1}$  y  $\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1}$

M<sub>j,Rd</sub> =  $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 128,17 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1} = 237,19 \text{ KN.m}$

M<sub>j,Rd</sub> = 128,17 KN.m >= 48,70 KN.m

**Resistencia a cortante de la unión:**

F<sub>2,vb,Rd</sub> =  $\frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 56,03 \text{ KN}$

F<sub>vb,Rd</sub> = 56,03 KN

F<sub>v,Rd</sub> = F<sub>ED</sub> + n F<sub>vb,Rd</sub>

F<sub>ED</sub> = C<sub>td</sub> N<sub>c,Ed</sub> = 1,23 KN

F<sub>v,Rd</sub> = 225,34 KN > V<sub>Ed</sub> = 19,48 KN O.k

**Comprobación de los pernos:**

F<sub>v,Ed</sub> = 4,87 KN F<sub>t,Ed</sub> = 78,56 KN

Acero 8,8 Mpa

f<sub>yb</sub> = 640 Mpa f<sub>ub</sub> = 800

F<sub>v,Rd</sub> =  $\frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 135,55 \text{ KN}$  Resistencia de cálculo a cortante. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

F<sub>v,Rd</sub> = 135,55 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 4,87 KN O.k

α<sub>v</sub> = 0,6

F<sub>b,Rd</sub> =  $\frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

α<sub>b</sub> = 1,000

En dirección perpendicular a la carga: Borde

k<sub>1</sub> = 2,50

F<sub>b,Rd</sub> = 516,00 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 4,87 KN O.k

**Resistencia de cálculo tracción.**

F<sub>t,Rd</sub> =  $\frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 203,33 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 78,56 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

K<sub>2</sub> = 0,9 Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

B<sub>p,Rd</sub> =  $0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 419,04 \text{ KN} >= F_{t,Ed} = 78,56 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

F<sub>s,Rd</sub> =  $\frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

F<sub>p,C</sub> = 0,7 f<sub>ub</sub> A<sub>s</sub> = 197,68 KN (3.7) EN 1993-4-8:2005

k<sub>s</sub> = 1 Tornillos en agujeros normalizados.

μ = 0,2

F<sub>s,Rd</sub> = 31,63 KN >= F<sub>v,Ed</sub> = 4,87 KN O.k

**Tracción y cortante combinados:**

F<sub>s,Rd</sub> =  $\frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005 = 21,57 KN

F<sub>s,Rd</sub> = 21,57 KN > F<sub>v,Ed</sub> = 4,87 KN O.k

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

M<sub>Ed</sub> = 4,23 KN.m

Flexión en el lado traccionado:

M<sub>Ed</sub> = 20,33 KN.m

Cartelas: h<sub>min</sub> = 75 mm h<sub>max</sub> = 225 mm

n<sup>o</sup> = 1 x 20 mm

Placa base: 300 x 25 mm

I<sub>x</sub> = 22421875,00 mm<sup>4</sup>

v = 37,50 mm v' = 137,50 mm

M<sub>Rd</sub> = 35,88 KN.m >= 20,33 KN O.k

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el | KN.m

V=+- 13,00 KN M=+- 32,50 Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.  
 $\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 45,22$  Mpa  
 $\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 11,75$  Mpa

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	27,13	<=	1.5fy=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	7,05	<=	1,5 fy/ $\sqrt{3}$	238,16	O.k

$\gamma_{Mf} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$   
 $\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.  

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	51,26	Mpa.	>=	45,22	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos} = 104,84$  KN  
 $F_{perno} = 52,42$  KN  
 $\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 148,50$  Mpa  $\Delta\sigma_c = 50$   
 $K_s = (30/d)^{1/4} = 1$   
 $\Delta\sigma_{c,red} = K_s \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1  
 $\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k) = 36,83$   
 $\Delta\tau_c = 100$  Tabla 8.1

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$   
 $\Delta\tau_L = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf}$	=	39,77	Mpa.	>=	36,83	= $\gamma_{FF}\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
----------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas= 1  
L= 105 mm e= 20 mm  
 $\Delta I_x = 14374,50$  cm4  
 $I_{x,total} = 29294,50$  cm4  
 $W_x = 1246,57$  cm3

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 40,49$  Mpa en la cartela.  
 $\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 20,25$  Mpa en la soldadura  
 $\Delta\sigma_c = 36,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.  
 $\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,25	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) = 37,03$  Mpa en el perfil en la unión a la cartela.  
 $\Delta\sigma_c = 71,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.  
 $\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}$	=	45,49	Mpa.	<	37,03	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.9.- ALTURA DE PANTALLA = 6M , ZONA BORDE

### 2.9.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

Velocidad media del viento:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  6 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,645

$v_m =$  16,776 m/s Velocidad media del viento.

Intensidad de la turbulencia:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{para } z < z_{\min}$$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,334

Presión correspondiente a la velocidad de pico:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_p(z) =$  586,94 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  60,00 m

$a =$  4 m

$h =$  6

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$C_{pnetA} =$  3,4 en 1,8 m

$C_{pnetB} =$  2,1 en 10,2 m

$C_{pnetC} =$  1,7 en 12 m

$C_{pnetD} =$  1,2 en resto m

Esfuerzos en el poste:

Poste intermedio: (a 4 m)

$V_{post} =$  31,44 KN 5,24 KN/m

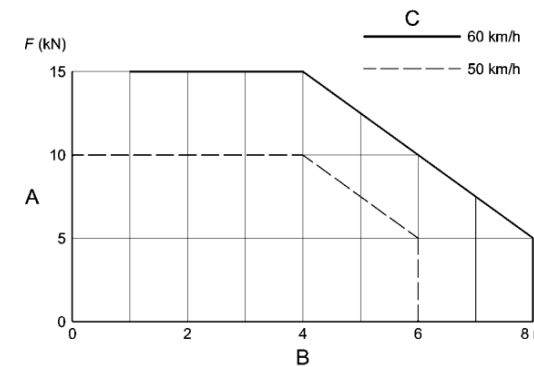
$M_{post} =$  94,31 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

Esfuerzos en el poste:

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  6 m Altura de la pantalla.

Esfuerzos en el poste:

Poste intermedio:

$V_{post} =$  15,60 KN

$M_{post} =$  46,80 KN.m

### 2.9.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-300 pp=	1,148 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	9,30 KN	M <sub>yEd</sub> =	141,46 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	47,15 KN
M <sub>zEd</sub> =					0 KN.m
HEB-300	pp=	1,148 KN/m			
A=	149	cm <sup>2</sup>	r=	27	mm
S <sub>x</sub> =			S <sub>x</sub> =	934	cm <sup>3</sup>
h=	300	mm	I <sub>x</sub> =	25170	cm <sup>4</sup>
W <sub>x</sub> =			W <sub>x</sub> =	1680	cm <sup>3</sup>
b=	300	mm	i <sub>x</sub> =	13	cm
W <sub>y</sub> =			W <sub>y</sub> =	571	cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	208	mm	I <sub>y</sub> =	8560	cm <sup>4</sup>
W <sub>pl,x</sub> =			W <sub>pl,x</sub> =	1680	cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	19	mm	i <sub>y</sub> =	7,58	cm
W <sub>pl,y</sub> =			W <sub>pl,y</sub> =	571	cm <sup>3</sup>
e=	11	mm	I <sub>t</sub> =	148,804067	cm <sup>4</sup>

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	18,91		
α=	0,507		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 6,18

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

σ <sub>x,Ed</sub> =	84,83	Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	20,61	Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = \boxed{0,123 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

N <sub>pl,Rd</sub> =	3902,38	KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)
N <sub>c,Rd</sub> =	3902,38	KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)
M <sub>y,Rd</sub> =	440,00	KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)
M <sub>z,Rd</sub> =	149,55	KN.m	M <sub>pl,y,Rd</sub> = 440,00 KN.m
			M <sub>pl,z,Rd</sub> = 149,55 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \boxed{0,324 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Esfuerzo cortante:**

A <sub>f</sub> =	5700	mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	2882	mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	1,98	
τ <sub>Ed</sub> =	16,36	Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \boxed{0,108 \leq 1 \text{ O.k}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	4735	mm <sup>2</sup> (6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	715,98	KN (6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

**Flexión y cortante:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,753914401$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 67,67 Mpa

$$M_{y,v,Rd} = \frac{W_{pl,y} \left[1 - \frac{\rho A_w^2}{4t_w}\right] f_y}{\gamma_{M0}} \text{ con } M_{y,v,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>y,v,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,v,Rd} = \boxed{0,322 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión y esfuerzo axial:**

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>N,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,322 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:**

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,07 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 67,67 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 3902,38 KN

M<sub>Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = \boxed{0,322 \leq 1 \text{ O.k}}$$

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 12 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 1,063 = \lambda_y \quad N_{cr,y} = 3623,34 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,212$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,557 = \chi_y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 2175,12 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,004 \leq 1} \quad \text{O.k.}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 319,60 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,202 \quad N_{cr,LT} = 2834,50 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,328$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\chi_{LT} = 0,529$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 232,55 \text{ KN.m}$$

**2.9.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$$N_{Ed} = 9,30 \text{ KN} \quad M_{yEd} = 141,46 \text{ KN.m} \quad V_{Ed} = 47,15 \text{ KN}$$

$$Y_{M2} = 1,25$$

$$f_y = 275 \text{ Mpa} \quad f_u = 430 \text{ Mpa}$$

$$d = 30 \text{ mm Diámetro nominal del perno.} \quad A_s = 5,61 \text{ cm}^2 \text{ Área resistente a tracción}$$

$$d_o = 32 \text{ mm Diámetro del agujero.}$$

$$d_m = 49,55 \text{ mm Media distancia de la tuerca.}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm} \quad p_2 = 260 \text{ mm}$$

$$e_1 = 65 \text{ mm} \quad p_1 = 420 \text{ mm}$$

$$t_p = 30 \text{ mm Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.}$$

Dimensiones Chapa base:  $B = 360 \text{ mm} \times N = 550 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$s = r_c = 27$$

$$a_b = 5,5$$

$$t_{fb} = 19$$

$$b_{eff,t,wc} = 264,56$$

$$t_{wc} = 11,00$$

$$\omega = 1$$

$$F_{t,wc,Rd} = 762,17 \text{ KN}$$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

$$l_{eff,nc} = 150$$

$$m_x = 60$$

$$e_x = 65$$

$$w = 260$$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

(Tabla 6.2) EN 1993-1-8:2005

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 17,68 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 1178,57 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 17,68 \text{ KN.m}$$

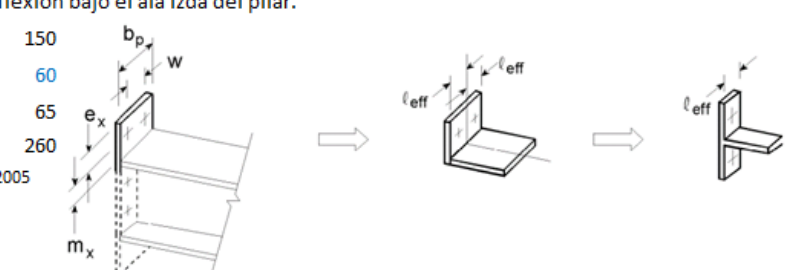
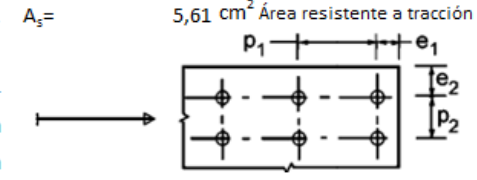
$$F_{T,2,Rd} = 618,92 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 646,27 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 618,92$$

$$F_{T,1,Rd} = 618,92 \text{ KN}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 618,92 \text{ KN}$$





**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 30,75 \text{ mm}$

$b_{eff} = 80,50 \text{ mm}$

$l_{eff} = 361,50 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 969,98 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 1565,84 \text{ KN}$

F <sub>C,l,Rd</sub>	969,98 KN
---------------------	-----------

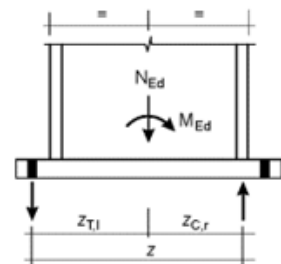
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 969,98 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 210 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 150 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 141,46 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -9,30 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -15,216 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 360 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 225,03 \text{ KN.m}$

$z_{C,r} / e + 1$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 344,44 \text{ KN.m}$

$z_{T,1} / e - 1$

$M_{j,Rd} = 225,03 \text{ KN.m} \geq 141,46 \text{ KN.m}$

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 89,04 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 89,04 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 1,86 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = 358,03 \text{ KN} > V_{Ed} = 47,15 \text{ KN O.k}$

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 11,79 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 196,47 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$f_{yb} = 640 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800$

$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 215,42 \text{ KN}$  Resistencia de cálculo a cortante. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

$F_{v,Rd} = 215,42 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 11,79 \text{ KN O.k}$

$\alpha_v = 0,6$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

$F_{b,Rd} = 774,00 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 11,79 \text{ KN O.k}$

**Resistencia de cálculo tracción.**

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 323,14 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 196,47 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 963,88 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 196,47 \text{ KN O.k}$

(Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 314,16 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

$F_{s,Rd} = 50,27 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 11,79 \text{ KN O.k}$

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{s,Rd} = 25,12 \text{ KN} > F_{v,Ed} = 11,79 \text{ KN O.k}$

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 5,70 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 37,14 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 255 \text{ mm}$

$n_e = 1$  x  $20 \text{ mm}$

Placa base:  $360$  x  $30$

$I_x = 32325438,83 \text{ mm}^4$

$v = 37,82 \text{ mm}$   $v' = 157,18 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 45,24 \text{ KN.m} \geq 37,14 \text{ KN O.k}$



**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso (KN.m)

V=+	15,60 KN	M=+	46,80	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatig
$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	=		44,57 Mpa	
$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	=		10,91 Mpa	

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	26,74	<=	$1,5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	6,55	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$V_{MI} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^{mm} N_R = \Delta\sigma_c^{mm} 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$

$\Delta\sigma_D = 58,94$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MI}$	=	51,26	Mpa.	>=	44,57	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos} = 130,00$  KN

$F_{perno} = 65,00$  KN

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 115,86$  Mpa

$\Delta\sigma_c = 50$

$K_t = (30/d)^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,mod} = K_t \Delta\sigma_c = 50$  Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D = 36,84$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MI}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k) = 27,81$

$\Delta\tau_c = 100$  Tabla 8.1

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$

$\Delta\tau_c = 45,73$  Umbral de daño.

$\Delta\tau_c / \gamma_{MI}$	=	39,77	Mpa.	>=	27,81	= $\gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

nº cartelas=	1		
L=	125 mm	e=	20 mm
$\Delta I_x$ =	23229,17 cm4		
$I_{x\ total}$ =	48399,17 cm4		
$W_x$ =	1759,97 cm3		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 41,10$  Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 20,55$  Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c = 36,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D = 26,53$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MI}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,55	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 36,79$  Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c = 71,00$  Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D = 52,31$  Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MI}$	=	45,49	Mpa.	<	36,79	= $\gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	O.k
--------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----

## 2.10.- ALTURA DE PANTALLA = 6M , ZONA INTERMEDIA

### 2.10.1.- Acciones consideradas

**UNE EN 1991-1-4: 2005 Eurocódigo 1 : Acciones en estructuras. Parte 1-4:**

**Acciones generales. Acciones de viento.**

**Velocidad media del viento:**

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (4.3 \text{ EN } 1991-1-4)$$

$c_o(z) =$  1 Coeficiente topográfico

$v_b =$  26 m/s

Factor de rugosidad del terreno:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$c_r(z) = c_r(z_{\min})$  para  $z \leq z_{\min}$  (4.4 EN 1991-1-4)

$z =$  6 m. Altura de la pantalla desde el terreno.

Categoría del terreno= III

$z_0 =$  0,3 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$z_{\min} =$  5 m (Tabla 4.1 EN 1991-1-4)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{Factor del terreno (4.5 EN 1991-1-4)}$$

$z_{0,II} =$  0,05

$K_r =$  0,215

$c_r(z) =$  0,645

$v_m =$  16,776 m/s Velocidad media del viento.

**Intensidad de la turbulencia:**

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$I_v(z) = I_v(z_{\min})$  para  $z < z_{\min}$

$K_1 =$  1

$I_v(z) =$  0,334

**Presión correspondiente a la velocidad de pico:**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$\rho =$  1,25 kg/m<sup>3</sup>

$q_b(z) =$  586,94 N/m<sup>2</sup> Presión correspondiente a la velocidad de pico.

$l =$  60,00 m

$a =$  4 m

$h =$  6 m

$\varphi =$  1 Relación de solidez.

$c_{pnetA} =$  3,4 en 1,8 m

$c_{pnetB} =$  2,1 en 10,2 m

$c_{pnetC} =$  1,7 en 12 m

$c_{pnetD} =$  1,2 en resto m

**Esfuerzos en el poste:**

Octavo poste: (a 28 m)

$V_{post} =$  16,90 KN

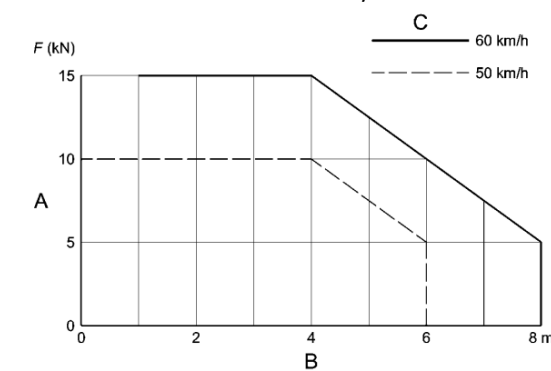
$M_{post} =$  50,71 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Carga sustitutiva ocasionada por acciones dinámicas ocasionadas por la retirada de la nieve:**

$d =$  0 m Distancia desde el borde de la zona de retirada de la nieve.

$v =$  50 Km/h Velocidad de retirada de la nieve.



$F =$  10 KN Carga dinámica ocasionada por la retirada de la nieve.

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  2 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  10,00 KN

$M_{post} =$  15,00 KN.m

**UNE-EN 1794-1: Dispositivos reductores de ruido de tráfico de carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad.**

**Efectos dinámicos debidos a los vehículos. Presión dinámica:**

$q_{(v)} =$  0,65 KN/m<sup>2</sup> Presión dinámica debida al paso de los vehículos.

Paso vehículos a una distancia del dispositivo reductor de ruido 1 m y a una velocidad máxima de 100KN/h, en campo abierto

$a =$  4 m Separación entre postes.

$h =$  6 m Altura de la pantalla.

**Esfuerzos en el poste:**

Poste intermedio:

$V_{post} =$  15,60 KN

$M_{post} =$  46,80 KN.m

### 2.10.2.- Dimensionamiento del poste

HEB-300 pp=	1,148 KN/m						
N <sub>Ed</sub> =	9,30 KN	M <sub>y,Ed</sub> =	76,07 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	25,36 KN	M <sub>z,Ed</sub> =	0 KN.m
HEB-300	pp=	1,148 KN/m					
A=	149 cm <sup>2</sup>	r=	27 mm	S <sub>x</sub> =	934 cm <sup>3</sup>		
h=	300 mm	I <sub>x</sub> =	25170 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	1680 cm <sup>3</sup>		
b=	300 mm	I <sub>y</sub> =	13 cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> =	571 cm <sup>3</sup>		
h <sub>1</sub> =	208 mm	I <sub>y</sub> =	8560 cm <sup>4</sup>	W <sub>pl,y</sub> =	1680 cm <sup>3</sup>		
e <sub>1</sub> =	19 mm	I <sub>y</sub> =	7,58 cm	W <sub>pl,y</sub> =	571 cm <sup>3</sup>		
e=	11 mm	I <sub>t</sub> =	148,804067 cm <sup>4</sup>				

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>v</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	18,91		
α=	0,507		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 6,18

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

σ <sub>x,Ed</sub> =	45,90 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	11,08 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,036 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora})$$

N <sub>pl,Rd</sub> =	3902,38 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	3902,38 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	440,00 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	440,00 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	149,55		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	149,55 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,175 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

Esfuerzo cortante:

A <sub>f</sub> =	5700 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	2882 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	1,98
τ <sub>Ed</sub> =	8,80 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = 0,058 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	4735 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	715,98 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

Flexión y cortante:

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 \text{ a flexión:} = 0,863360994$$

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4I_w}}{\gamma_{M0}} f_y \text{ con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = 0,173 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> **xil:**

? Si

N<sub>Ed</sub> ≤  $\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$  ? Si No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

M<sub>N,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{N,Rd} = 0,173 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,04 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f <sub>y</sub> =	37,58 Mpa
N <sub>Rd</sub> =	3902,38 KN

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 440,00 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{N,Rd} = 0,173 \leq 1 \quad \text{O.k.}$$

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$L_{cr} = 12 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr}=2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$$\bar{\lambda} = 1,063 = \lambda \gamma \quad N_{cr,y} = 3623,34 \text{ KN}$$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1 \text{ b}$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$$\phi = 1,212$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,557 = \chi \gamma$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 2175,12 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{0,004 \leq 1} \quad \text{O.k}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$$M_{cr} = 319,60 \text{ KN.m}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,202 \quad N_{cr,LT} = 2834,50 \text{ KN}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1 \text{ a}$

$$\alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 1,328$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN 1993-1-1:2008.})$$

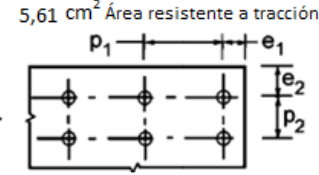
$$\chi_{LT} = 0,529$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 232,55 \text{ KN.m}$$

**2.10.3.- Dimensionamiento de la unión y comprobación a fatiga**

$N_{Ed} =$	9,30 KN	$M_{yEd} =$	76,07 KN.m	$V_{Ed} =$	25,36 KN
$\gamma_{M2} =$	1,25	$f_y =$	275 Mpa	$f_u =$	430 MPa
$d =$	30 mm	Diámetro nominal del perno.		$A_s =$	5,61 cm <sup>2</sup> Área resistente a tracción
$d_o =$	32 mm	Diámetro del agujero.			
$d_m =$	49,55 mm	Media distancia de la tuerca.			
$e_2 =$	50 mm	$p_2 =$	260 mm		
$e_1 =$	65 mm	$p_1 =$	420 mm		
$t_p =$	30 mm	Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.			



Dimensiones Chapa base:  $B = 360 \text{ mm} \times N = 550 \text{ mm}$   
 Nº pernos por fila = 2

**Resistencia de cálculo de apoyos de pilar con placa base:** (6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{Alma en tracción del pilar bajo el ala izda.} \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

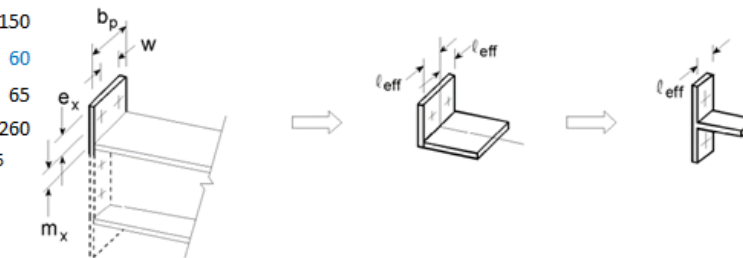
$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.15) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$s = r_c =$	27
$a_b =$	5,5
$t_{fb} =$	19
$b_{eff,t,wc} =$	264,56
$t_{wc} =$	11,00
$\omega =$	1
$F_{t,wc,Rd} =$	762,17 KN

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

$l_{eff,nc} =$	150
$m_x =$	60
$e_x =$	65
$w =$	260

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005



$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad (Tabla 6.2) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0} = 17,68 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,1,Rd} = 1178,57 \text{ KN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0} = 17,68 \text{ KN.m}$$

$$F_{T,2,Rd} = 618,92 \text{ KN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 646,27 \text{ KN}$$

$$F_{t,pl,Rd} = 618,92$$

$$F_{T,1,Rd} = \boxed{618,92 \text{ KN}}$$

$$F_{T,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 618,92 \text{ KN}$$

**F<sub>C,l,Rd</sub> Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>)

F<sub>C,pl,Rd</sub>: hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 30,75 \text{ mm}$

$b_{eff} = 80,50 \text{ mm}$

$l_{eff} = 361,50 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 969,98 \text{ KN}$

F<sub>C,fc,Rd</sub>: ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 1565,84 \text{ KN}$

$F_{C,l,Rd} = 969,98 \text{ KN}$

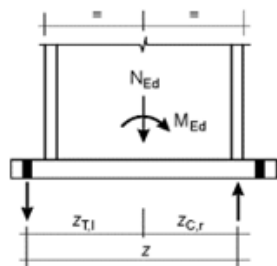
**F<sub>C,r,Rd</sub> Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

=Min(F<sub>C,pl,Rd</sub>; F<sub>C,fc,Rd</sub>) = 969,98 KN

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 210 \text{ mm}$

$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 150 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión M<sub>j,Rd</sub>** (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)



$M_{Ed} = 76,07 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = -9,30 \text{ KN. Negativo = Compresión.}$

$e = -8,182 \text{ m}$

Parte izda a T y dcha a C:

$z = 360 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1}$

$\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 226,97 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l} / e - 1} = 340,46 \text{ KN.m}$

$M_{j,Rd} = 226,97 \text{ KN.m} \geq 76,07 \text{ KN.m}$

**Resistencia a cortante de la unión:**

$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 89,04 \text{ KN}$

$F_{vb,Rd} = 89,04 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = F_{t,Rd} + n F_{vb,Rd}$

$F_{t,Rd} = C_{t,d} N_{c,Ed} = 1,86 \text{ KN}$

$F_{v,Rd} = 358,03 \text{ KN} > V_{Ed} = 25,36 \text{ KN O.k}$

**Comprobación de los pernos:**

$F_{v,Ed} = 6,34 \text{ KN}$   $F_{t,Ed} = 105,65 \text{ KN}$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$F_{v,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 215,42 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

$F_{v,Rd} = 215,42 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 6,34 \text{ KN O.k}$

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  Resistencia de cálculo al aplastamiento. (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga = Extremo

$\alpha_b = 1,000$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$k_1 = 2,50$

$F_{b,Rd} = 774,00 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 6,34 \text{ KN O.k}$

$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 323,14 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 105,65 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$K_2 = 0,9$  Tornillos de cabeza no abellanada.

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 963,88 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 105,65 \text{ KN O.k}$  (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu F_{p,C}}{\gamma_{M3}}$  (3.6a) EN 1993-1-8:2005

$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 314,16 \text{ KN}$  (3.7) EN 1993-4-8:2005

$k_s = 1$  Tornillos en agujeros normalizados.

$\mu = 0,2$

$F_{s,Rd} = 50,27 \text{ KN} \geq F_{v,Ed} = 6,34 \text{ KN O.k}$

**Tracción y cortante combinados:**

$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 36,74 \text{ KN}$  (3.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{s,Rd} = 36,74 \text{ KN} > F_{v,Ed} = 6,34 \text{ KN O.k}$

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$M_{Ed} = 5,70 \text{ KN.m}$

Flexión en el lado traccionado:

$M_{Ed} = 37,14 \text{ KN.m}$

Cartelas:  $h_{min} = 75 \text{ mm}$   $h_{max} = 255 \text{ mm}$

$n^e = 1$  x  $20 \text{ mm}$

Placa base:  $360$  x  $30$

$I_x = 32325438,83 \text{ mm}^4$

$v = 37,82 \text{ mm}$   $v' = 157,18 \text{ mm}$

$M_{Rd} = 45,24 \text{ KN.m} \geq 37,14 \text{ KN O.k}$



**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

V=+	15,60 KN	M=+	46,80	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.
$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	=		44,57 Mpa	
$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	=		10,91 Mpa	

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma$	=	26,74	<=	$1,5f_y$	=	412,50	O.k
$\Delta\tau$	=	6,55	<=	$1,5 f_y / \sqrt{3}$	=	238,16	O.k

$\gamma_{M1}$  = 1,15 (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c$  = 80,00 Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_c^m 2 \times 10^6$  con  $m = 3$  para  $N_R \leq 5 \times 10^6$

$\Delta\sigma_D$  = 58,94 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{M1}$	=	51,26	Mpa.	>=	44,57	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$\Sigma F_{pernos}$  = 130,00 KN

$F_{perno}$  = 65,00 KN

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 115,86 Mpa

$\Delta\sigma_c$  = 50

$K_2 = (30/d)^{1/4} = 1$

$\Delta\sigma_{c,red}$  =  $K_2 \Delta\sigma_c$  = 50 Tabla 8.1

$\Delta\sigma_D$  = 36,84 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{M1}$	=	32,04	Mpa.	>=	0,00	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	------	---	-----

$\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$  = 27,81

$\Delta\tau_c$  = 100 Tabla 8.1

$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$

$\Delta\tau_L$  = 45,73 Umbral de daño.

$\Delta\tau_L/\gamma_{M1}$	=	39,77	Mpa.	>=	27,81	= $\gamma_{FF}\Delta\tau(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
----------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Comprobación de las cartelas a fatiga:**

n° cartelas=	1		
L=	125 mm	e=	20 mm
$\Delta I_x$ =	23229,17 cm4		
$I_{x total}$ =	48399,17 cm4		
$W_x$ =	1759,97 cm3		

**Soldadura de la cartela a la placa base:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 41,10 Mpa en la cartela.

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 20,55 Mpa en la soldadura

$\Delta\sigma_c$  = 36,00 Categoría del detalle. Tabla 8.5 detalle 3 fisuración de la raíz de la unión, uniones en ángulo.

$\Delta\sigma_D$  = 26,53 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{M1}$	=	23,07	Mpa.	>=	20,55	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	----	-------	---	-----

**Unión de la cartela al perfil:**

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$  = 36,79 Mpa en el perfil en la unión a la cartela.

$\Delta\sigma_c$  = 71,00 Categoría del detalle. Tabla 8.4 Cartelas y rigidizadores soldados.

$\Delta\sigma_D$  = 52,31 Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D/\gamma_{M1}$	=	45,49	Mpa.	<	36,79	= $\gamma_{FF}\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$	O.k
------------------------------	---	-------	------	---	-------	---	-----



**APÉNDICE Nº2: CIMENTACIONES PROFUNDAS**



**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1.- ACCIONES CONSIDERADAS.....	5
1.2.- RESULTADOS DEL MODELO.....	5
<b>2.- VIGA DE ATADO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- CIMENTACIÓN PROFUNDA - PILOTES .....</b>	<b>7</b>
3.1.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1_13,2_D.....	8
3.1.1.- PP_A1_13,2_MD_1.....	8
3.1.1.1.- Tramo 1.....	8
3.1.1.2.- Tramo 2.....	16
3.1.1.3.- Tramo 3.....	23
3.2.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1_14,25_DI.....	31
3.2.1.- PP_A1_14,25_MD_1.....	31
3.2.1.1.- Tramo 1.....	31
3.2.1.2.- Tramo 2.....	38
3.2.1.3.- Tramo 4.....	46
3.2.2.- PP_A1_14,25_MD_2.....	53
3.2.2.1.- Tramo 1.....	53
3.2.2.2.- Tramo 2.....	60
3.2.3.- PP_A1_14,25_MI_1.....	68
3.2.3.1.- Tramo 1.....	68
3.2.4.- PP_A1_14,25_MI_2.....	75
3.2.4.1.- Tramo 1.....	75
3.2.4.2.- Tramo 2.....	82
3.3.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1_16_DI.....	82
3.3.1.- PP_A1_16_MD_1.....	82
3.3.1.1.- Tramo 1.....	82
3.3.1.2.- Tramo 2.....	89
3.3.1.3.- Tramo 4.....	97
3.3.1.4.- Tramo 6.....	97
3.3.1.5.- Tramo 7.....	104

3.3.1.6.- Tramo 9.....	112
3.3.2.- PP_A1_16_MD_2.....	112
3.3.2.1.- Tramo 1.....	112
3.3.3.- PP_A1_16_MD_3.....	119
3.3.3.1.- Tramo 1.....	119
3.3.3.2.- Tramo 3.....	127
3.3.4.- PP_A1_16_MI_1.....	134
3.3.4.1.- Tramo 1.....	134
3.3.4.2.- Tramo 3.....	134
3.3.5.- PP_A1_16_MI_2.....	141
3.3.5.1.- Tramo 1.....	141
3.3.5.2.- Tramo 3.....	148
3.3.6.- PP_A1_16_MI_3.....	148
3.3.6.1.- Tramo 1.....	148
3.3.6.2.- Tramo 2.....	156

**TABLAS**

Tabla 1. Resumen de resultados pilotes.....	8
Tabla 2. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_13,2_MD_1.....	8
Tabla 3. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP_A1_13,2_MD_1.....	16
Tabla 4. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP_A1_13,2_MD_1.....	23
Tabla 5. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_14,25_MD_1.....	31
Tabla 6. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP_A1_14,25_MD_1.....	38
Tabla 7. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP_A1_14,25_MD_1.....	46
Tabla 8. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_14,25_MD_2.....	53
Tabla 9. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP_A1_14,25_MD_2.....	60
Tabla 10. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_14,25_MI_1.....	68
Tabla 11. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_14,25_MI_2.....	75
Tabla 12. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_16_MD_1.....	82
Tabla 13. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP_A1_16_MD_1.....	89

Tabla 14. Parámetros geotécnicos del tramo 4. PP_A1_16_MD_1. ....	97
Tabla 15. Parámetros geotécnicos del tramo 7. PP_A1_16_MD_1. ....	104
Tabla 16. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_16_MD_2 .....	112
Tabla 17. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_16_MD_3 .....	119
Tabla 18. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP_A1_16_MD_3 .....	127
Tabla 19. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP_A1_16_MI_1 .....	134
Tabla 20. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_16_MI_2 .....	141
Tabla 21. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP_A1_16_MI_3 .....	148
Tabla 22. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP_A1_16_MI_3 .....	156

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente apéndice recoge los cálculos de la solución de cimentación profunda mediante pilotes. El apéndice se organiza por pantallas y por tramos dentro de cada zona. Cada tramo está asociado a unos parámetros geotécnicos que se indican al comienzo de cada apartado. Dentro de cada tramo se incluyen los esfuerzos en ELU de los modelos de cálculo particularizado para cada una de las alturas presentes en dicho tramo así como las comprobaciones a nivel de sección de flexión y cortante en ELU. El modelo se corresponde con la longitud adoptada para el pilote que como se puede comprobar es superior a la que asegura la resistencia horizontal del terreno para un factor de seguridad de 3 (Guía de cimentaciones de obras de carretera). También se incluye la deformación, tanto en el poste como en el pilote, para la acción característica del viento.

### 1.1.- ACCIONES CONSIDERADAS

Las acciones consideradas en los modelos de cálculo de los pilotes son las mismas que se han empleado en el dimensionamiento del poste de su misma altura.

### 1.2.- RESULTADOS DEL MODELO

A continuación, se presentan los resultados de los esfuerzos de flexión, axil y cortante para la envolvente en Estado Límite Último para la longitud de pilote adoptada. Como ya se ha indicado en anejo, la longitud del pilote se adopta de sumar  $2\varnothing$  al punto de cambio de sentido de ley de flector.

## 2.- VIGA DE ATADO

Para el dimensionamiento de la viga de atado se ha tenido en cuenta la diferencia de desplazamiento entre las cabezas de dos pilotes contiguos debido a la acción del viento, lo que genera flexión en torno al eje vertical de la misma. También se ha tenido en consideración la acción del peso propio de la pantalla que gravita sobre ella, así como su peso propio, lo que genera flexión en torno a su eje horizontal.

<b>CONSIDERANDO LA VIGA BIEMPOTRADA:</b>	
<b>Geometría viga atado:</b>	
B=	0,5 m
H=	1 m
$f_{ck}$ =	30 Mpa
$E_{cm}$ =	30,83 Gpa
L=	4 m
MOV <sub>Hor</sub> =	2,65 mm
<b>Momento viga biempotrada debida al movimiento:</b>	
$I_y$ =	0,010417 m <sup>4</sup>
$M_y$ =	319,15 KN.m
$M_{dy}$ =	478,72 KN.m
$V_{dx}$ =	239,36 KN
<b>Cargas verticales sobre la viga:</b>	
$P_{pantallas}$ =	1,27 KN/ml
$P_{p_viga}$ =	12,5 KN/ml
$M_{xEmp}$ =	18,35 KN.m
$M_{dx}$ =	24,78 KN.m
$V_{dy}$ =	37,17 KN

**Armadura longitudinal de tracción**

$$A_{s,min} = \frac{W}{z} \cdot \frac{f_{ctm,fl}}{f_{yd}}$$

9.2.1.1(1) EC-2 (Anexo nacional)

**Flexión alrededor del eje horizontal:**

$$f_{ctm,fl} = \text{máx.} \{ (1,6 - h / 1000) f_{ctm} : f_{ctm} \} \quad (3.23) \text{ EC-2}$$

h=	1 m
b=	0,5
f <sub>ck</sub> =	30 Mpa
f <sub>yd</sub> =	443,48 MPa
f <sub>ctm</sub> =	2,90 Mpa
f <sub>ctm,fl</sub> =	2,90 Mpa
W=	0,08 m <sup>3</sup>
Z=	0,80 m
A <sub>s,min</sub> =	680,34 mm <sup>2</sup>

$$A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$$

9.2.1.1(3) EC-2 (Anexo nacional)

A <sub>s,max</sub> =	20000 mm <sup>2</sup>
----------------------	-----------------------

**Armadura dispuesta:**

5	∅	20
A <sub>s</sub> =	1570,80 mm <sup>2</sup>	OK

**Armadura longitudinal de tracción**

$$A_{s,min} = \frac{W}{z} \cdot \frac{f_{ctm,fl}}{f_{yd}}$$

9.2.1.1(1) EC-2 (Anexo nacional)

**Flexión alrededor del eje vertical:**

$$f_{ctm,fl} = \text{máx.} \{ (1,6 - h / 1000) f_{ctm} : f_{ctm} \} \quad (3.23) \text{ EC-2}$$

h=	0,5 m
b=	1
f <sub>ck</sub> =	30 Mpa
f <sub>yd</sub> =	443,48 MPa
f <sub>ctm</sub> =	2,90 Mpa
f <sub>ctm,fl</sub> =	3,19 Mpa
W=	0,04 m <sup>3</sup>
Z=	0,40 m
A <sub>s,min</sub> =	748,37 mm <sup>2</sup>

$$A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$$

9.2.1.1(3) EC-2 (Anexo nacional)

A <sub>s,max</sub> =	20000 mm <sup>2</sup>
----------------------	-----------------------

**Armadura dispuesta:**

7	∅	20
A <sub>s</sub> =	2199,11 mm <sup>2</sup>	OK

**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** Viga de atado en dirección eje vertical

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,50
d (m)	1
Ac(mm <sup>2</sup> )	500000
Cover (mm)	45
d (m)	0,933

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	0
Med (kN*m)	24,78
Ved (kN)	37,17

**Armadura:**

∅A <sub>s,Long</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	5
∅A <sub>s,Long</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>s,Long</sub> (cm <sup>2</sup> )	15,71
∅ A <sub>s,Trans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,46
ρ <sub>l</sub>	0,003
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,00

VRd,c (kN)	226,07
VRd,c min(kN)	226,07

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,840
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

VRd,max 1	2015,28
VRd,max 2	2015,28
θ (rad.)	0,008
cot θ	119,28

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,840
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,86
s <sub>tmax</sub> (m)	0,30

VRd,s (kN)	825,81
------------	--------



## Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Titulo de la sección:** Viga de atado en dirección X**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	1,00
d (m)	0,5
Ac(mm <sup>2</sup> )	500000
Cover (mm)	45
d (m)	0,433

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	0
Med (kN*m)	478,72
Ved (kN)	239,36

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	7
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	21,99
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,68
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,00

<b>VRd,c (kN)</b>	258,13
<b>VRd,c min(kN)</b>	258,13

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,390
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1870,56
<b>VRd,max 2</b>	1870,56
θ (rad.)	0,058
cot θ	17,13

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,390
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	7,72
s <sub>max</sub> (m)	0,30

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	383,25
-------------------	--------

**3.- CIMENTACIÓN PROFUNDA - PILOTES**

En los siguientes puntos se muestran las secciones de cálculo realizadas, divididas en tramos, en función de la altura de la pantalla acústica, la geotecnia del terreno y su orografía.

A continuación se muestra una tabla resumen de todos los cálculos realizados:

Zona de Actuación	Nombre	Tramo	Altura (m)	Zona	L <sub>pilote</sub> (m)	ELUFlexión		ELU Cortante			A <sub>svert</sub>	A <sub>scort</sub>
						M <sub>d</sub> KN.m	N <sub>d</sub> KN	M <sub>d</sub> KN.m	V <sub>d</sub> KN	N <sub>d</sub> KN		
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1	1	5	Z.Borde	6,5	99,31	10,90	88,88	35,55	6,13	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	5,5	51,16	10,90	48,75	19,50	6,13	7Ø16	cØ12a20
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1	2	5	Z.Borde	8,0	158,56	29,98	118,80	53,92	44,29	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,0	86,97	29,98	50,38	29,58	49,06	7Ø16	cØ12a20
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1	3	5	Z.Borde	7,5	142,20	20,44	90,83	46,41	44,29	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	7,5	78,00	20,44	49,82	25,46	44,29	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	1	5	Z.Borde	8,50	147,83	25,21	109,08	43,95	44,29	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,50	81,09	25,21	59,83	24,41	44,29	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	2	5	Z.Borde	7,50	146,79	25,21	97,98	49,47	39,52	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	7,50	80,52	25,21	53,75	27,13	39,52	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	3	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	4	6	Z.Borde	7,50	212,69	28,37	163,35	73,24	37,91	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	7,50	114,46	28,37	87,91	39,41	37,91	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_2	1	6	Z.Borde	7	212,22	23,60	150,01	68,16	37,91	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	7	114,21	23,60	80,73	36,68	37,91	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_2	2	6	Z.Borde	8,50	224,43	28,37	154,81	64,83	47,45	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,50	120,78	28,37	83,31	34,89	47,45	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_2	3	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MI_1	1	5	Z.Borde	8,5	142,40	25,21	93,44	41,55	39,52	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	78,11	25,21	51,25	22,79	39,52	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MI_2	1	6	Z.Borde	7,5	212,22	-23,60	149,52	69,09	-37,91	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	7,5	114,21	-23,60	80,47	37,18	-37,91	7Ø16	cØ12a20
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MI_2	2	6	Z.Borde	7,5	212,22	-23,60	149,52	69,09	-37,91	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	7,5	114,21	-23,60	80,47	37,18	-37,91	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	1	4	Z.Borde	11,5	114,29	-32,40	78,68	29,04	-61,01	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	11,5	63,63	-37,17	54,60	15,60	-18,09	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	2	4	Z.Borde	9,0	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	9,0	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	3	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	4	4	Z.Borde	9,0	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	9,0	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	5	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	6	4	Z.Borde	9	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	9	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	7	5	Z.Borde	8,5	155,22	-29,98	104,20	58,39	-49,06	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	85,14	-29,98	57,16	32,03	-49,06	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	8	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	9	5	Z.Borde	8,5	155,22	-29,98	104,20	58,39	-49,06	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	85,14	-29,98	57,16	32,03	-49,06	7Ø16	cØ12a20

Zona de Actuación	Nombre	Tramo	Altura (m)	Zona	L <sub>pilote</sub> (m)	ELUFlexión		ELU Cortante			A <sub>svert</sub>	A <sub>scort</sub>
						M <sub>d</sub> KN.m	N <sub>d</sub> KN	M <sub>d</sub> KN.m	V <sub>d</sub> KN	N <sub>d</sub> KN		
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_2	1	6	Z.Borde	10,0	224,16	-28,37	155,54	50,99	-47,44	9Ø20	cØ12a20
				Z. Intermedia	10,0	116,21	-28,37	88,08	26,67	-42,68	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_3	1	3	Z.Borde	8,5	74,37	-30,65	50,59	22,35	-44,96	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	54,97	-30,65	37,39	16,52	-44,96	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_3	2	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_3	3	3	Z.Borde	8,5	74,37	-30,65	50,59	22,35	-44,96	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	54,97	-30,65	37,39	16,52	-44,96	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_1	1	5	Z.Borde	10,0	146,21	-25,21	106,65	35,55	-10,90	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	10,0	80,20	-25,21	58,50	19,50	-10,90	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_1	2	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_1	3	5	Z.Borde	10,0	146,21	-25,21	106,65	35,55	-10,90	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	10,0	80,20	-25,21	58,50	19,50	-10,90	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_2	1	4	Z.Borde	9,0	131,26	-32,40	95,86	41,69	-46,71	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	9,0	73,08	-32,40	53,37	23,21	-46,71	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_2	2	2	Z.Borde								
				Z. Intermedia								
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_2	3	4	Z.Borde	9,0	131,26	-32,40	95,86	41,69	-46,71	9Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	9,0	73,08	-32,40	53,37	23,21	-46,71	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_3	1	3	Z.Borde	8,5	64,22	-21,11	60,89	20,30	-16,34	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	47,47	-21,11	45,00	15,00	-16,34	7Ø16	cØ12a20
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_3	2	2	Z.Borde	8,5	47,47	-19,97	45,00	15,00	-15,20	7Ø16	cØ12a20
				Z. Intermedia	8,5	47,47	-19,97	45,00	15,00	-15,20	7Ø16	cØ12a20

Tabla 1. Resumen de resultados pilotes.

### 3.1.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1\_13,2\_D

#### 3.1.1.- PP\_A1\_13.2\_MD\_1

##### 3.1.1.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m³)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			c'	φ'	E	v	
A-1_13,2_MD-1 (I)/(S-1)	0,0 m	3,4 m	3,4 m			R <sub>av</sub> Relenos antropicos vertidos	9	CL-SC	21,5 KN/m³	11,0 KN/m³			5 KN/m²	27°	10000 KN/m²	0,35	18 KN/m²		6800 KN/m³
	3,4 m	3,7 m	0,3 m			T <sub>ARC2</sub> Arcillas	42	CL	19,4 KN/m³	9,5 KN/m³	180 KN/m²	23 KN/m²	32°	20000 KN/m²	0,35	70 KN/m²		22500 KN/m³	
	3,7 m	8,5 m	4,8 m			T <sub>ARC2</sub> Arenas	63	SC	21,0 KN/m³	11,0 KN/m³			20 KN/m²	30°	50000 KN/m²	0,35	90 KN/m²	600 KN/m²	12000*(Z/0,6)

Tabla 2. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_13,2\_MD\_1.

### 3.1.1.1.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 6 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes, con los primeros y últimos 20 m de la pantalla.

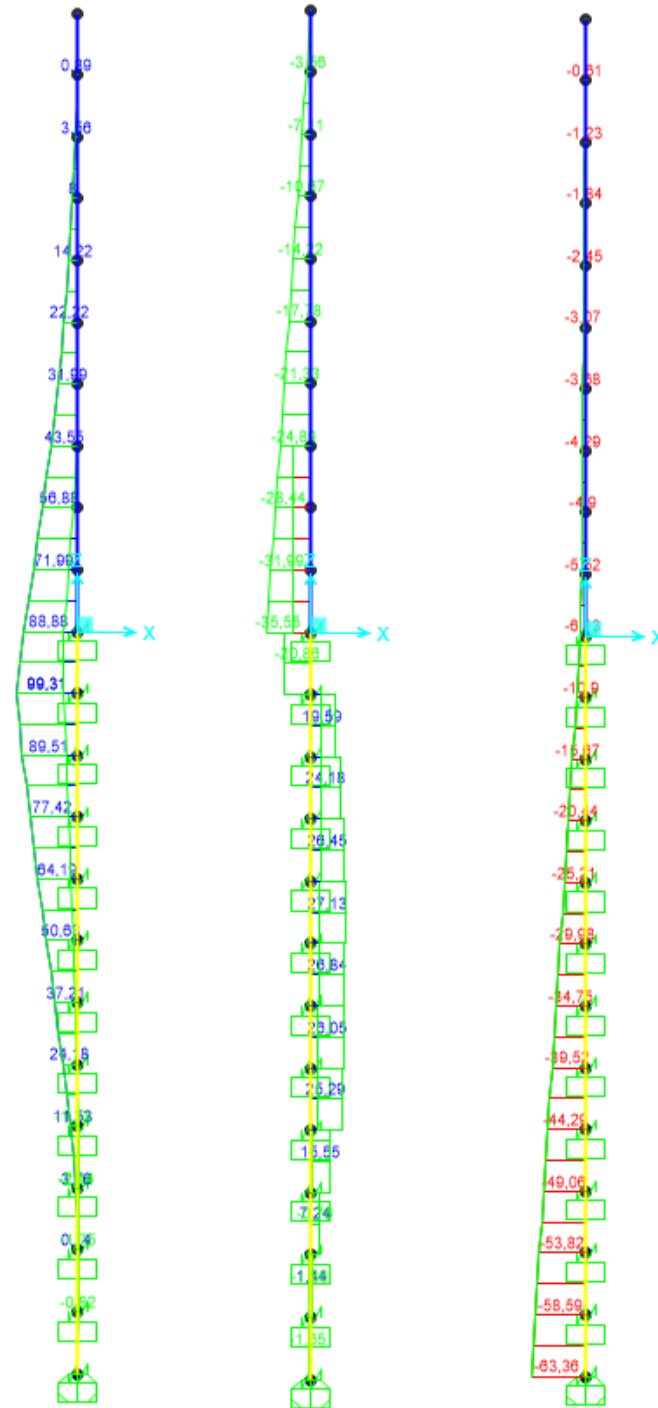


Figura 1. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	1,00	1,00
21,5 kN/m <sup>3</sup>	27 °	2,66	2,40
19,4 kN/m <sup>3</sup>	32 °	3,25	0,30
21,0 kN/m <sup>3</sup>	30 °	3,00	4,80
<b>Pilote y acciones</b>			
<b>D=</b>	0,60	m	Diámetro del pilote
<b>H=</b>	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
<b>e=</b>	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
<b>e<sub>1sup</sub>=</b>	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
<b>e<sub>1inf</sub>=</b>	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
<b>H<sub>1</sub></b>	1,00	m	Altura del estrato i.
<b>E<sub>1</sub></b>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
<b>cdg1<sub>(desde(L-Δ))</sub></b>	2,99	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ
<b>e<sub>2sup</sub>=</b>	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
<b>e<sub>2inf</sub>=</b>	137,41	KN/m <sup>2</sup>	
<b>H<sub>2</sub></b>	2,40	m	
<b>E<sub>2</sub></b>	296,80	kN	
<b>cdg2<sub>(desde(L-Δ))</sub></b>	1,06	m	
<b>e<sub>3sup</sub>=</b>	167,94	KN/m <sup>2</sup>	
<b>e<sub>3inf</sub>=</b>	184,19	KN/m <sup>2</sup>	
<b>H<sub>3</sub></b>	0,26	m	
<b>E<sub>3</sub></b>	81,59	kN	
<b>cdg3<sub>(desde(L-Δ))</sub></b>	0,13	m	
<b>e<sub>4sup</sub>=</b>	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
<b>e<sub>4inf</sub>=</b>	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
<b>H<sub>4</sub></b>	0,00	m	
<b>E<sub>4</sub></b>	0,00	kN	
<b>cdg4<sub>(desde(L-Δ))</sub></b>	0,00	m	
<b>E=</b>	378,39	KN	
<b>R=</b>	307,29	KN	
<b>Δ=</b>	0,74	m	
<b>L=</b>	4,40	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
<b>H=E-R</b>	71,10	KN	OK
<b>H(e+L-Δ/2)=</b>	464,08	KN.m	
<b>E(dE-Δ/2)=</b>	464,08	KN.m	OK

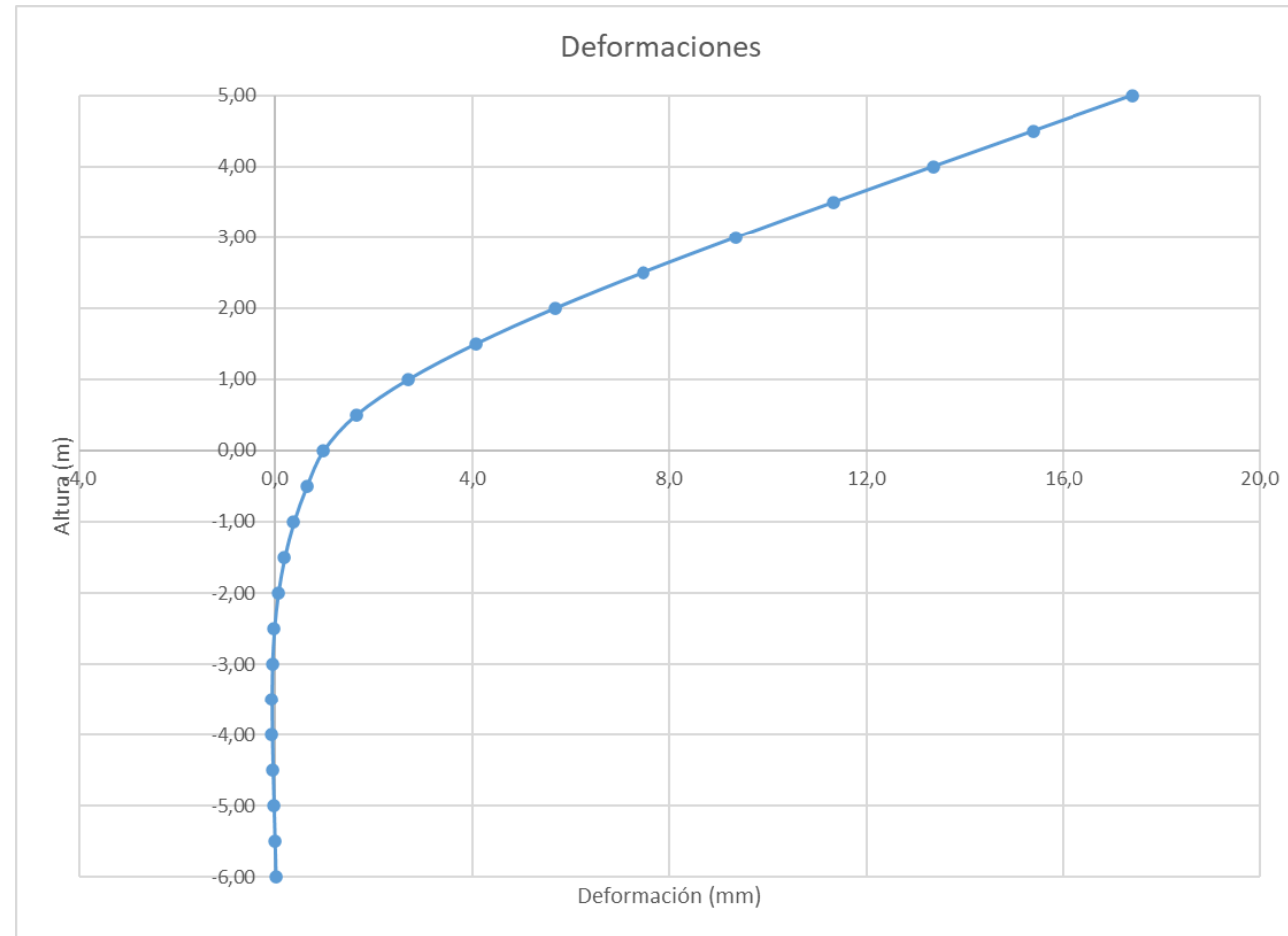
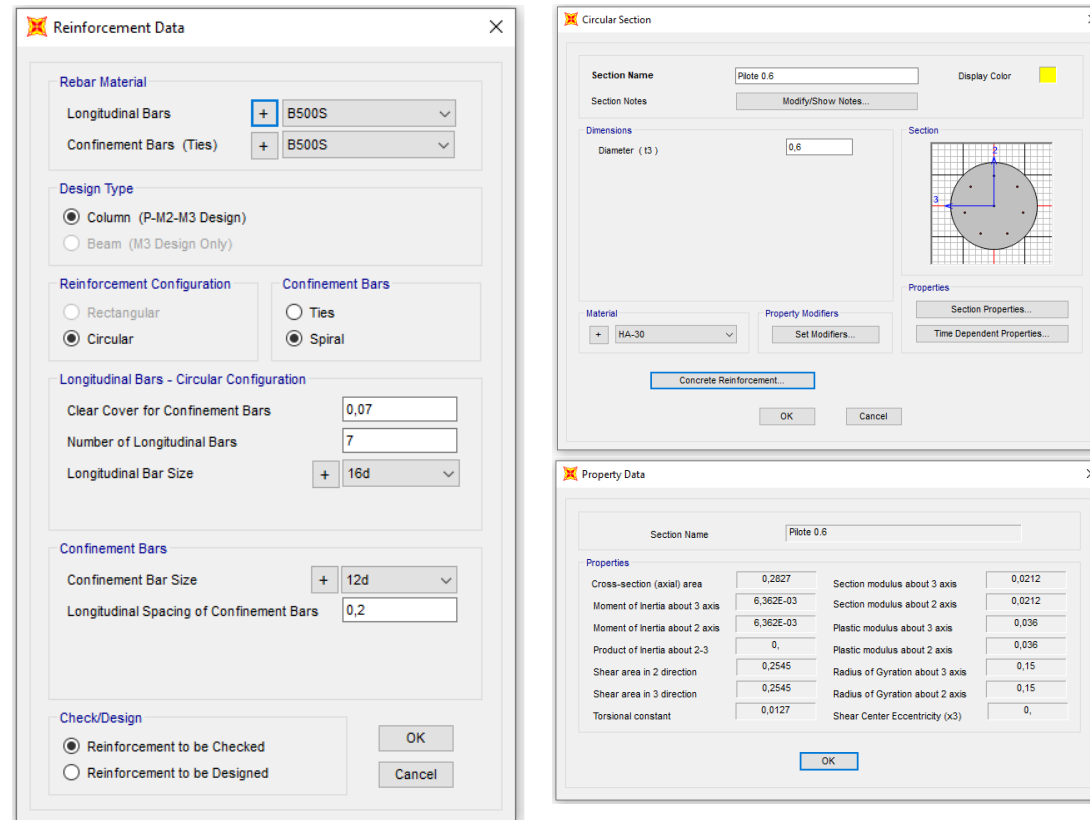


Figura 2. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,017413	0,004056	5,00
2	VIENTO	0,015383	0,004053	4,50
3	VIENTO	0,013352	0,00403	4,00
4	VIENTO	0,011336	0,003967	3,50
5	VIENTO	0,00936	0,003844	3,00
6	VIENTO	0,007458	0,003642	2,50
7	VIENTO	0,005675	0,003341	2,00
8	VIENTO	0,004066	0,002921	1,50
9	VIENTO	0,002695	0,002361	1,00
10	VIENTO	0,001636	0,001643	0,50
11	VIENTO	0,000975	0,000746	0,00
12	VIENTO	0,000636	0,000599	-0,50
13	VIENTO	0,000376	0,000452	-1,00
14	VIENTO	0,000185	0,000321	-1,50
15	VIENTO	0,000056	0,000211	-2,00
16	VIENTO	-0,000024	0,000121	-2,50
17	VIENTO	-0,000064	0,000053	-3,00
18	VIENTO	-0,000075	4,953E-06	-3,50
19	VIENTO	-0,000068	-0,000023	-4,00
20	VIENTO	-0,000051	-0,000035	-4,50
21	VIENTO	-0,000032	-0,000038	-5,00
22	VIENTO	-0,000013	-0,000038	-5,50
23	VIENTO	5,368E-06	-0,000037	-6,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	17,41	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	0,98	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,75	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1 Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	6,13
Med (kN*m)	88,88
Ved (kN)	35,55

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

C <sub>Rd,c</sub>	0,12
γ <sub>c</sub>	1,5
k	1,63
ρ <sub>1</sub>	0,002
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,02

<b>VRd,c (kN)</b>	141,74
<b>VRd,c min(kN)</b>	141,74

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,455
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,015
cot θ	66,14

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.1.1.1.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central**

Pilotes de 5 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de los 20 m extremos.

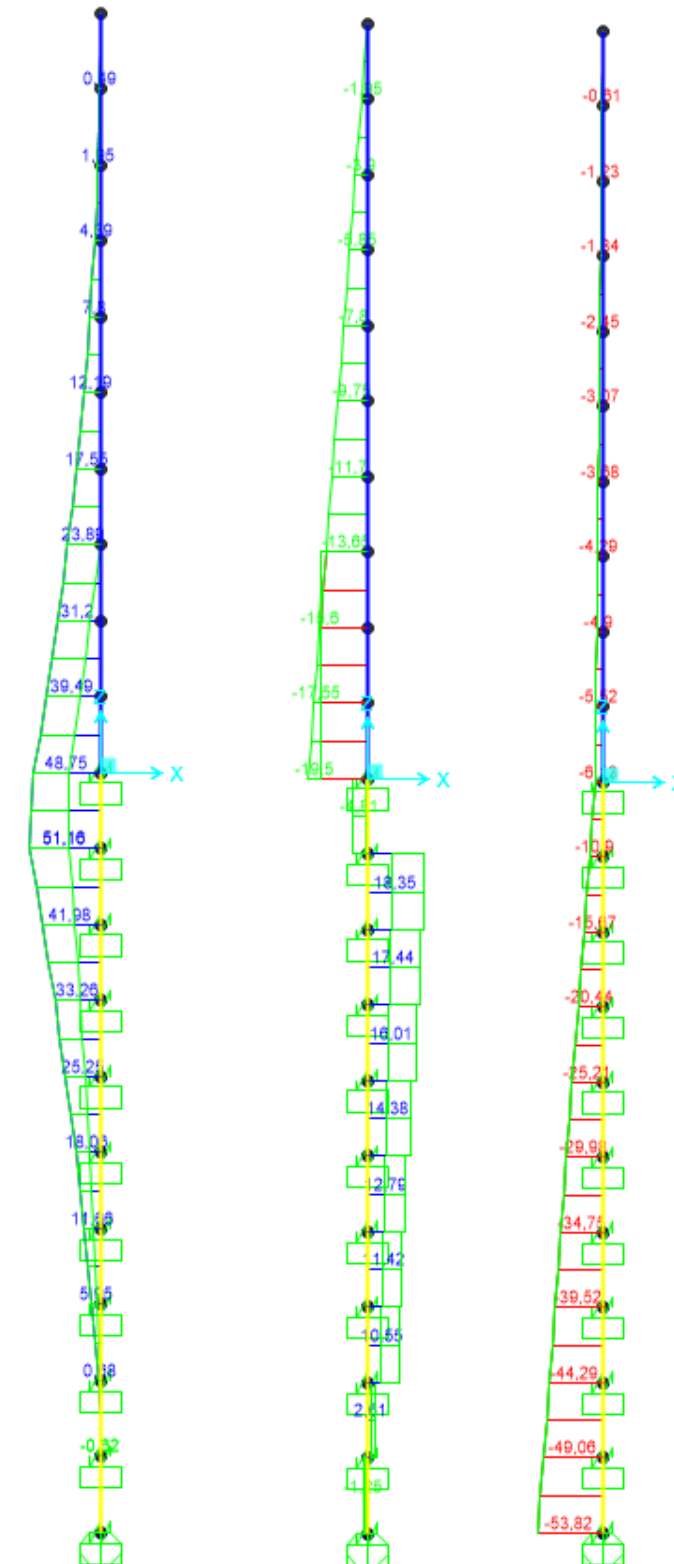


Figura 3. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (kN, m).



LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	1,00	1,00
21,5 kN/m <sup>3</sup>	27 °	2,66	2,40
19,4 kN/m <sup>3</sup>	32 °	3,25	0,30
21,0 kN/m <sup>3</sup>	30 °	3,00	4,80
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,42	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	119,67	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	2,09	m	
$E_2$	225,12	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,70	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E=$	225,12	KN	
$R=$	186,12	KN	
$\Delta=$	0,66	m	
$L=$	3,75	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	230,84	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	230,83	KN.m	OK

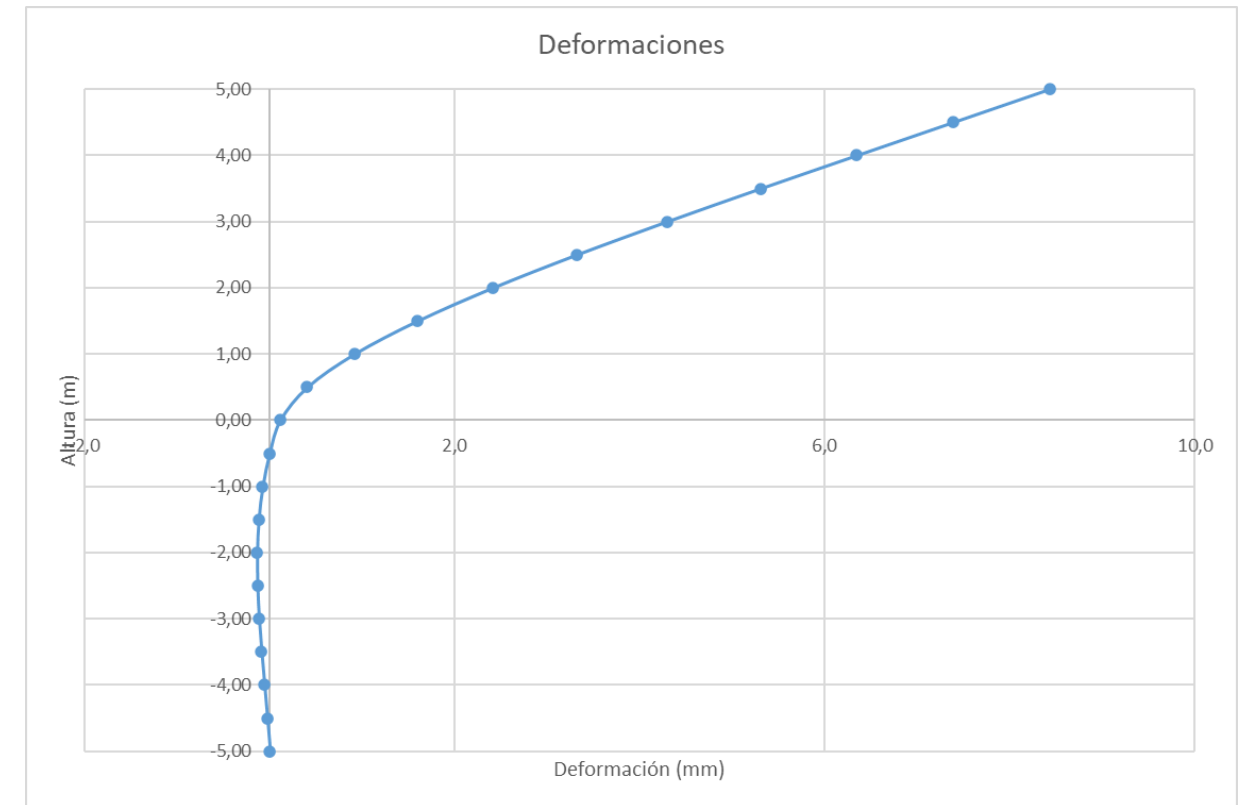
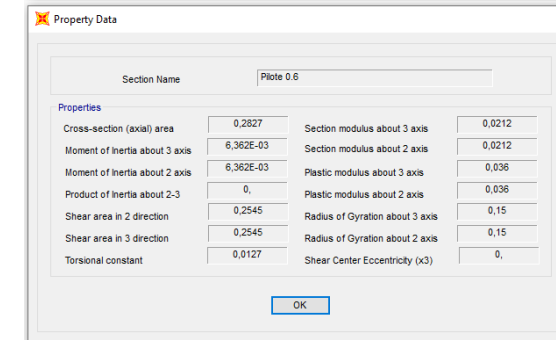
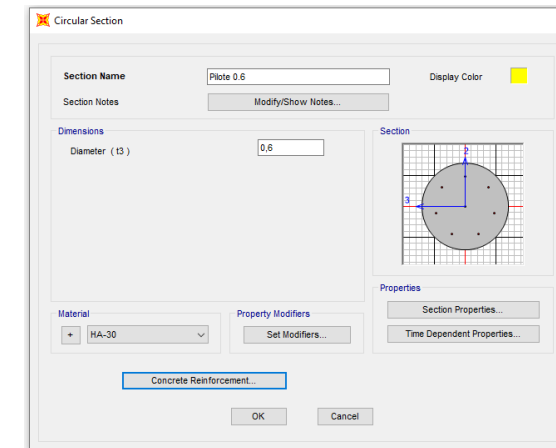
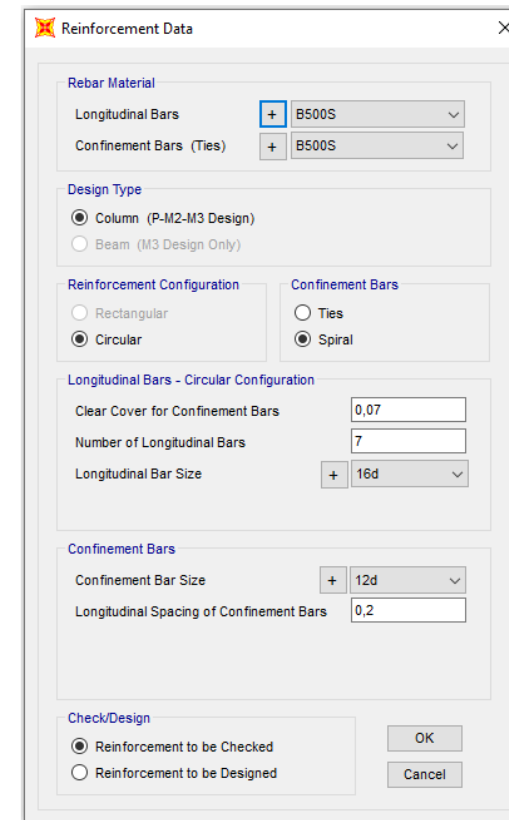


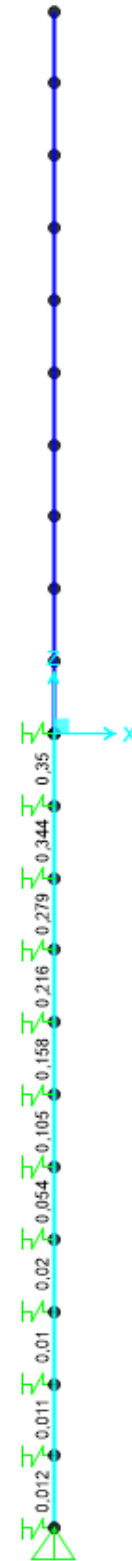
Figura 4. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,008432	0,002085	5,00
2	VIENTO	0,007389	0,002083	4,50
3	VIENTO	0,006345	0,00207	4,00
4	VIENTO	0,005309	0,002036	3,50
5	VIENTO	0,004295	0,001968	3,00
6	VIENTO	0,003322	0,001858	2,50
7	VIENTO	0,002414	0,001692	2,00
8	VIENTO	0,001601	0,001462	1,50
9	VIENTO	0,000919	0,001155	1,00
10	VIENTO	0,000409	0,000761	0,50
11	VIENTO	0,000116	0,000269	0,00
12	VIENTO	5,727E-07	0,000191	-0,50
13	VIENTO	-0,000074	0,000118	-1,00
14	VIENTO	-0,000117	0,00006	-1,50
15	VIENTO	-0,000133	0,000014	-2,00
16	VIENTO	-0,00013	-0,00002	-2,50
17	VIENTO	-0,000113	-0,000043	-3,00
18	VIENTO	-0,000086	-0,000057	-3,50
19	VIENTO	-0,000055	-0,000062	-4,00
20	VIENTO	-0,000024	-0,000062	-4,50
21	VIENTO	6,919E-06	-0,000062	-5,00



Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	8,43	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	$OK < L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	0,12	$OK < 25 \text{ mm}$
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,27	$OK \leq 5 \text{ mm/m}$

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1 Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	6,13
Med (kN*m)	48,75
Ved (kN)	19,5

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

C <sub>Rd,c</sub>	0,12
Y <sub>c</sub>	1,5
k	1,63
ρ <sub>1</sub>	0,002
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,02

<b>VRd,c (kN)</b>	141,74
<b>VRd,c min(kN)</b>	141,74

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,455
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,008
cot θ	120,60

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

### 3.1.1.2.- Tramo 2

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT		$\gamma$ seca	$\gamma$ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)
	Inicio	Fin					N60 (medio)	USCS			qu	su=0,5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1-13,2-MD-1 (2) (S-2)	0,0 m	1,5 m	1,5 m		R <sub>av</sub>	Rellenos antrópicos vertidos	9	CL-SC	21,5 KN/m³	11,0 KN/m³			5 KN/m²	27 °	10000 KN/m²	0,35	18 KN/m²		3000 KN/m²
	1,5 m	3,0 m	1,5 m		T <sub>ARC1</sub>	Arena tosquiza	33	SC	19,0 KN/m³	11,0 KN/m³			10 KN/m²	33 °	80000 KN/m²	0,35	66 KN/m²		15000 KN/m²
	3,0 m	8,6 m	5,6 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m³	11,0 KN/m³			15 KN/m²	33 °	90000 KN/m²	0,35	90 KN/m²	600 KN/m²	12000(Z0,6)

Tabla 3. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP\_A1\_13,2\_MD\_1.

#### 3.1.1.2.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 8 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

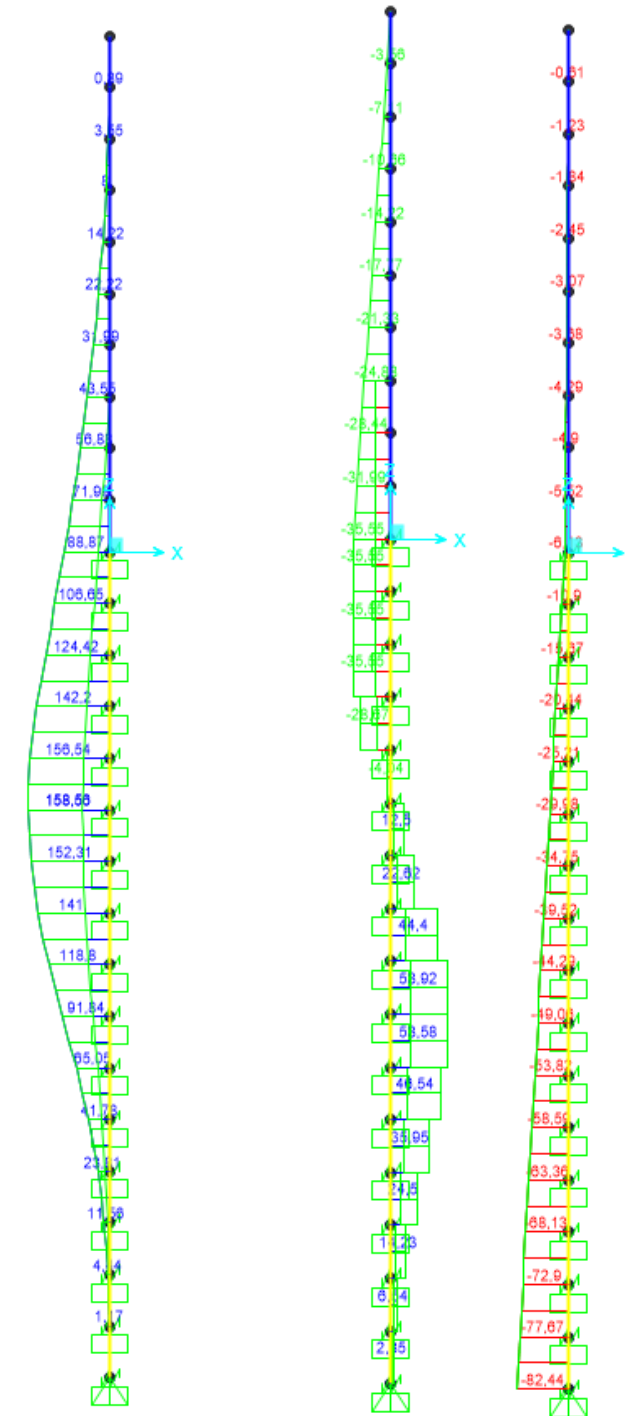


Figura 5. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m3	26,14 °	2,57	0,60
19,0 kN/m3	26,14 °	2,57	2,54
19,0 kN/m3	33,00 °	3,39	7,56
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	3,03	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	33,21	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	0,60	m	
E <sub>2</sub>	17,94	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,33	m	
e <sub>3sup</sub> =	33,21	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	137,43	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	2,13	m	
E <sub>3</sub>	327,19	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,85	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	345,12	KN	
R=	274,02	KN	
Δ=	0,85	m	
L=	4,48	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	466,10	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	466,10	KN.m	OK

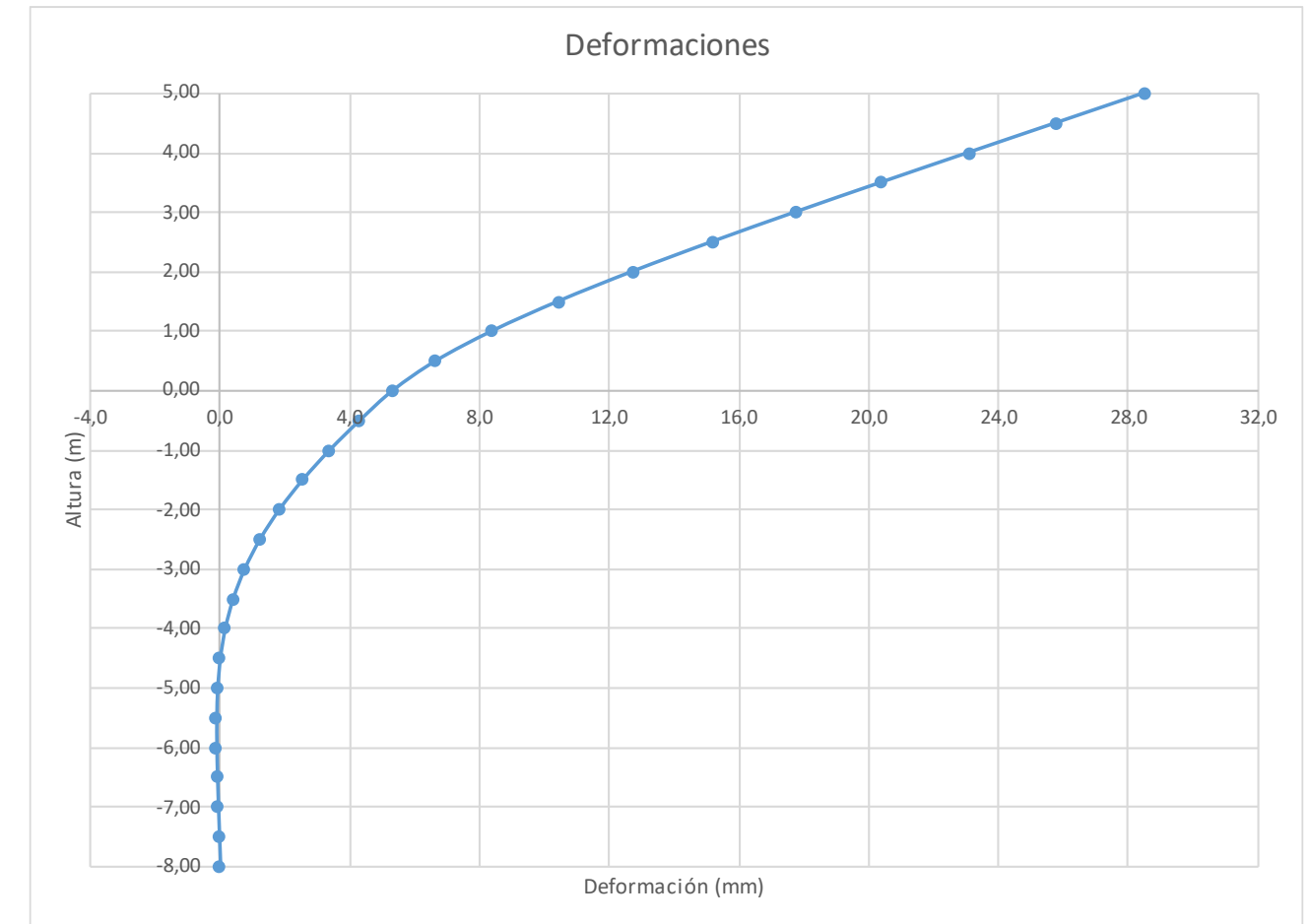
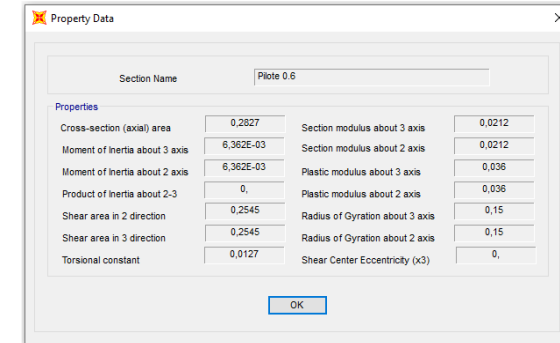
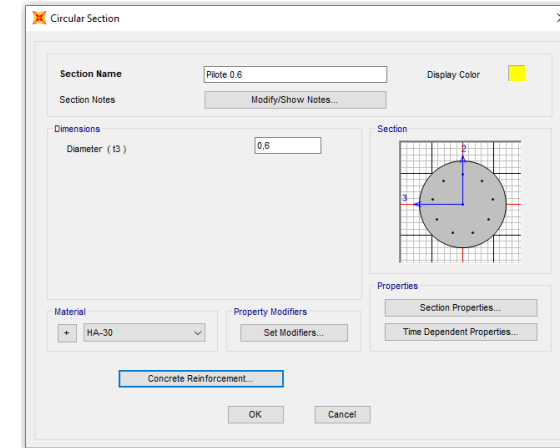
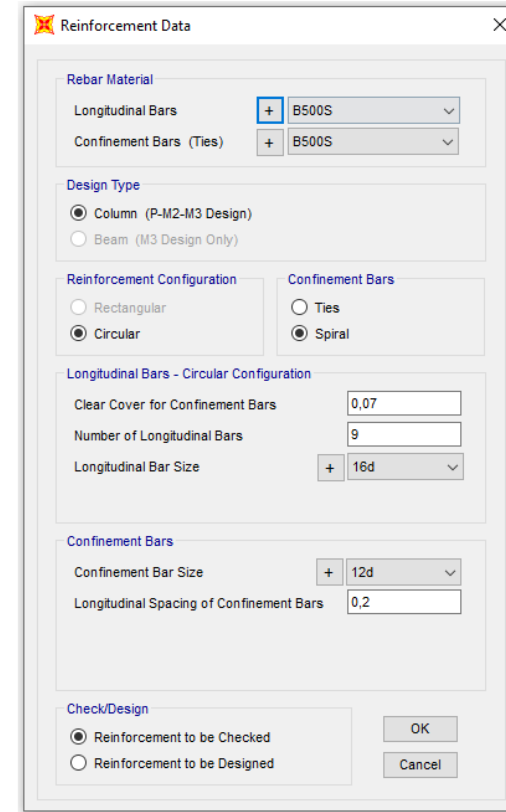


Figura 6. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,029	0,0054	5,00
2	VIENTO	0,026	0,0054	4,50
3	VIENTO	0,023	0,0054	4,00
4	VIENTO	0,020	0,0053	3,50
5	VIENTO	0,018	0,0052	3,00
6	VIENTO	0,015	0,0050	2,50
7	VIENTO	0,013	0,0047	2,00
8	VIENTO	0,010	0,0043	1,50
9	VIENTO	0,008	0,0037	1,00
10	VIENTO	0,007	0,0030	0,50
11	VIENTO	0,005	0,0021	0,00
12	VIENTO	0,004	0,0019	-0,50
13	VIENTO	0,003	0,0018	-1,00
14	VIENTO	0,003	0,0016	-1,50
15	VIENTO	0,002	0,0013	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0011	-2,50
17	VIENTO	0,001	0,0008	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0006	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0004	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	28,51	OK < $L_s/150$
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	5,33	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,10	OK <= 5mm/r





Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1\_T2 Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,29
Med (kN*m)	118,8
Ved (kN)	53,92

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	8,04
Ø AsTrans (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,003
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,023
cot θ	43,59

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,35
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	255,42
-------------------	--------

### 3.1.1.2.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8 m de largo.

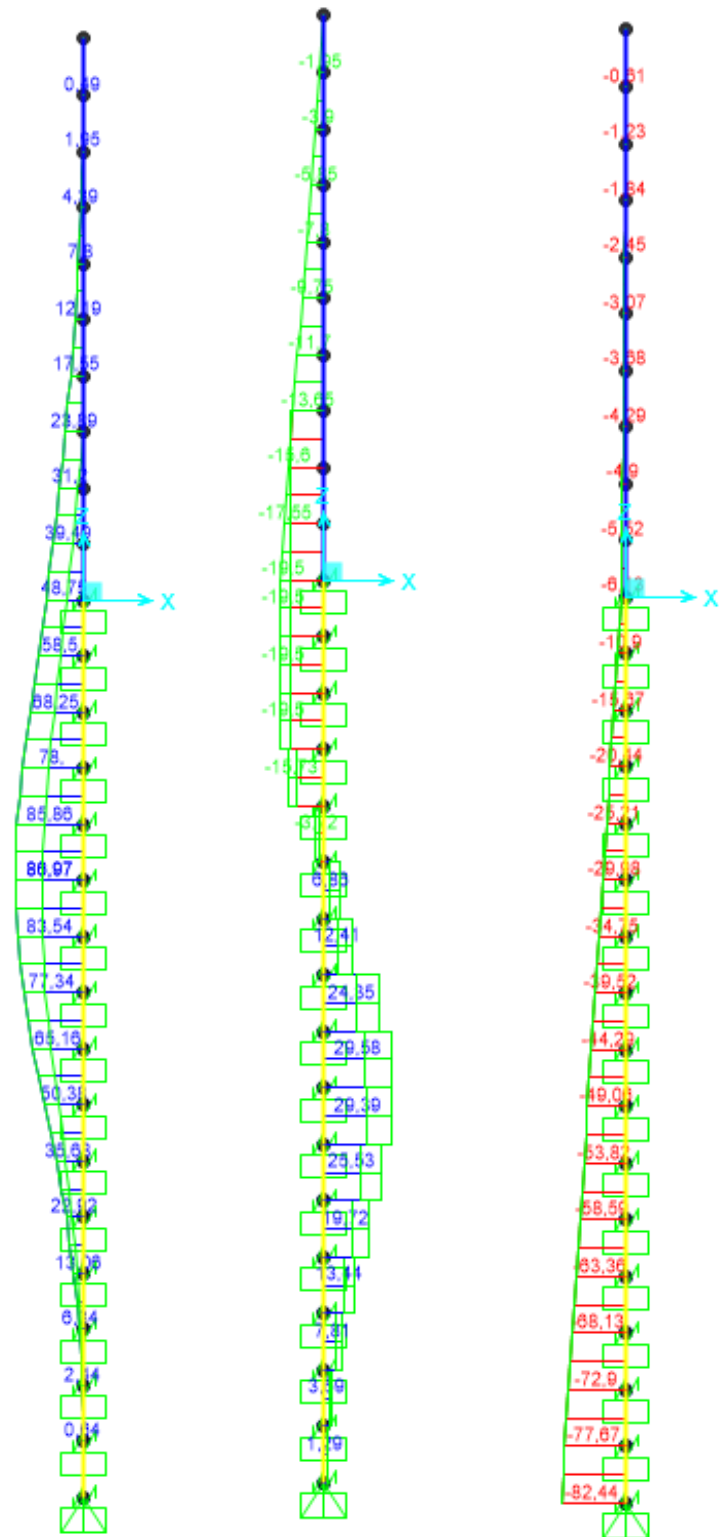


Figura 7. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m3	26,14 °	2,57	0,60
19,0 kN/m3	26,14 °	2,57	2,54
19,0 kN/m3	33,00 °	3,39	7,56
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,44	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	33,21	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	0,60	m	
E <sub>2</sub>	17,94	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,74	m	
e <sub>3sup</sub> =	33,21	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	108,59	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	1,54	m	
E <sub>3</sub>	196,63	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,63	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	214,56	KN	
R=	175,56	KN	
Δ=	0,69	m	
L=	3,73	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	229,47	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	229,47	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

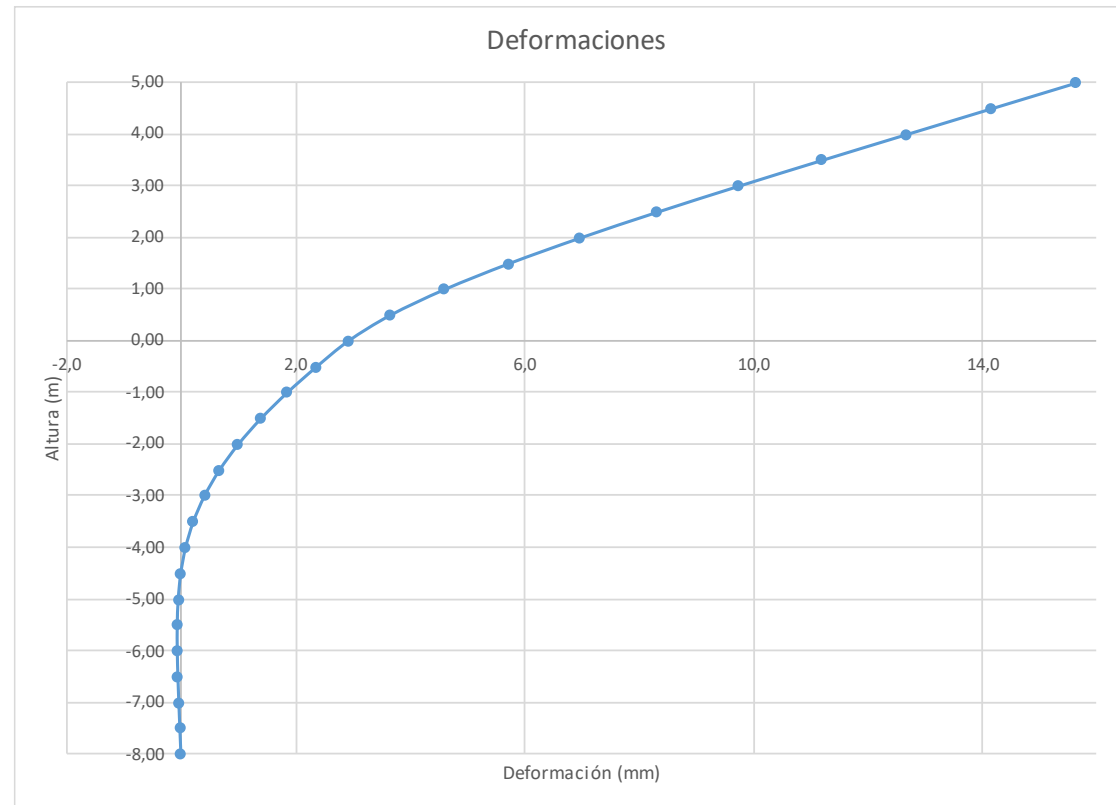
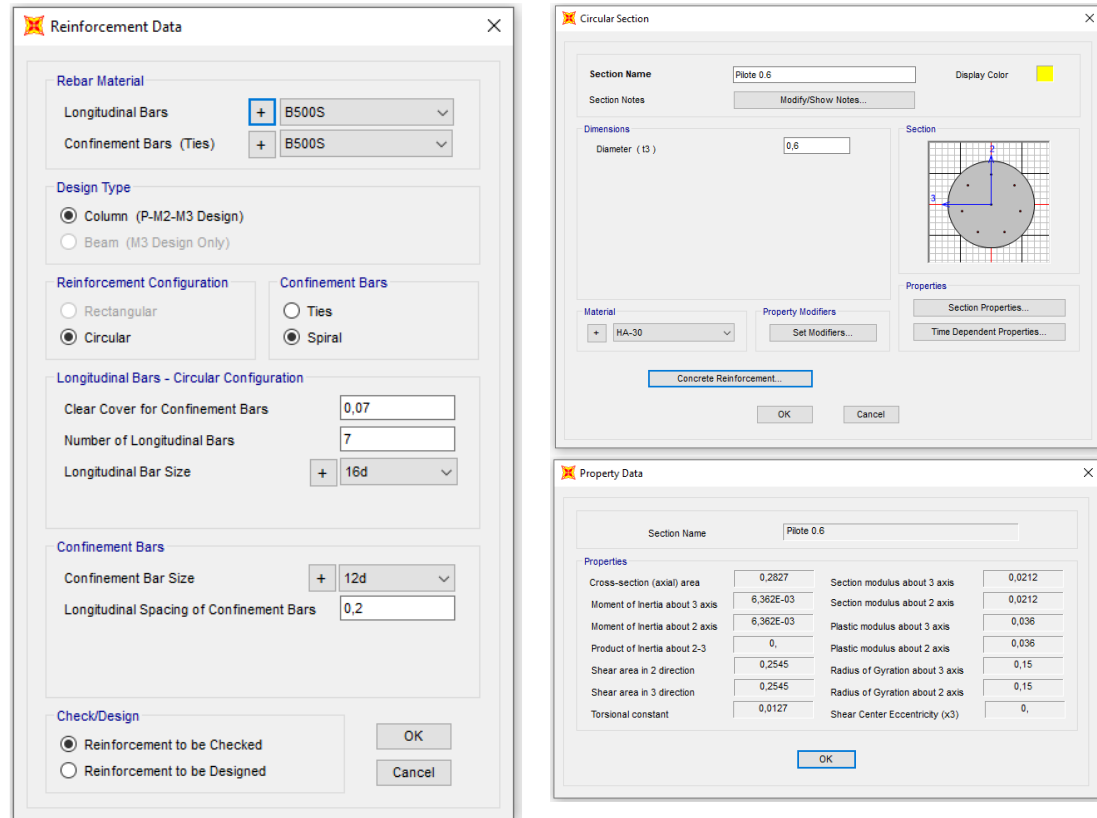


Figura 8. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,016	0,0030	5,00
2	VIENTO	0,014	0,0030	4,50
3	VIENTO	0,013	0,0030	4,00
4	VIENTO	0,011	0,0029	3,50
5	VIENTO	0,010	0,0028	3,00
6	VIENTO	0,008	0,0027	2,50
7	VIENTO	0,007	0,0026	2,00
8	VIENTO	0,006	0,0023	1,50
9	VIENTO	0,005	0,0020	1,00
10	VIENTO	0,004	0,0016	0,50
11	VIENTO	0,003	0,0011	0,00
12	VIENTO	0,002	0,0011	-0,50
13	VIENTO	0,002	0,0010	-1,00
14	VIENTO	0,001	0,0009	-1,50
15	VIENTO	0,001	0,0007	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0006	-2,50
17	VIENTO	0,000	0,0005	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0003	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0002	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0001	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	15,64	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,92	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	1,15	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Titulo de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1\_T2\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	49,06
Med (kN*m)	50,38
Ved (kN)	29,58

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	147,38
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,38

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,013
cot θ	79,49

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,35
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
Stmax(m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	255,42
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

3.1.1.3.- Tramo 3

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1.14.25-MD-1 (1)(S-4)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		Q <sub>el</sub>	Cuaternario eluvial	6		18,0 KN/m <sup>3</sup>	9,0 KN/m <sup>3</sup>			0 KN/m <sup>2</sup>	27°	5000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	13 KN/m <sup>2</sup>		2000 KN/m <sup>3</sup>
	1,0 m	9,8 m	8,8 m		T <sub>rac2</sub>	Arena tosquiza	45	SC	19,0 KN/m <sup>3</sup>	10,0 KN/m <sup>3</sup>			15 KN/m <sup>2</sup>	33°	100000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	89 KN/m <sup>2</sup>	360 KN/m <sup>2</sup>	6000*(Z/0,60)

Tabla 4. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP\_A1\_13,2\_MD\_1.

3.1.1.3.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 7,5 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

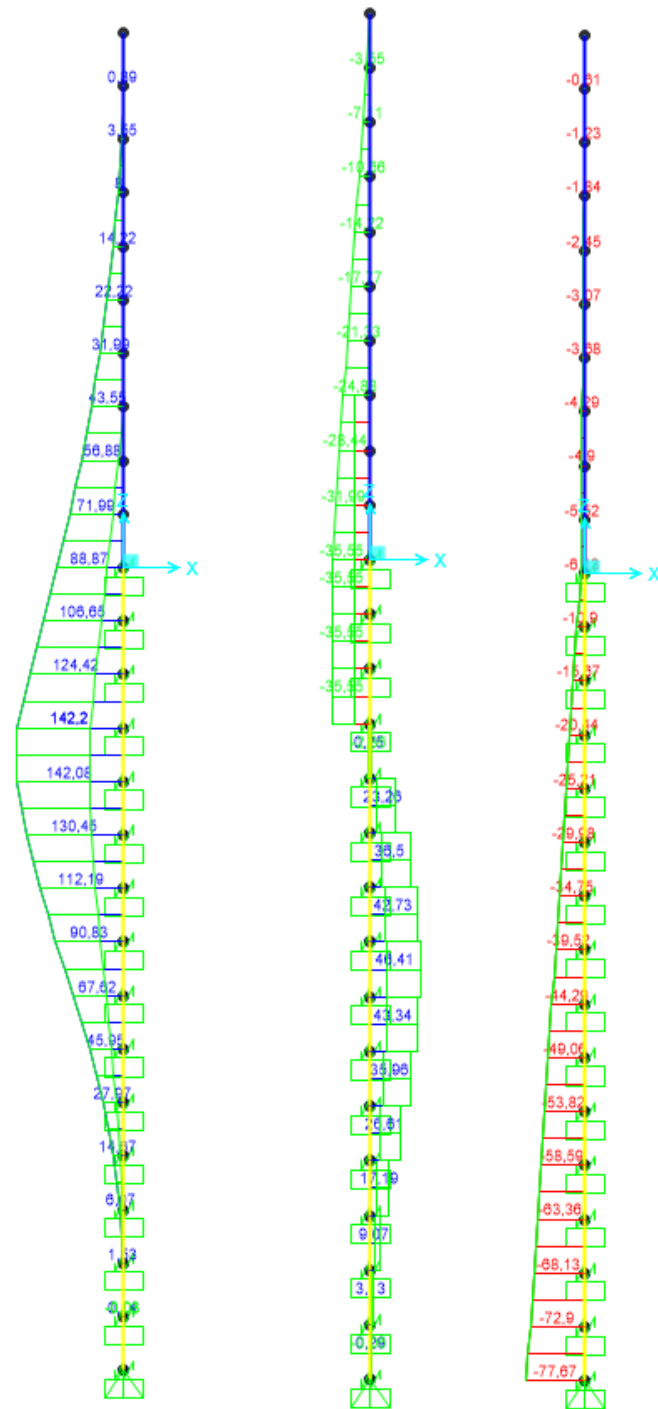


Figura 9. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	0,00
18,0 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,90
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,34	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	132,85	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	2,00	m	
$E_2$	239,12	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,01	m	
$e_{3sup}$	122,12	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	143,92	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,34	m	
$E_3$	81,02	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,16	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	320,14	KN	
R=	249,04	KN	
Δ=	0,73	m	
L=	3,06	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	369,80	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	369,80	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03



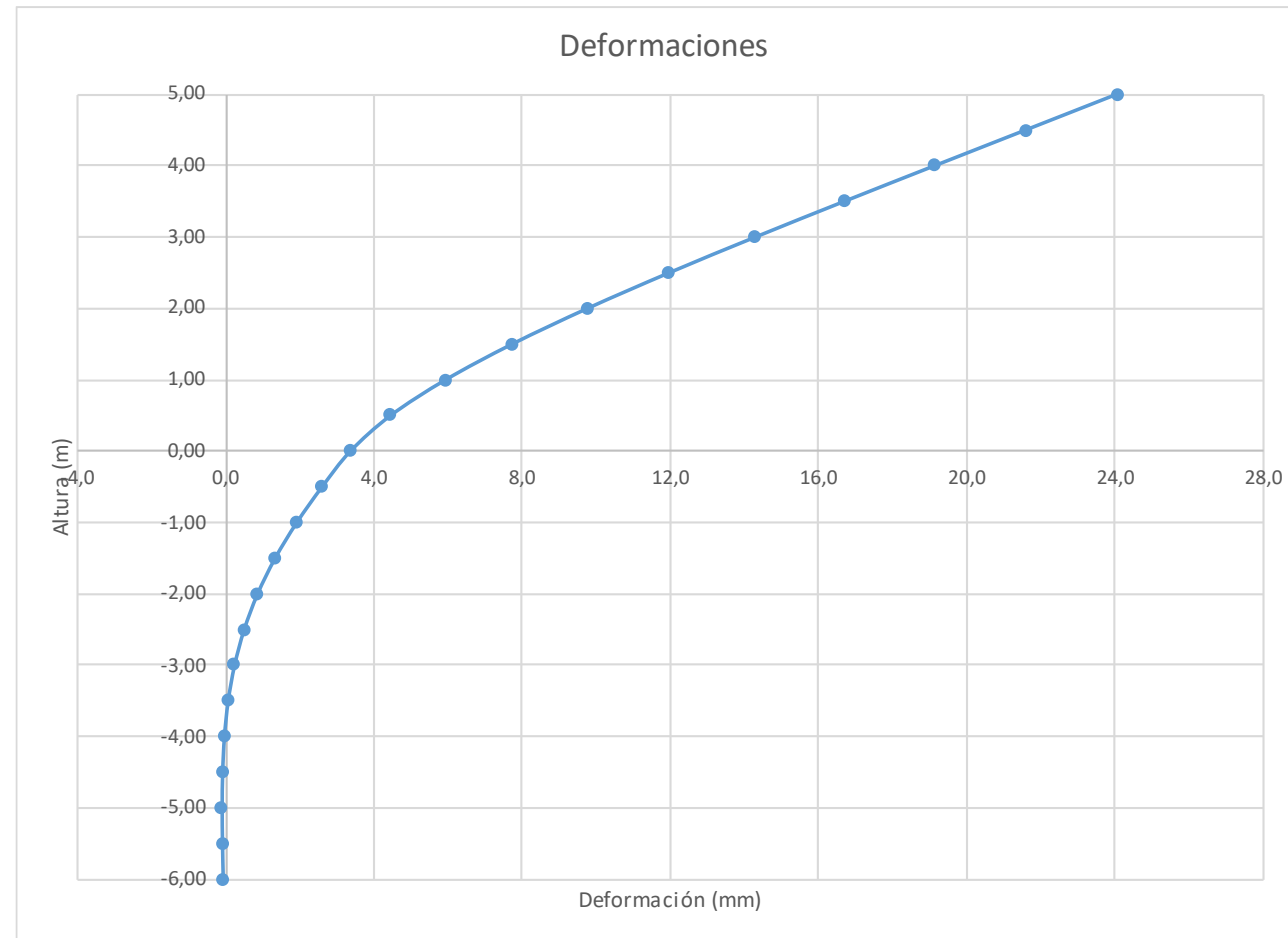
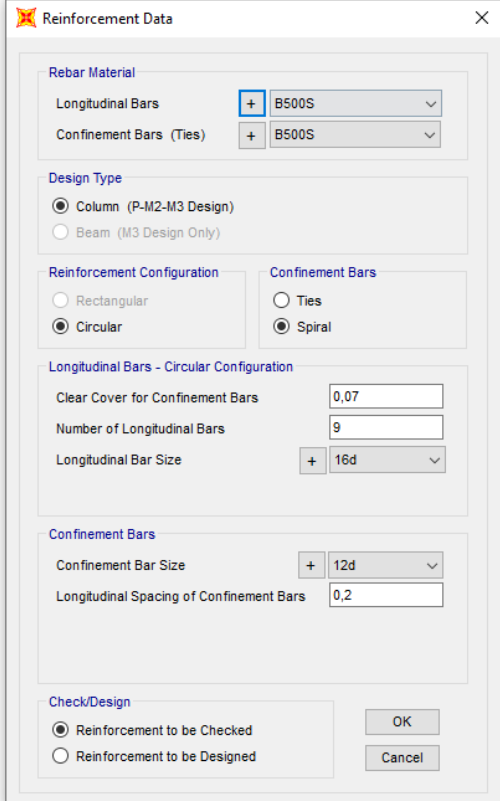


Figura 10. Deformaciones (Viento Característico).

Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,024063	0,004909	5,00
2	VIENTO	0,021606	0,004906	4,50
3	VIENTO	0,019149	0,004882	4,00
4	VIENTO	0,016706	0,00482	3,50
5	VIENTO	0,014304	0,004697	3,00
6	VIENTO	0,011975	0,004495	2,50
7	VIENTO	0,009766	0,004194	2,00
8	VIENTO	0,00773	0,003774	1,50
9	VIENTO	0,005932	0,003214	1,00
10	VIENTO	0,004447	0,002496	0,50
11	VIENTO	0,00336	0,001599	0,00
12	VIENTO	0,002594	0,001446	-0,50
13	VIENTO	0,001911	0,001266	-1,00
14	VIENTO	0,001326	0,001058	-1,50
15	VIENTO	0,000852	0,000836	-2,00
16	VIENTO	0,00049	0,000623	-2,50
17	VIENTO	0,000231	0,000434	-3,00
18	VIENTO	0,000058	0,000276	-3,50
19	VIENTO	-0,000043	0,000152	-4,00
20	VIENTO	-0,000091	0,000064	-4,50
21	VIENTO	-0,000104	5,843E-06	-5,00
22	VIENTO	-0,000095	-0,000027	-5,50
23	VIENTO	-0,000075	-0,000044	-6,00
24	VIENTO	-0,000051	-0,00005	-6,50
25	VIENTO	0,00	-5,10E-05	-7,00
26	VIENTO	0,00	-5,10E-05	-7,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	24,06	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,36	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	1,60	OK <= 5mm/r



**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

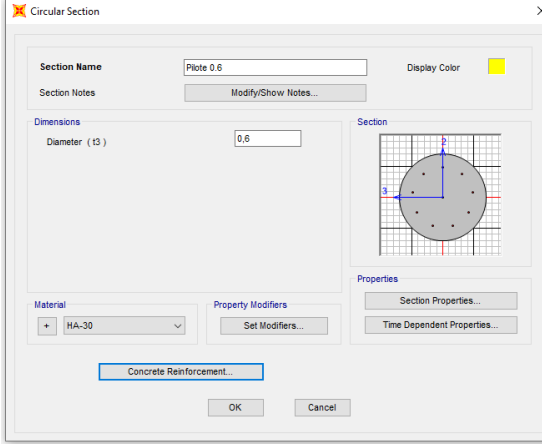
Reinforcement Configuration  
 Rectangular  
 Circular

Confinement Bars  
 Ties  
 Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed



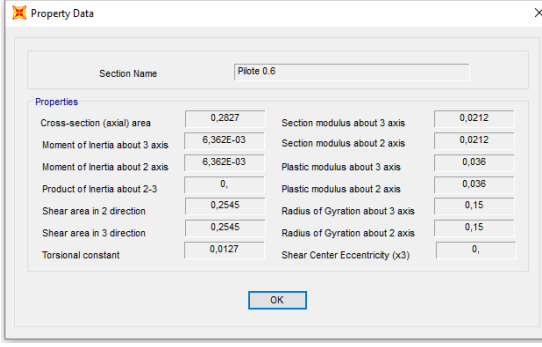
**Circular Section**

Section Name: Plote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions  
 Diameter (15): 0.6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...

Properties  
 Section Properties...  
 Time Dependent Properties...

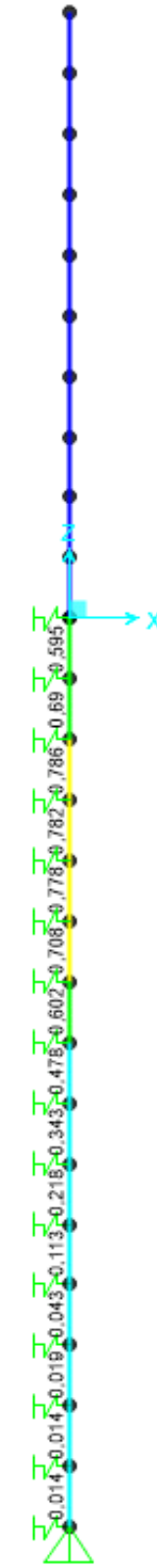


**Property Data**

Section Name: Plote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1\_T3\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	8,04
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,29
Med (kN <sup>2</sup> m)	90,83
Ved (kN)	46,41

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ <sub>l</sub>	0,003
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,455
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,020
cot θ	50,65

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

3.1.1.3.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8 m de largo.

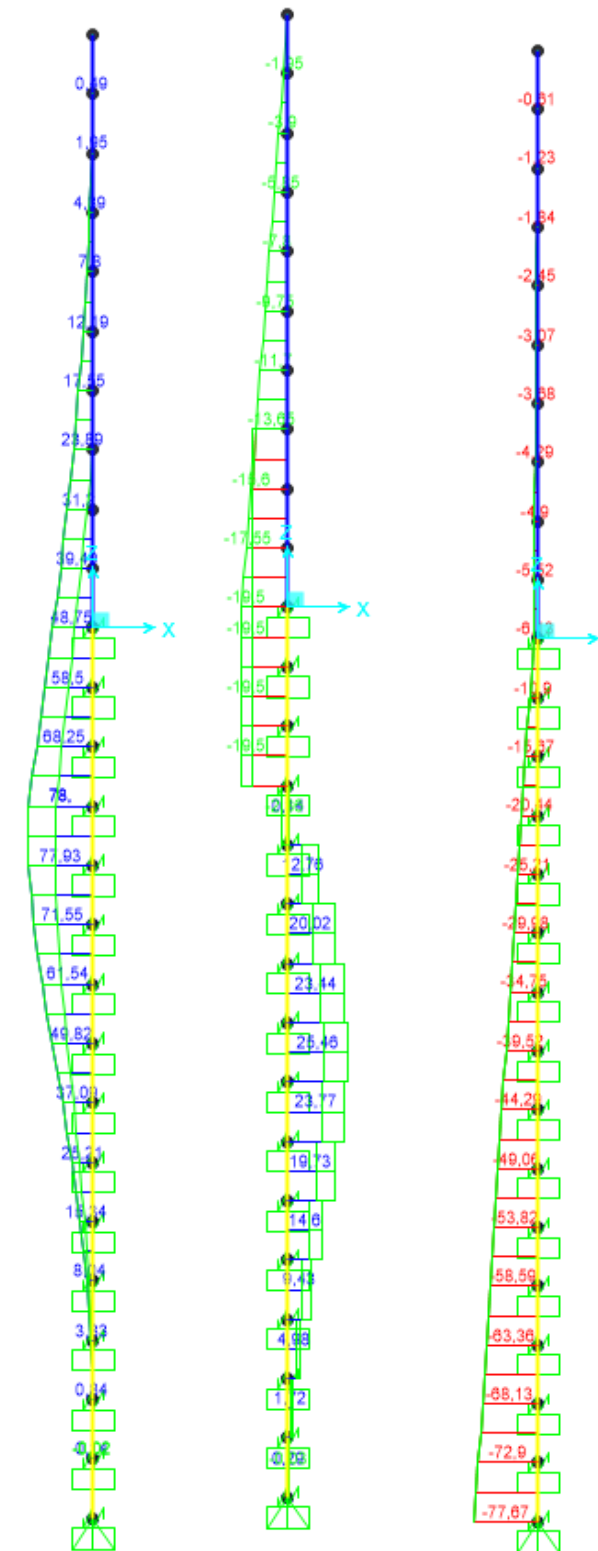


Figura 11. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (kN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	0,00
18,0 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,90
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,84	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	121,90	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,84	m	
E <sub>2</sub>	201,34	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,61	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	201,34	KN	
R=	162,34	KN	
Δ=	0,57	m	
L=	2,40	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	180,10	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	180,10	KN.m	OK

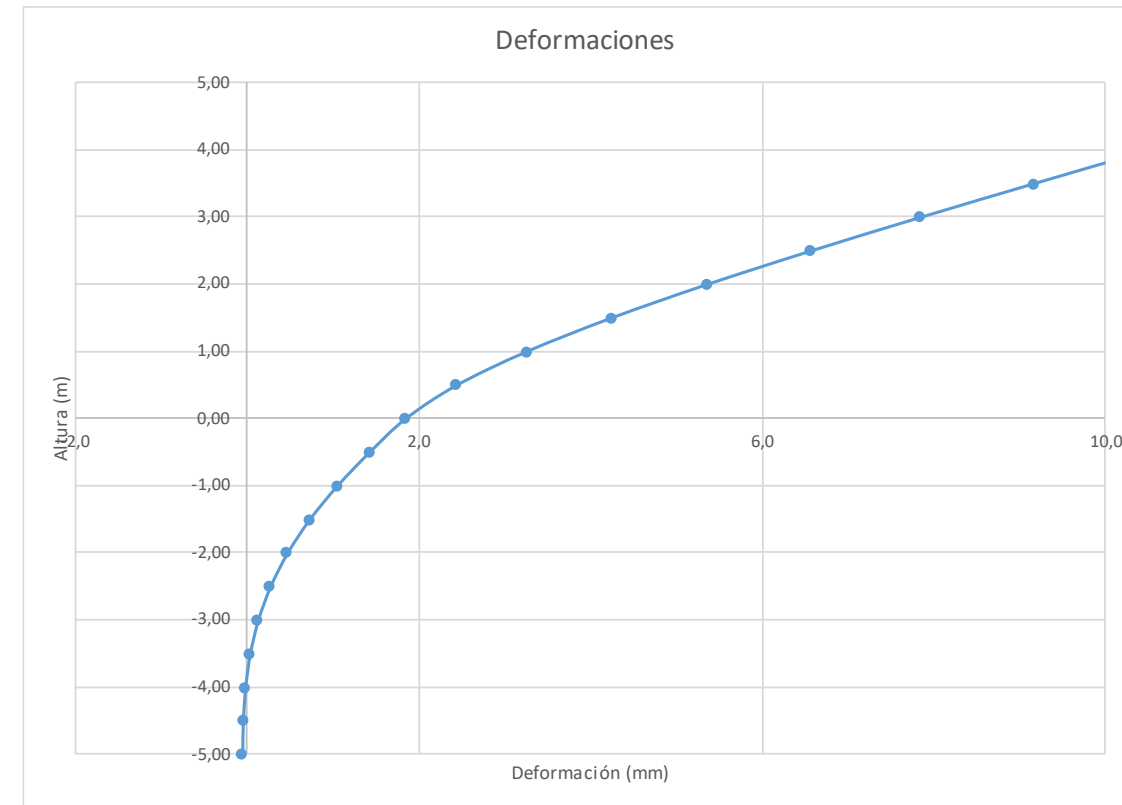


Figura 12. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,013199	0,002693	5,00
2	VIENTO	0,011851	0,002691	4,50
3	VIENTO	0,010504	0,002678	4,00
4	VIENTO	0,009164	0,002644	3,50
5	VIENTO	0,007846	0,002576	3,00
6	VIENTO	0,006569	0,002466	2,50
7	VIENTO	0,005357	0,0023	2,00
8	VIENTO	0,00424	0,00207	1,50
9	VIENTO	0,003254	0,001763	1,00
10	VIENTO	0,002439	0,001369	0,50
11	VIENTO	0,001843	0,000877	0,00
12	VIENTO	0,001423	0,000793	-0,50
13	VIENTO	0,001048	0,000694	-1,00
14	VIENTO	0,000727	0,00058	-1,50
15	VIENTO	0,000468	0,000459	-2,00
16	VIENTO	0,000269	0,000342	-2,50
17	VIENTO	0,000126	0,000238	-3,00
18	VIENTO	0,000032	0,000151	-3,50
19	VIENTO	-0,000023	0,000083	-4,00
20	VIENTO	-0,000005	0,000035	-4,50
21	VIENTO	-0,000057	3,205E-06	-5,00
22	VIENTO	-0,000052	-0,000015	-5,50
23	VIENTO	-0,000041	-0,000024	-6,00
24	VIENTO	-0,000028	-0,000027	-6,50
25	VIENTO	-0,000014	-0,000028	-7,00
26	VIENTO	0	-0,000028	-7,50

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Plote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (d): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement: [button]

**Property Data**

Section Name: Plote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	13,20	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,84	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	0,88	OK <= 5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_13,2\_MD\_1\_T3\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,29
Med (kN*m)	49,82
Ved (kN)	25,46

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm <sup>2</sup> )	6,03
Ø AsTrans (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,011
cot θ	92,36

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------



### 3.2.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1\_14,25\_DI

#### 3.2.1.- PP\_A1\_14,25\_MD\_1

##### 3.2.1.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	ν	t fuste	q punta	
A1-14,25-MD-1 (1) (S-4)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		O <sub>EL</sub>	Cuaternario eluvial	6		18,0 KN/m³	9,0 KN/m³			0 KN/m²	27°	5000 KN/m²	0,35	13 KN/m²		2000 KN/m²
	1,0 m	9,8 m	8,8 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena tosquiza	45	SC	19,0 KN/m³	10,0 KN/m³			15 KN/m²	33°	100000 KN/m²	0,35	89 KN/m²	360 KN/m²	6000*(Z/0,60)

Tabla 5. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_14,25\_MD\_1.

##### 3.2.1.1.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

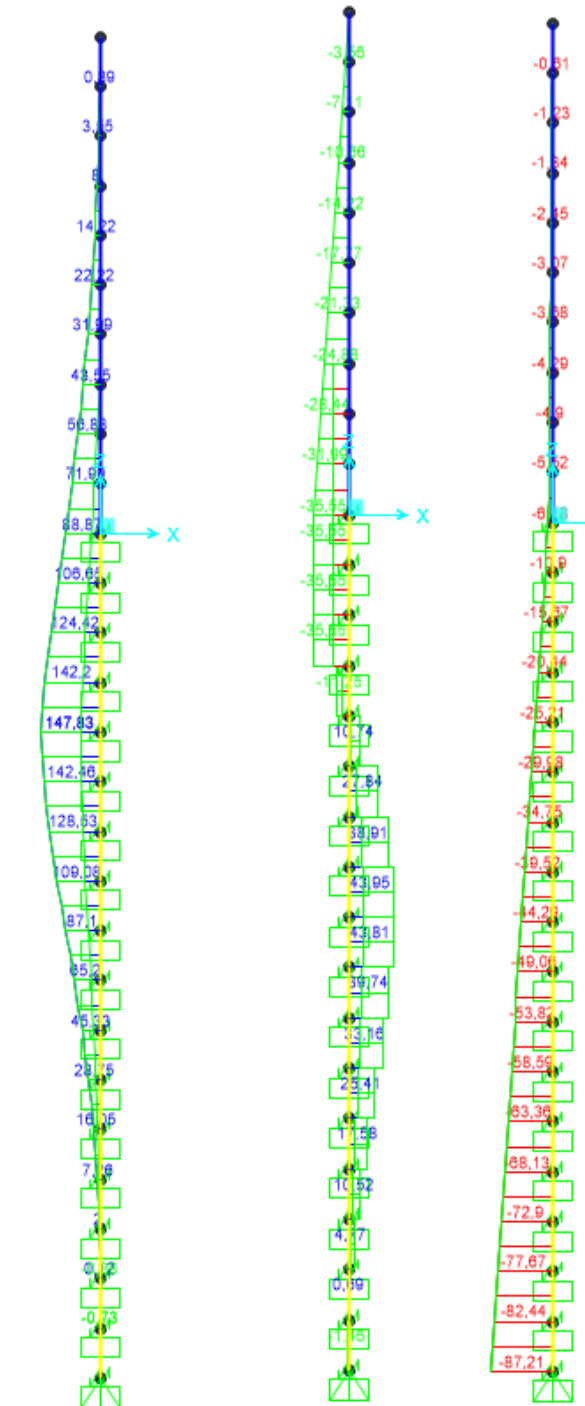


Figura 13. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
Características geotécnicas del terreno			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	0,00
18,0 kN/m <sup>3</sup>	27 °	2,66	0,10
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	6,80
Pilote y acciones			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,33	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	4,79	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,10	m	
$E_2$	0,43	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,26	m	
$e_{3sup}$	6,11	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	135,01	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	2,00	m	
$E_3$	254,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,92	m	
$e_{4sup}$	135,01	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	263,91	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,23	m	
$E_4$	82,31	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,10	m	
E=	336,74	KN	
R=	265,64	KN	
Δ=	0,75	m	
L=	3,08	m	Longitud de empotramiento del pilote.
Verificaciones de equilibrio			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	369,88	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	369,88	KN.m	OK

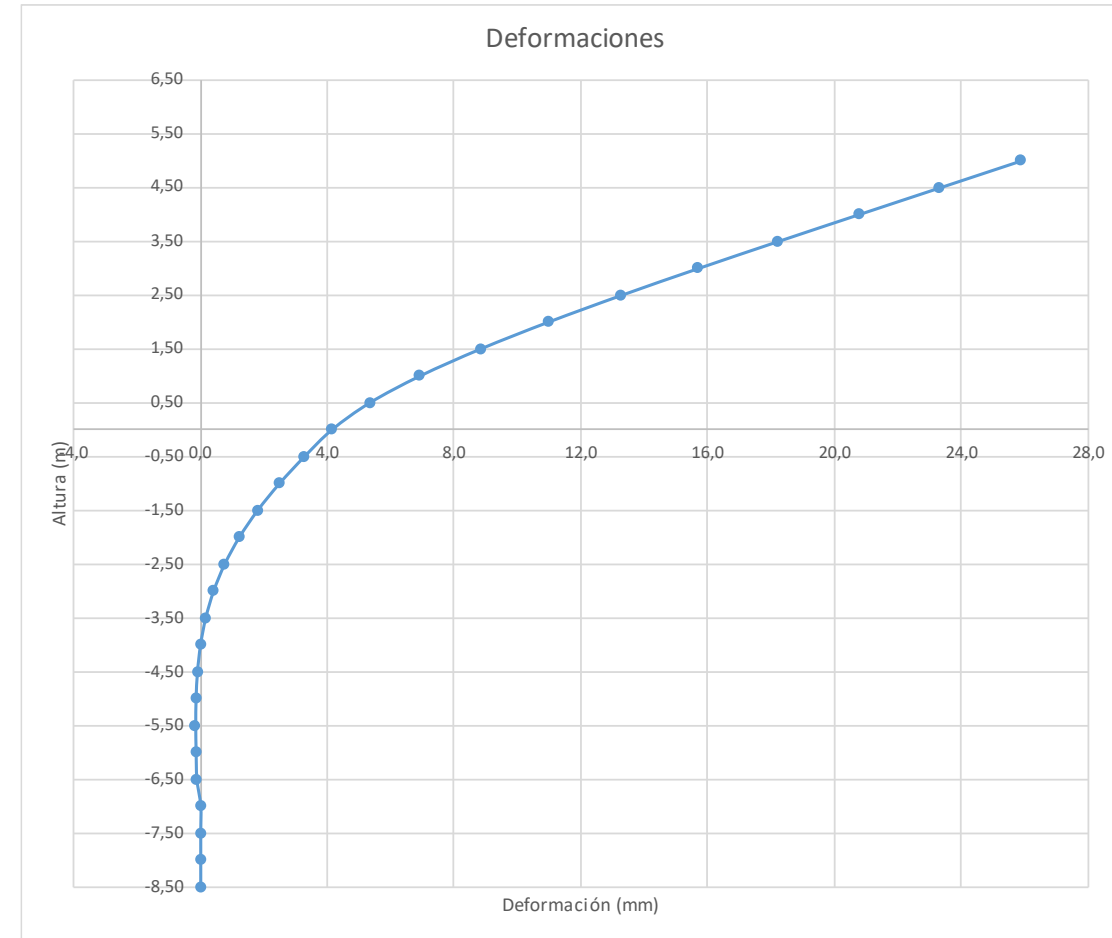


Figura 14. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,025889	0,005117	5,00
2	VIENTO	0,023328	0,005114	4,50
3	VIENTO	0,020767	0,00509	4,00
4	VIENTO	0,01822	0,005028	3,50
5	VIENTO	0,015713	0,004905	3,00
6	VIENTO	0,013281	0,004703	2,50
7	VIENTO	0,010968	0,004402	2,00
8	VIENTO	0,008828	0,003982	1,50
9	VIENTO	0,006926	0,003422	1,00
10	VIENTO	0,005337	0,002704	0,50
11	VIENTO	0,004145	0,001807	0,00
12	VIENTO	0,003276	0,001654	-0,50
13	VIENTO	0,002489	0,001474	-1,00
14	VIENTO	0,0018	0,001266	-1,50
15	VIENTO	0,001222	0,00104	-2,00
16	VIENTO	0,00076	0,000813	-2,50
17	VIENTO	0,00041	0,000602	-3,00
18	VIENTO	0,00016	0,000416	-3,50
19	VIENTO	-4,121E-06	0,000263	-4,00
20	VIENTO	-0,000101	0,000144	-4,50
21	VIENTO	-0,000146	0,000058	-5,00
22	VIENTO	-0,000157	3,75E-07	-5,50
23	VIENTO	-0,000145	-0,000035	-6,00
24	VIENTO	-0,000121	-0,000053	-6,50
25	VIENTO	-0,000091	-0,00006	-7,00
26	VIENTO	-0,00006	-0,000061	-7,50
27	VIENTO	-0,00003	-0,00006	-8,00
28	VIENTO	0	-0,00006	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	25,89	
$\delta_{\text{descontando cimentacion}}$	12,71	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,15	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,81	OK <= 5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions  
 Diameter (15): 0,6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0

Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,29
Med (kN*m)	109,08
Ved (kN)	43,95

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	8,04
Ø AsTrans- (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,003
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,019
cot θ	53,49

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.1.1.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

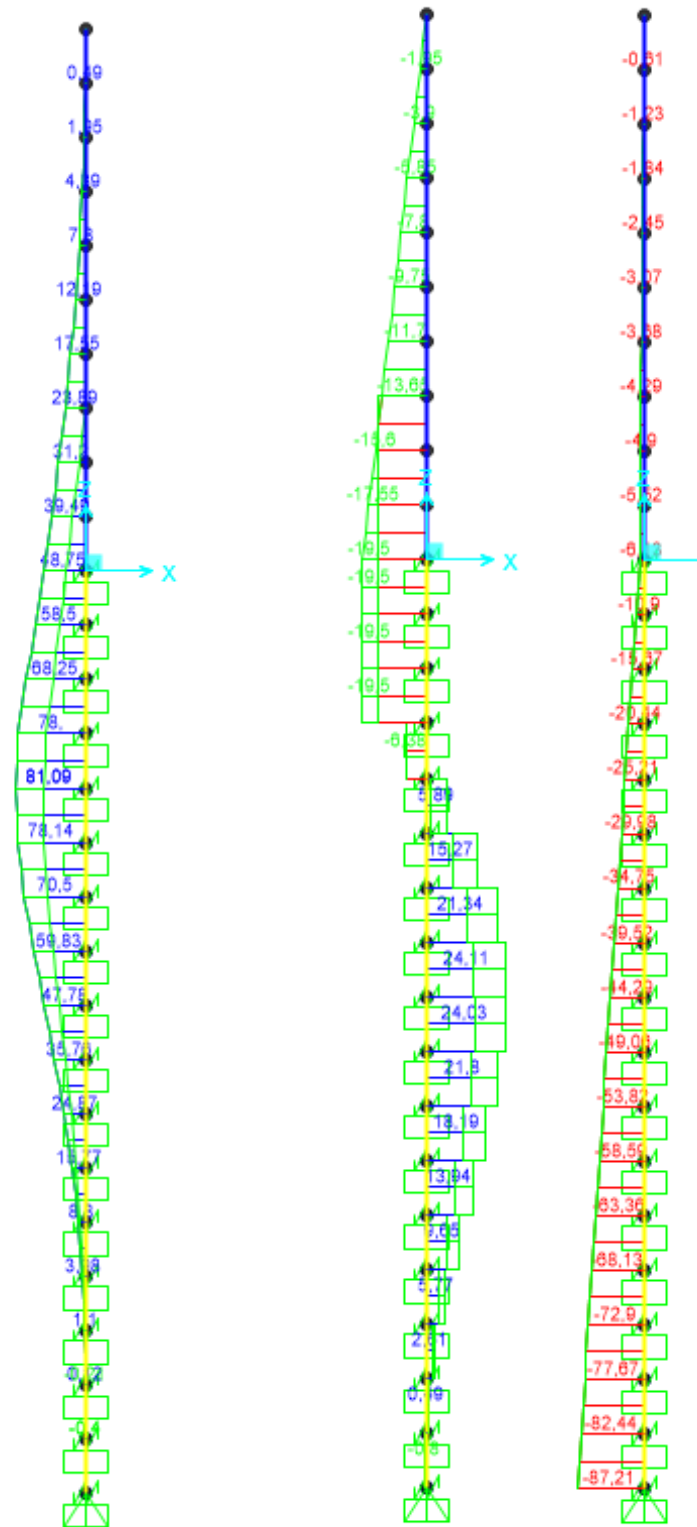


Figura 15. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	0,00
18,0 kN/m <sup>3</sup>	27 °	2,66	0,10
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	2,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	6,80
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1Inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,86	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2Inf}$ =	4,79	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,10	m	
$E_2$	0,43	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,80	m	
$e_{3sup}$ =	6,11	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3Inf}$ =	119,81	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	1,76	m	
$E_3$	199,92	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,62	m	
$e_{4sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4Inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$ =	200,36	KN	
$R$ =	161,36	KN	
$\Delta$ =	0,57	m	
$L$ =	2,44	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
$H=E-R$	39,00	KN	OK
$H(e+L-\Delta/2)$ =	181,36	KN.m	
$E(dE-\Delta/2)$ =	181,36	KN.m	OK

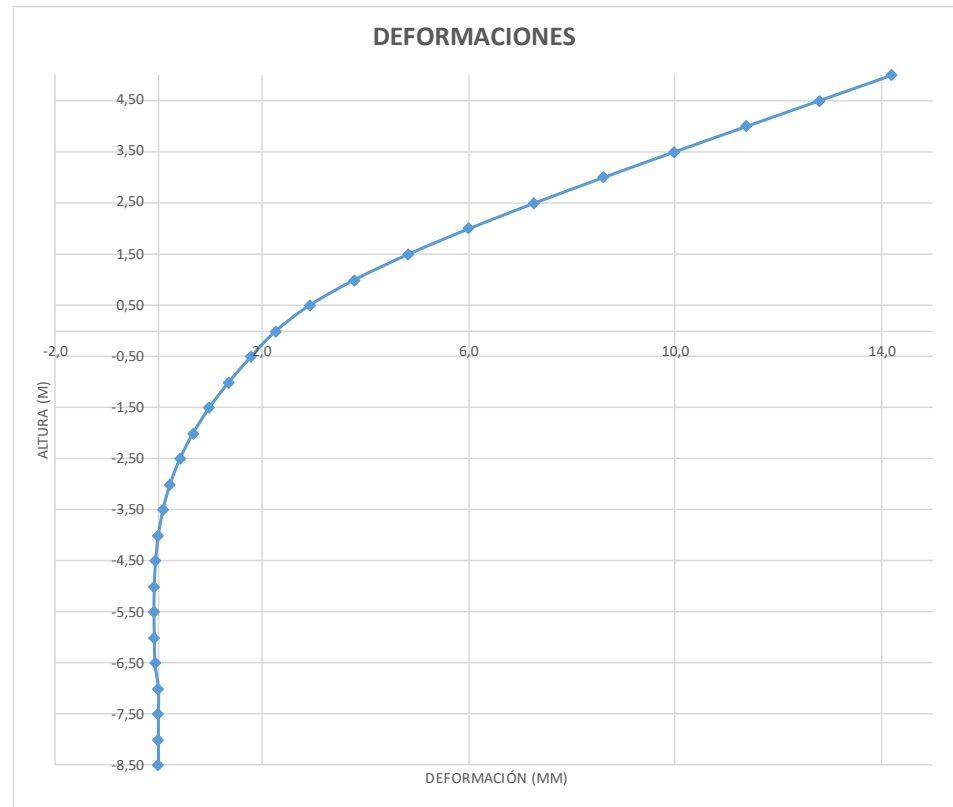
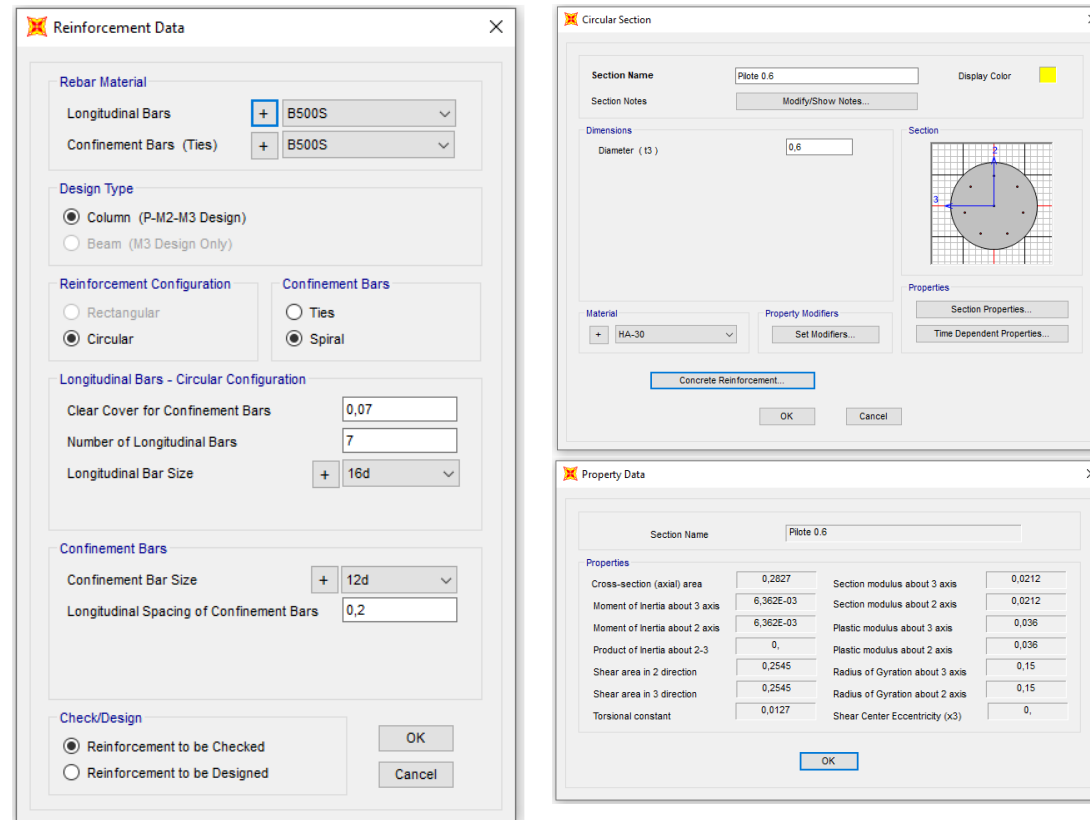


Figura 16. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,014201	0,002807	5,00
2	VIENTO	0,012796	0,002805	4,50
3	VIENTO	0,011391	0,002792	4,00
4	VIENTO	0,009994	0,002758	3,50
5	VIENTO	0,008619	0,002691	3,00
6	VIENTO	0,007285	0,00258	2,50
7	VIENTO	0,006016	0,002415	2,00
8	VIENTO	0,004842	0,002184	1,50
9	VIENTO	0,003799	0,001877	1,00
10	VIENTO	0,002928	0,001483	0,50
11	VIENTO	0,002274	0,000991	0,00
12	VIENTO	0,001797	0,000907	-0,50
13	VIENTO	0,001365	0,000808	-1,00
14	VIENTO	0,000987	0,000694	-1,50
15	VIENTO	0,00067	0,00057	-2,00
16	VIENTO	0,000417	0,000446	-2,50
17	VIENTO	0,000225	0,00033	-3,00
18	VIENTO	0,000088	0,000228	-3,50
19	VIENTO	-2,261E-06	0,000144	-4,00
20	VIENTO	-0,000055	0,000079	-4,50
21	VIENTO	-0,00008	0,000032	-5,00
22	VIENTO	-0,000086	2,058E-07	-5,50
23	VIENTO	-0,000079	-0,000019	-6,00
24	VIENTO	-0,000066	-0,000029	-6,50
25	VIENTO	-0,00005	-0,000033	-7,00
26	VIENTO	-0,000033	-0,000034	-7,50
27	VIENTO	-0,000016	-0,000033	-8,00
28	VIENTO	0	-0,000033	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	14,20	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,27	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,99	OK <= 5mm/m





Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,29
Med (kN*m)	59,83
Ved (kN)	24,41

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
p1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans. (mm)	12

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,010
cot θ	96,33

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.2.1.2.- Tramo 2**

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1-14,25-MD-1 (2) (S-S)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m³	11,0 KN/m³			5 KN/m²	27°	10000 KN/m²	0,35	18 KN/m²		2000 KN/m²
	1,0 m	9,2 m	8,2 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena tosquiza	63	SC-SM	19,0 KN/m³	11,0 KN/m³			15 KN/m²	33°	55000 KN/m²	0,35	90 KN/m²	600 KN/m²	12000(2/0,6)

Tabla 6. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP\_A1\_14,25\_MD\_1.

Zona en talud:

D=	0,60		Diámetro del pilote.				Este es el estrato que se desprecia del terreno.
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	
Estrato1:	21,5 kN/m3	0°	0,00	1,00	0,00	0,53	1,00
Estrato2:	19,0 kN/m3	33°	3,39	8,20	7,13	8,20	9,20
Estrato3:					0,00	0,00	9,20
Estrato4:					0,00	0,00	9,20
							H <sub>B</sub> +H <sub>C</sub> = 4,95
α=	21,337	Ángulo de la berma con la horizontal					
H <sub>B</sub> =	2,07	Altura de berma					
B=	5,30	Base de la berma					
φ=	33,00°	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma					
H <sub>C</sub> =	2,88	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado					
Z <sub>2φ</sub> =	0,47	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2φ.					
σ <sub>vc</sub> =	54,68	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma					
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.					
σ <sub>vc</sub> =	86,43	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2φ del pilote.					
K <sub>pc</sub> =	2,15	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2φ.					
φ'=	21,36°						
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma		
Estrato1:	21,5 kN/m3	0,00°	0,00	1,00			
Estrato2:	19,0 kN/m3	21,36°	2,15	3,95	Considera Kpc y σv descontando z2φ		
Estrato2:	19,0 kN/m3	33,00°	3,39	4,25	Considera Kp que corresponde y σv descontando Hb		

**3.2.1.2.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde**

Pilote de 7,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

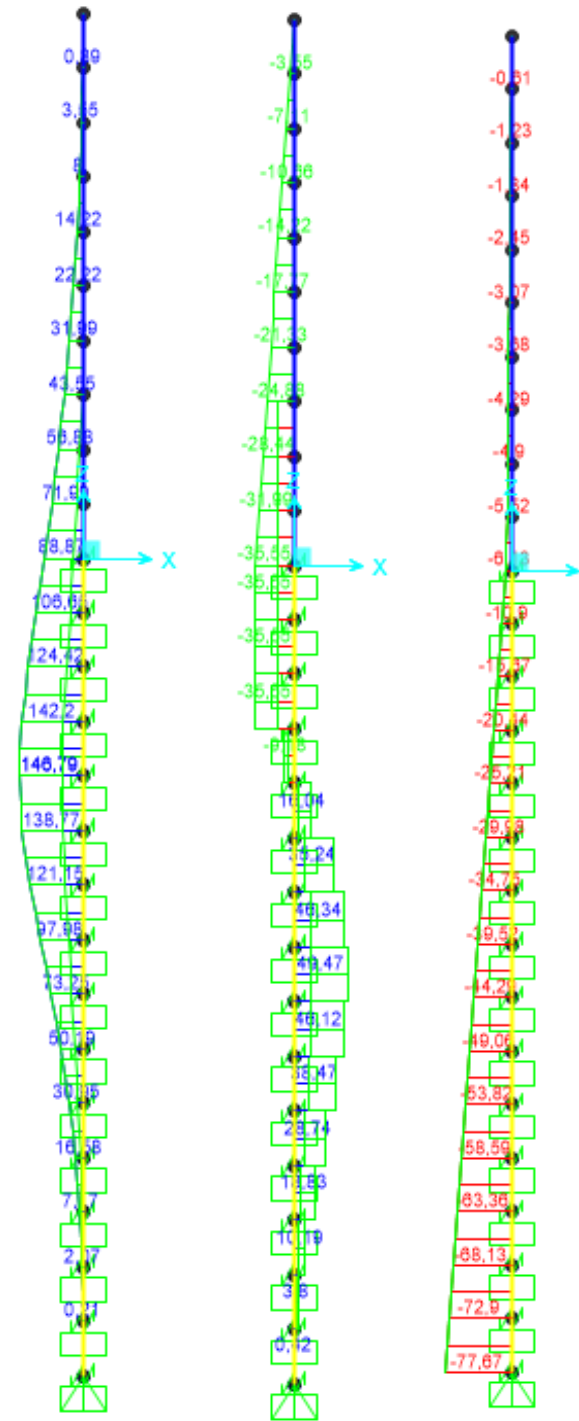


Figura 17. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

Características geotécnicas del terreno			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	21,36 °	2,15	3,95
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	4,25
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
Pilote y acciones			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,40	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	46,13	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	130,34	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	2,07	m	
$E_2$	328,05	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,87	m	
$e_{3sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$ =	328,05	KN	
$R$ =	256,95	KN	
$\Delta$ =	0,86	m	
$L$ =	3,93	m	Longitud de empotramiento del pilote.
Verificaciones de equilibrio			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	426,36	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	426,36	KN.m	OK

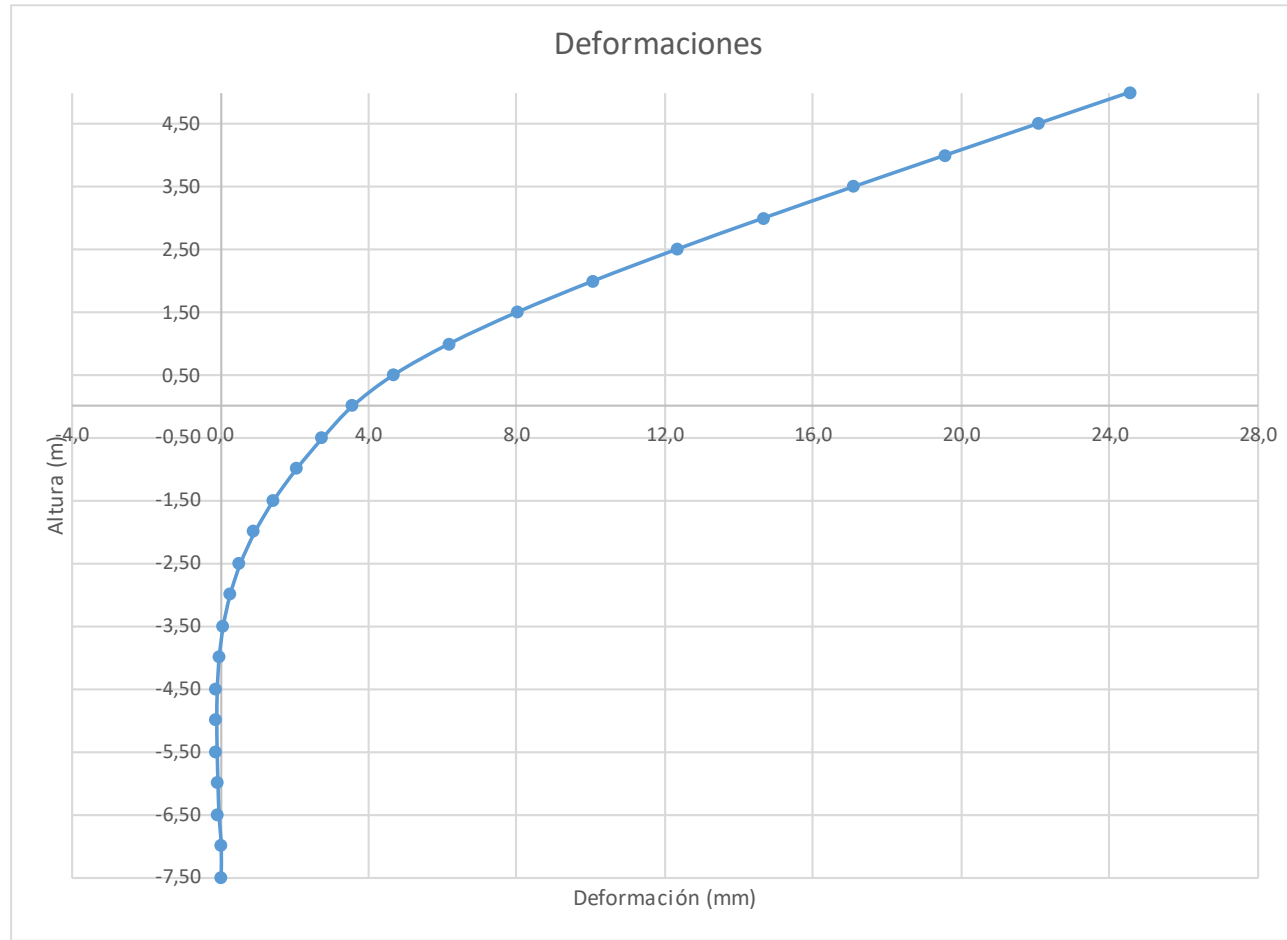
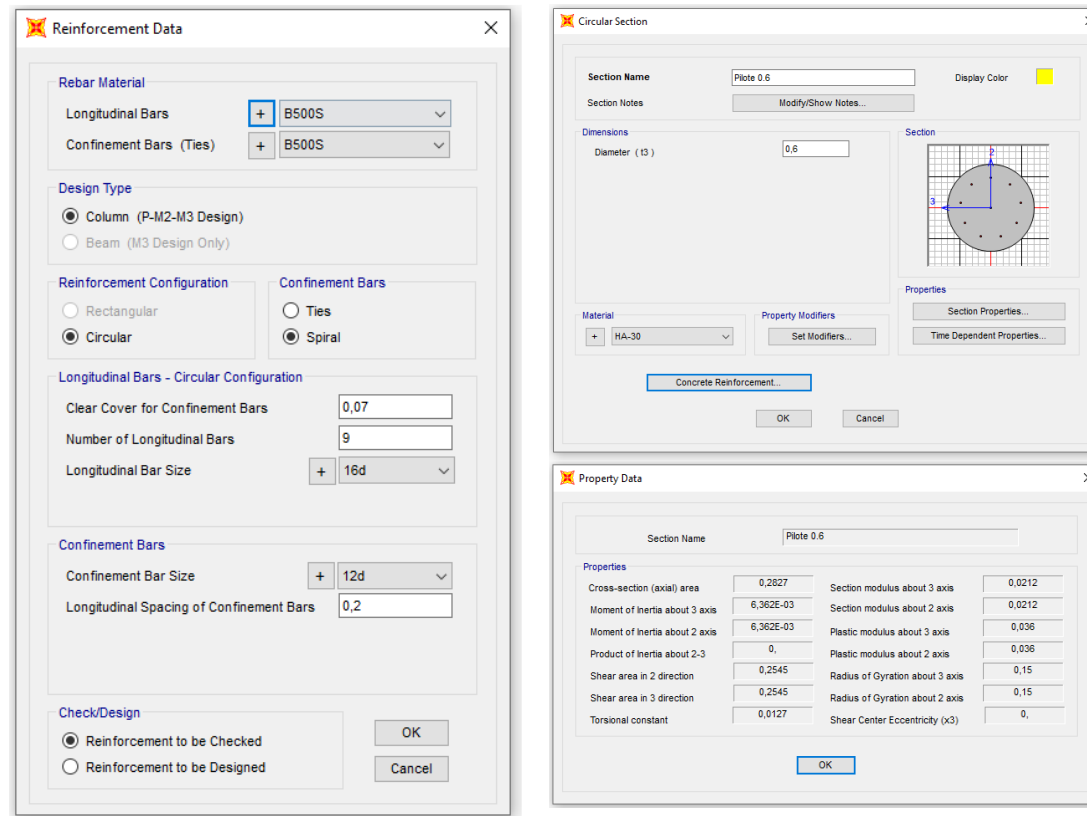


Figura 18. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,025	0,0050	5,00
2	VIENTO	0,02	0,0050	4,50
3	VIENTO	0,02	0,0049	4,00
4	VIENTO	0,02	0,0049	3,50
5	VIENTO	0,01	0,0048	3,00
6	VIENTO	0,01	0,0046	2,50
7	VIENTO	0,01	0,0043	2,00
8	VIENTO	0,01	0,0038	1,50
9	VIENTO	0,01	0,0033	1,00
10	VIENTO	0,00	0,0026	0,50
11	VIENTO	0,00	0,0017	0,00
12	VIENTO	0,00	0,0015	-0,50
13	VIENTO	0,00	0,0013	-1,00
14	VIENTO	0,00	0,0011	-1,50
15	VIENTO	0,00	0,0009	-2,00
16	VIENTO	0,00	0,0007	-2,50
17	VIENTO	0,00	0,0005	-3,00
18	VIENTO	0,00	0,0003	-3,50
19	VIENTO	0,00	0,0002	-4,00
20	VIENTO	0,00	0,0001	-4,50
21	VIENTO	0,00	0,0000	-5,00
22	VIENTO	0,00	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,00	-0,0001	-6,00
24	VIENTO	0,00	-0,0001	-6,50
25	VIENTO	0,00	-0,0001	-7,00
26	VIENTO	0,00	-0,0001	-7,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	24,57	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	OK < Ls/150
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,55	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,66	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T2\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	39,52
Med (kN*m)	97,98
Ved (kN)	49,47

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	8,04
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ <sub>l</sub>	0,003
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,14

<b>VRd,c (kN)</b>	146,13
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,13

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,455
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,021
cot θ	47,52

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

**3.2.1.2.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central**

Pilotes de 7,50 m de largo.

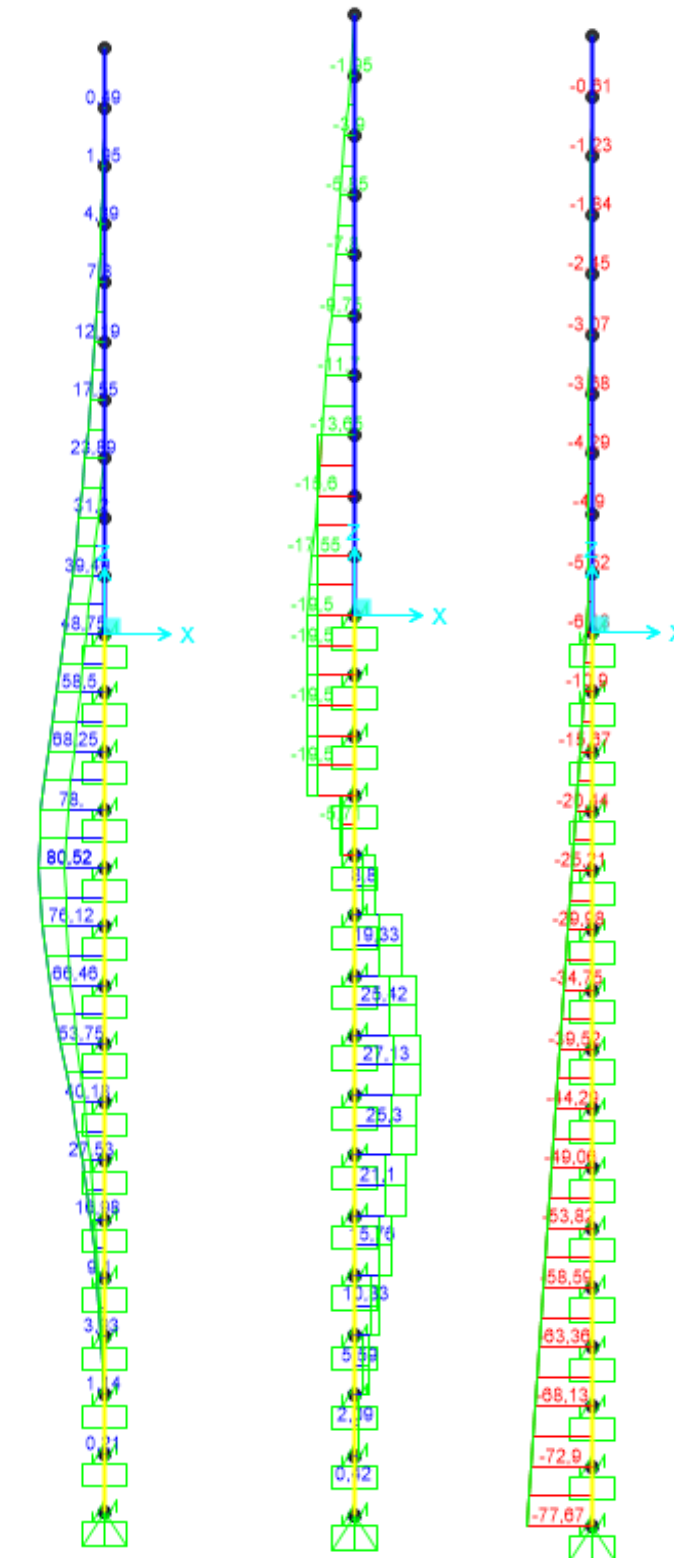


Figura 19. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).



LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	21,36 °	2,15	3,95
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	4,25
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,84	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$	46,13	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	107,63	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,51	m	
$E_2$	208,74	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,65	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	208,74	KN	
R=	169,74	KN	
$\Delta$ =	0,69	m	
L=	3,20	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	208,86	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	208,86	KN.m	OK

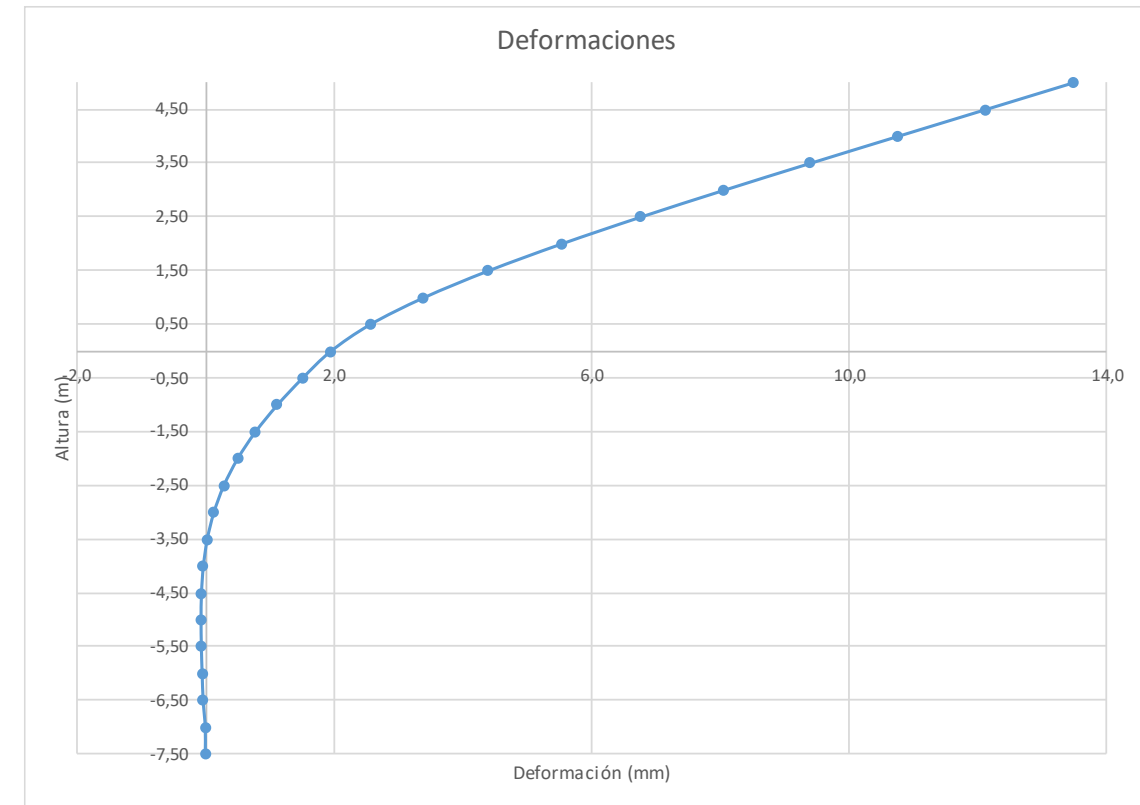
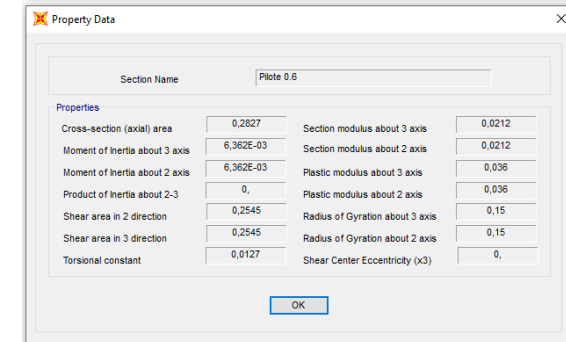
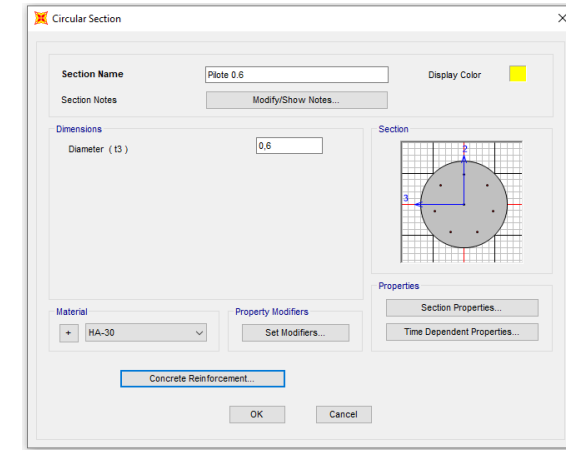
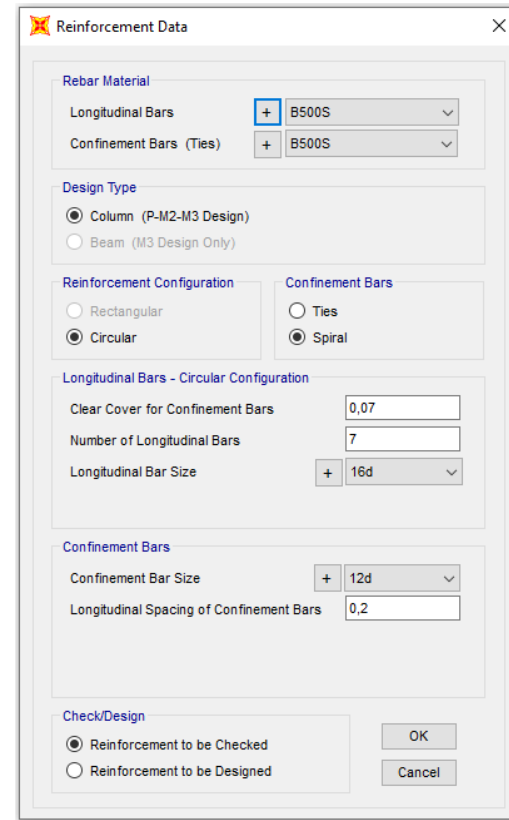


Figura 20. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,013	0,0027	5,00
2	VIENTO	0,012	0,0027	4,50
3	VIENTO	0,011	0,0027	4,00
4	VIENTO	0,009	0,0027	3,50
5	VIENTO	0,008	0,0026	3,00
6	VIENTO	0,007	0,0025	2,50
7	VIENTO	0,006	0,0023	2,00
8	VIENTO	0,004	0,0021	1,50
9	VIENTO	0,003	0,0018	1,00
10	VIENTO	0,003	0,0014	0,50
11	VIENTO	0,002	0,0009	0,00
12	VIENTO	0,002	0,0008	-0,50
13	VIENTO	0,001	0,0007	-1,00
14	VIENTO	0,001	0,0006	-1,50
15	VIENTO	0,001	0,0005	-2,00
16	VIENTO	0,000	0,0004	-2,50
17	VIENTO	0,000	0,0003	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0002	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0001	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0000	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50



Grado utilización de la armadura:

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	13,48	OK < $L_s/150$
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,95	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,91	OK <= 5mm/m



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T2\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Armadura:**

Ø <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
Ø <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm2)	6,03
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	39,52
Med (kN*m)	53,75
Ved (kN)	27,13

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,14

<b>VRd,c (kN)</b>	146,13
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,13

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,012
cot θ	86,67

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.1.3.- Tramo 4

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m³)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	ν	t fuste	q punta	
A1-14,25-MD-1 (2) (S-5)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m³	11,0 KN/m³			5 KN/m²	27°	10000 KN/m²	0,35	18 KN/m²		2000 KN/m³
	1,0 m	9,2 m	8,2 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena tosquiza	63	SC-SM	19,0 KN/m³	11,0 KN/m³			15 KN/m²	33°	55000 KN/m²	0,35	90 KN/m²	600 KN/m²	12000(Z/0,6)

Tabla 7. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP\_A1\_14,25\_MD\_1

#### 3.2.1.3.1.- Altura de pantalla 6 m Zona de Borde

Pilote de 7,50 m de largo. Se corresponde con los 7 primeros y últimos pilotes.

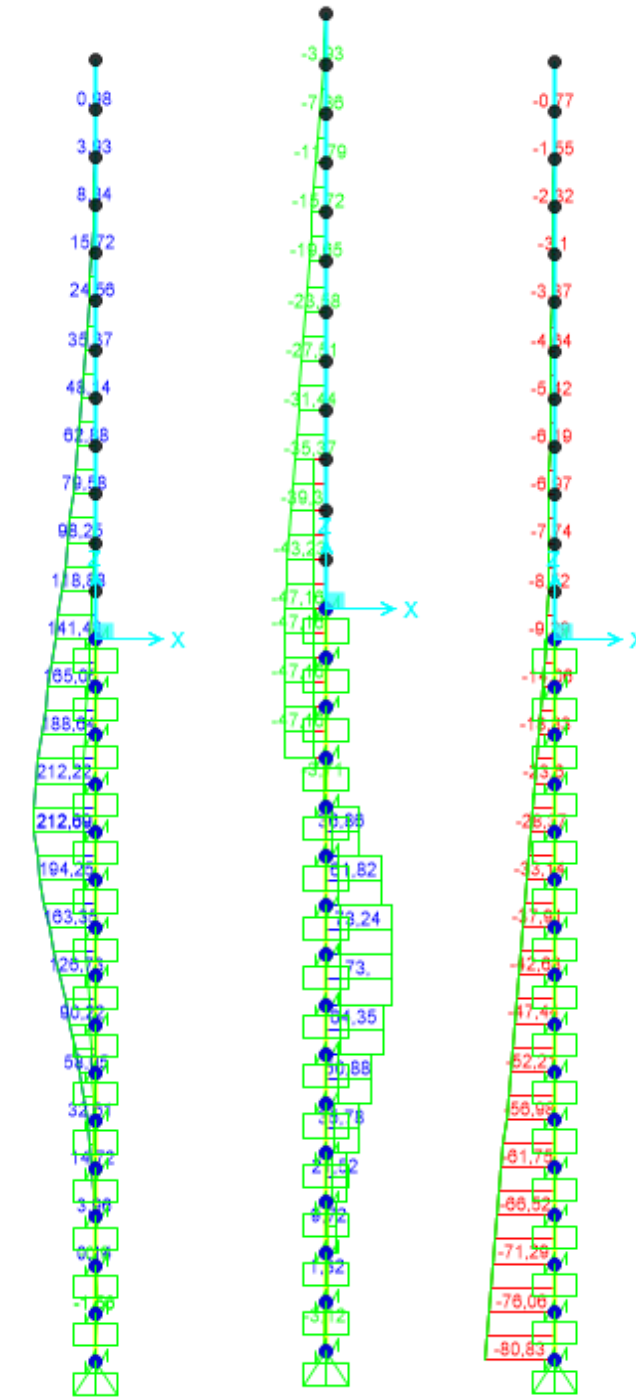


Figura 21. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	8,20
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	94,32	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	3,24	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	187,25	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	2,91	m	
E <sub>2</sub>	489,61	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,97	m	
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	489,61	KN	
R=	395,29	KN	
Δ=	0,90	m	
L=	4,80	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	94,32	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	693,58	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	693,58	KN.m	OK

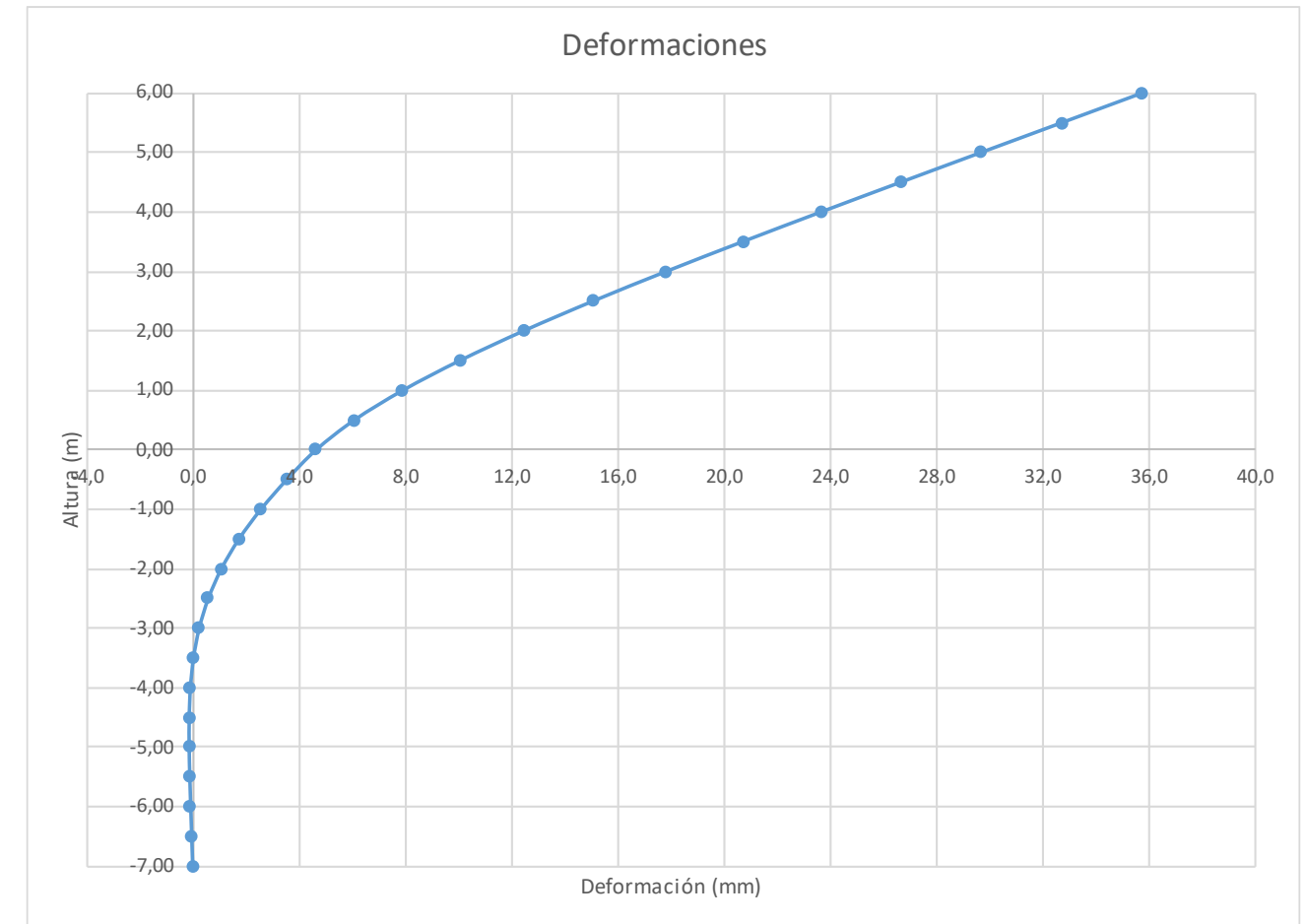
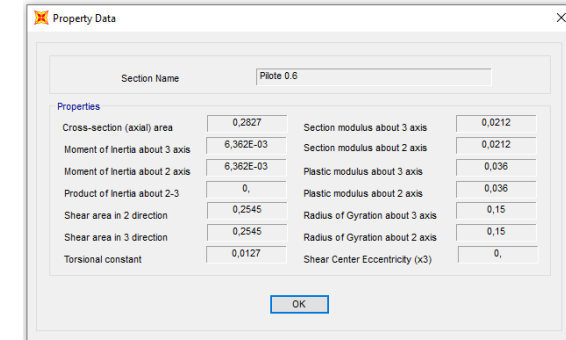
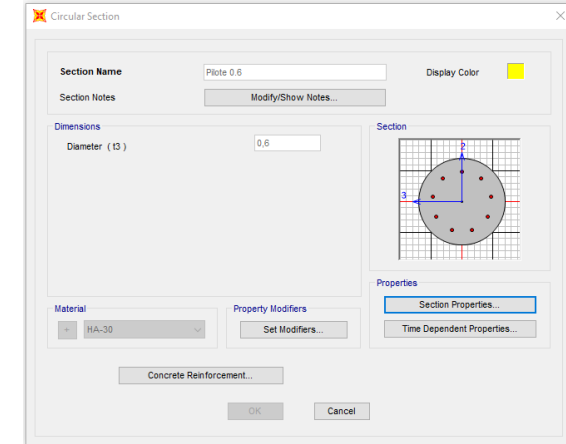
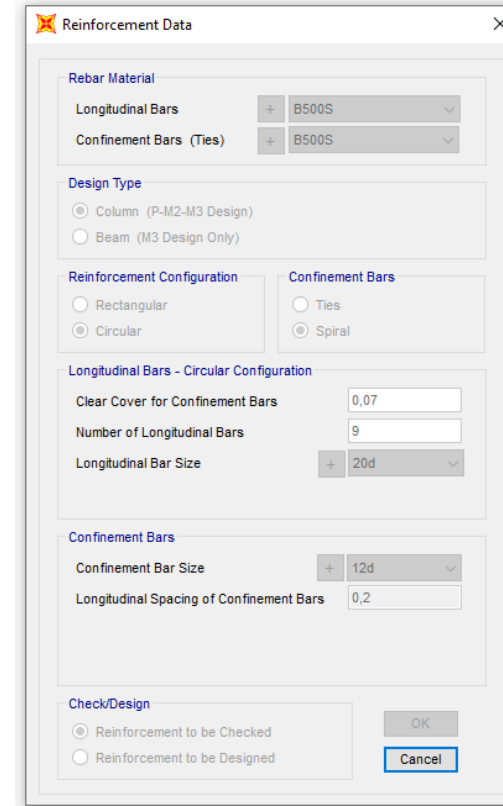


Figura 22. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,035771	0,006066	6,00
2	VIENTO	0,032735	0,006064	5,50
3	VIENTO	0,029698	0,006049	5,00
4	VIENTO	0,02667	0,006008	4,50
5	VIENTO	0,023666	0,005928	4,00
6	VIENTO	0,02071	0,005795	3,50
7	VIENTO	0,01783	0,005598	3,00
8	VIENTO	0,015063	0,005322	2,50
9	VIENTO	0,01245	0,004956	2,00
10	VIENTO	0,010042	0,004485	1,50
11	VIENTO	0,007892	0,003897	1,00
12	VIENTO	0,006063	0,003179	0,50
13	VIENTO	0,004623	0,002318	0,00
14	VIENTO	0,003518	0,002079	-0,50
15	VIENTO	0,002541	0,001803	-1,00
16	VIENTO	0,001712	0,00149	-1,50
17	VIENTO	0,00105	0,001159	-2,00
18	VIENTO	0,000555	0,000841	-2,50
19	VIENTO	0,000212	0,000562	-3,00
20	VIENTO	-3,751E-06	0,000336	-3,50
21	VIENTO	-0,00012	0,000167	-4,00
22	VIENTO	-0,000166	0,000051	-4,50
23	VIENTO	-0,000168	-0,00002	-5,00
24	VIENTO	-0,000144	-0,000057	-5,50
25	VIENTO	-0,000109	-0,000071	-6,00
26	VIENTO	-0,000072	-0,000074	-6,50
27	VIENTO	-0,000035	-0,000072	-7,00
28	VIENTO	0	-0,000071	-7,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	35,77	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	17,24	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,62	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,32	OK <= 5mm/m





Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Titulo de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T4\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	163,35
Ved (kN)	73,24

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	12,57
Ø A <sub>sTrans.</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,50
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,50

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,031
cot θ	31,95

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
Fywd	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,30

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

### 3.2.1.3.2.- Altura de pantalla 6 m Zona Central

Pilotes de 7,50 m de largo.

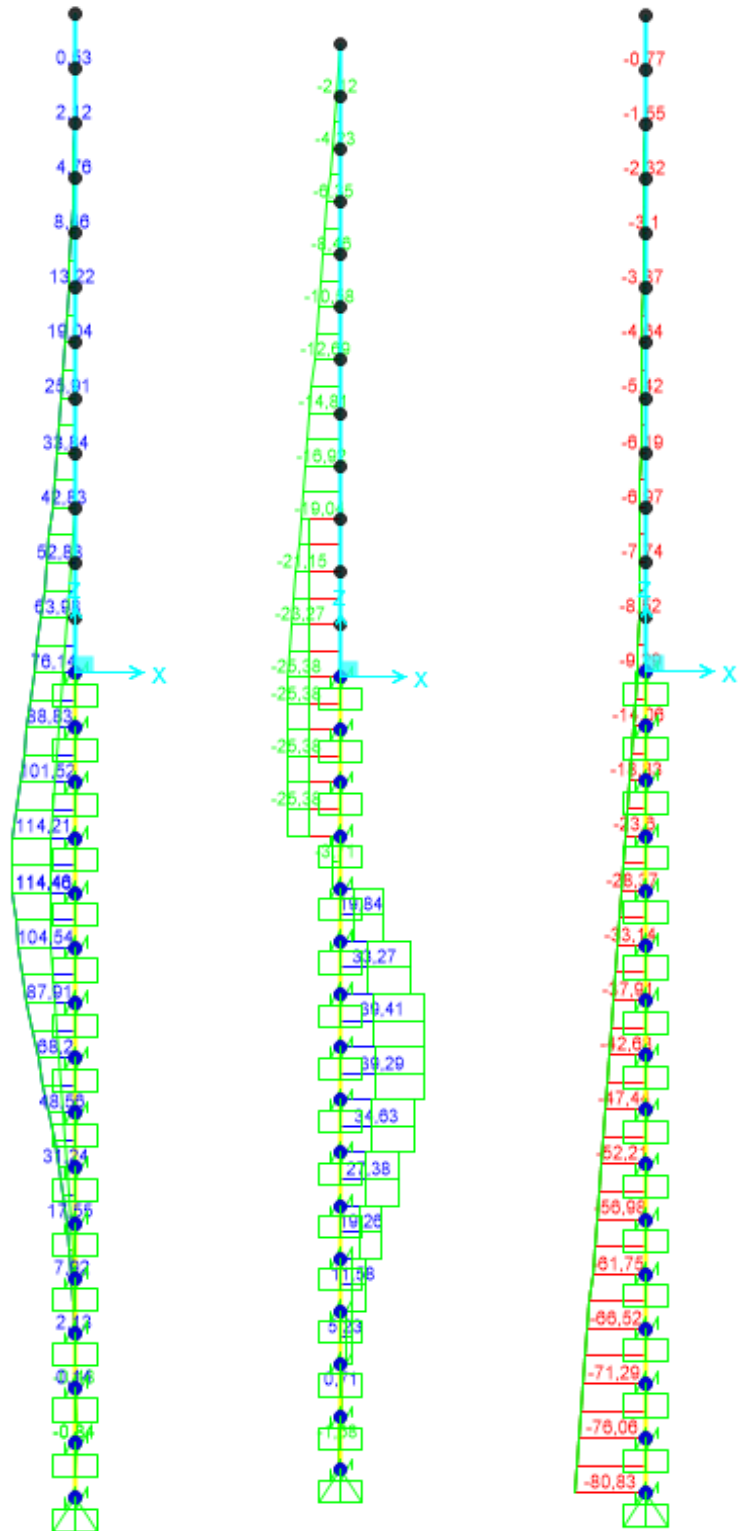


Figura 23. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0°	0,00	1,00
19,0 kN/m3	33°	3,39	8,20
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	50,76	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,61	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	146,83	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	2,28	m	
E <sub>2</sub>	301,05	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,76	m	
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	301,05	KN	
R=	250,29	KN	
Δ=	0,72	m	
L=	4,00	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	50,76	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	336,95	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	336,95	KN.m	OK

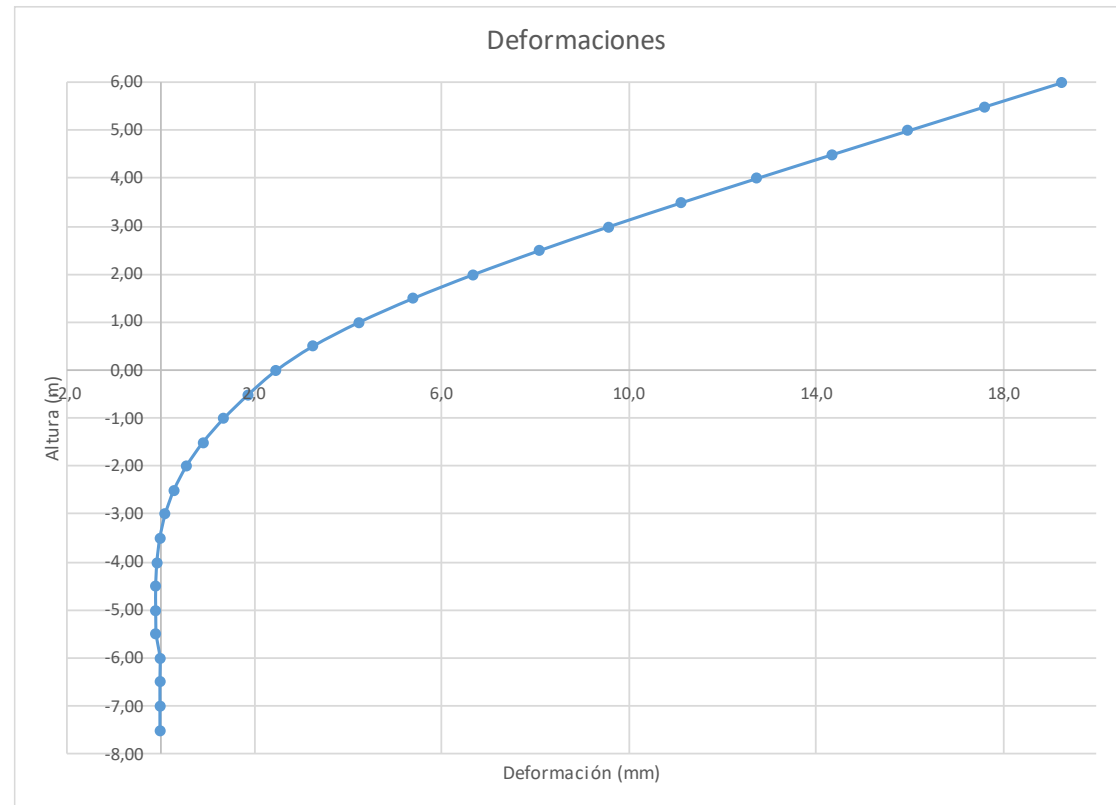
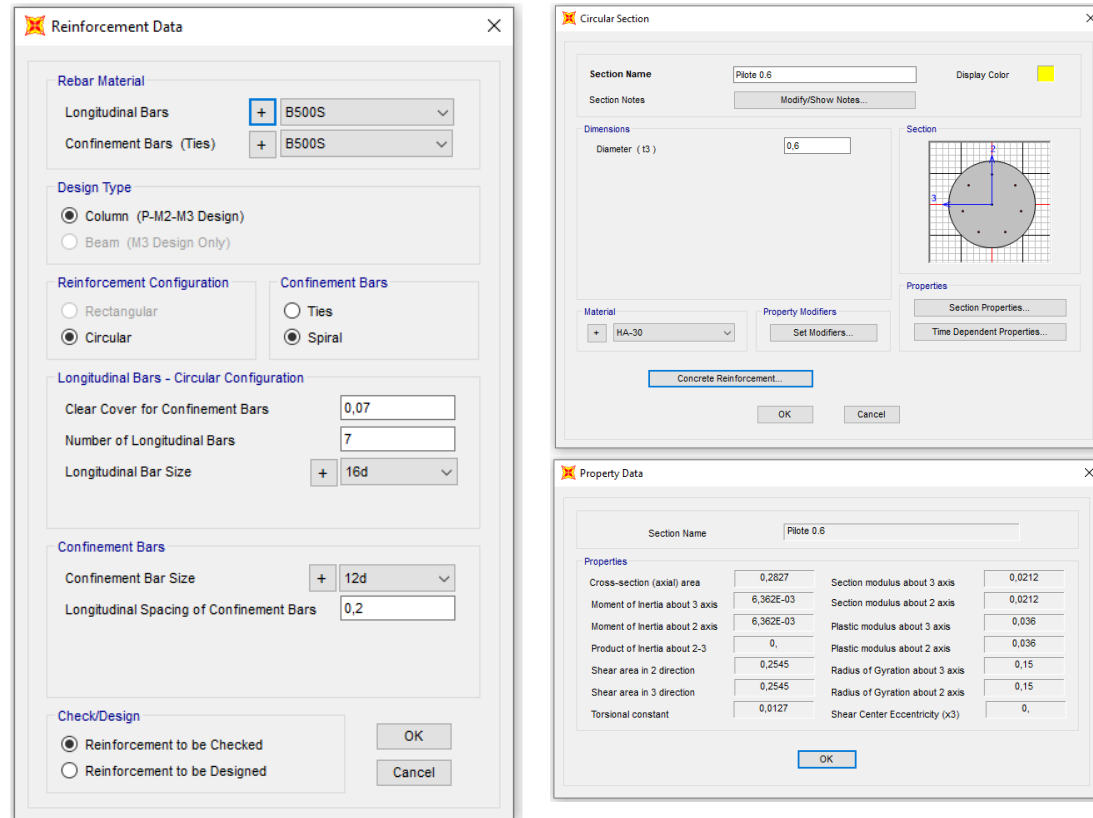


Figura 24. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,019251	0,003265	6,00
2	VIENTO	0,017617	0,003264	5,50
3	VIENTO	0,015983	0,003255	5,00
4	VIENTO	0,014353	0,003233	4,50
5	VIENTO	0,012736	0,00319	4,00
6	VIENTO	0,011145	0,003119	3,50
7	VIENTO	0,009595	0,003013	3,00
8	VIENTO	0,008106	0,002864	2,50
9	VIENTO	0,0067	0,002667	2,00
10	VIENTO	0,005404	0,002414	1,50
11	VIENTO	0,004247	0,002097	1,00
12	VIENTO	0,003263	0,001711	0,50
13	VIENTO	0,002488	0,001248	0,00
14	VIENTO	1,89E-03	0,001119	-0,50
15	VIENTO	0,001368	0,00097	-1,00
16	VIENTO	0,000921	0,000802	-1,50
17	VIENTO	0,000565	0,000624	-2,00
18	VIENTO	0,000298	0,000453	-2,50
19	VIENTO	0,000114	0,000303	-3,00
20	VIENTO	-2,019E-06	0,000181	-3,50
21	VIENTO	-0,000065	0,00009	-4,00
22	VIENTO	-0,00009	0,000027	-4,50
23	VIENTO	-0,00009	-0,000011	-5,00
24	VIENTO	-0,000078	-0,000031	-5,50
25	VIENTO	-0,000059	-0,000038	-6,00
26	VIENTO	-0,000039	-0,00004	-6,50
27	VIENTO	-0,000019	-0,000039	-7,00
28	VIENTO	0	-0,000038	-7,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	19,25	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,28	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,49	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,25	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Titulo de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_1\_T4\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	87,91
Ved (kN)	39,41

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
ØAsTrans (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,91
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,91

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,017
cot θ	59,66

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

3.2.2.- PP\_A1\_14,25\_MD\_2

3.2.2.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									E	v
A1-14,25-MD-2 (1) (P-10)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q <sub>EL</sub>	Cuaternario eluvial	18	19,0 KN/m <sup>3</sup>	12,0 KN/m <sup>3</sup>	10 KN/m <sup>2</sup>	33°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T <sub>ARC1</sub>	Arenas	38	18,8 KN/m <sup>3</sup>	9,5 KN/m <sup>3</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	35°	75000 KN/m <sup>2</sup>	0,35
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T <sub>ARC2</sub>	Arenas	63	19,0 KN/m <sup>3</sup>	15,0 KN/m <sup>3</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	33°	100000 KN/m <sup>2</sup>	0,35

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin					t fuste	q punta	
A1-14,25-MD-2 (1) (P-10)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q <sub>EL</sub>	Cuaternario eluvial	18	36 KN/m <sup>2</sup>		6000 KN/m <sup>3</sup>
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T <sub>ARC1</sub>	Arenas	38	79 KN/m <sup>2</sup>		46000 KN/m <sup>3</sup>
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T <sub>ARC2</sub>	Arenas	63	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000(Z/0,6)

Tabla 8. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_14,25\_MD\_2

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.						
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>Fincapa</sub>	
Estrato1:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	0°	0,00	0,90	0,14	0,51	0,90	Este es el estrato que se desprecia del terreno.
Estrato2:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	0,30	0,30	0,30	1,20	
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	35°	3,69	3,40	3,40	3,40	4,60	
Estrato4:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	0,60	0,60	0,60	5,20	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> = 2,02
α=	17,991	Ángulo de la berma con la horizontal						
H <sub>b</sub> =	0,76	Altura de berma						
B=	2,33	Base de la berma						
φ=	33,00°	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma						
H <sub>c</sub> =	1,27	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado						
Z <sub>2φ</sub> =	0,39	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2φ.						
σ <sub>vc</sub> =	23,87	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma						
K <sub>pc</sub> =	3,69	Valor del empuje en reposo del punto C.						
σ <sub>vc</sub> =	30,84	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2φ del pilote.						23,8723
K <sub>pc</sub> =	2,86	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2φ.						
φ'=	28,77°							
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma			
Estrato1:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00°	0,00	0,90				
Estrato2:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	28,77°	2,86	0,30				
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	28,77°	2,86	0,82	Considera Kpc' y σv descontando z2φ			
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	35,00°	3,69	2,58	Considera Kp que corresponde y σv descontando Hb			
Estrato4:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00°	3,39	0,60				

### 3.2.2.1.1.- Altura de pantalla 6 m Zona de Borde

Pilote de 7,00 m de largo. Se corresponde con los 7 primeros y últimos pilotes.

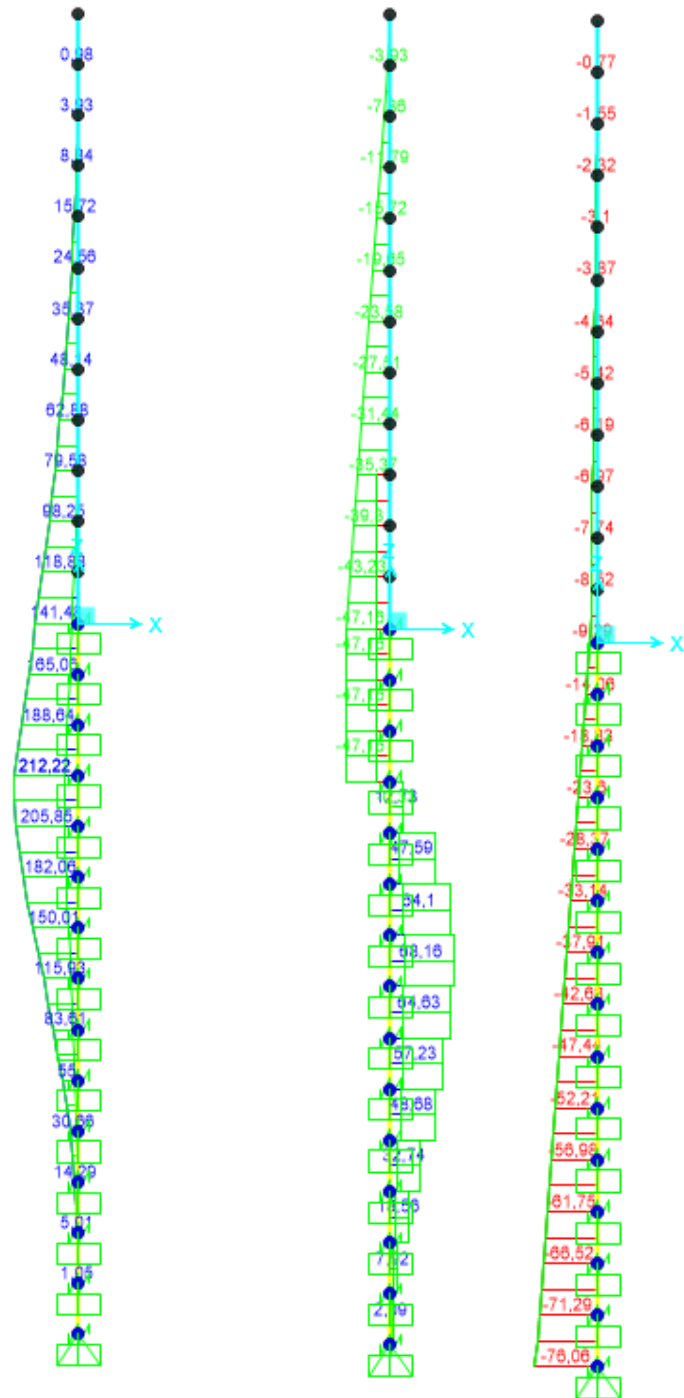


Figura 25. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90
19,0 kN/m <sup>3</sup>	28,77 °	2,86	0,30
18,8 kN/m <sup>3</sup>	28,77 °	2,86	0,82
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35,00 °	3,69	2,58
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	94,32	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,50	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	48,84	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	65,12	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,30	m	
$E_2$	30,77	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,04	m	
$e_{3sup}$ =	65,12	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	109,24	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,82	m	
$E_3$	128,95	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	1,45	m	
$e_{4sup}$ =	141,14	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	198,15	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	1,08	m	
$E_4$	328,32	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,51	m	
$E$ =	488,03	KN	
$R$ =	393,71	KN	
$\Delta$ =	0,81	m	
$L$ =	3,90	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	94,32	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	613,04	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	613,04	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03



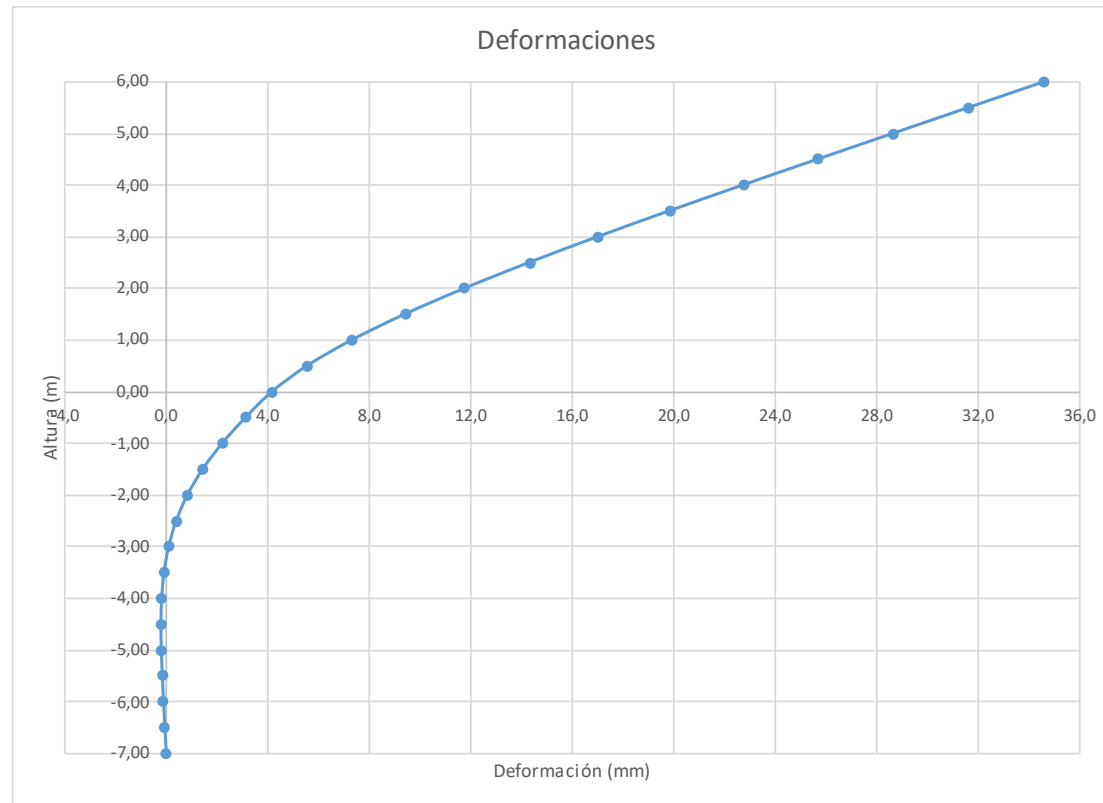
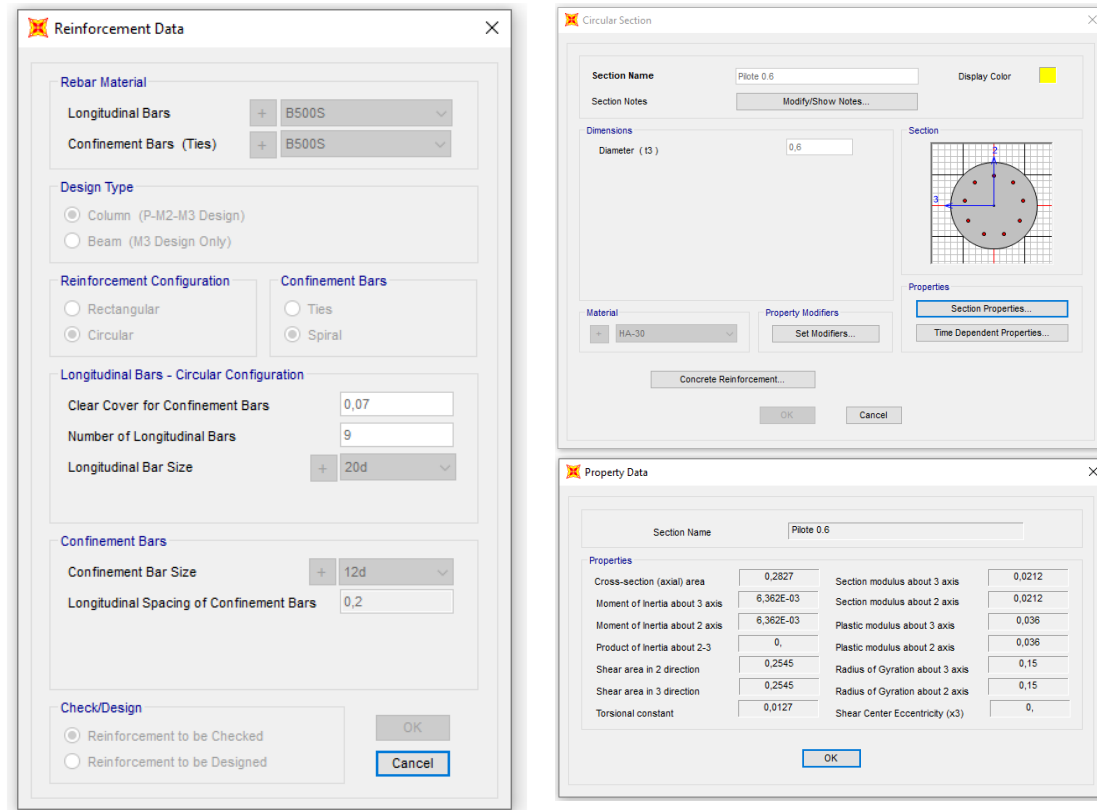


Figura 26. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,035	0,0060	6,00
2	VIENTO	0,032	0,0060	5,50
3	VIENTO	0,029	0,0059	5,00
4	VIENTO	0,026	0,0059	4,50
5	VIENTO	0,023	0,0058	4,00
6	VIENTO	0,020	0,0057	3,50
7	VIENTO	0,017	0,0055	3,00
8	VIENTO	0,014	0,0052	2,50
9	VIENTO	0,012	0,0048	2,00
10	VIENTO	0,009	0,0044	1,50
11	VIENTO	0,007	0,0038	1,00
12	VIENTO	0,006	0,0031	0,50
13	VIENTO	0,004	0,0022	0,00
14	VIENTO	0,003	0,0020	-0,50
15	VIENTO	0,002	0,0017	-1,00
16	VIENTO	0,001	0,0014	-1,50
17	VIENTO	0,001	0,0011	-2,00
18	VIENTO	0,000	0,0007	-2,50
19	VIENTO	0,000	0,0005	-3,00
20	VIENTO	0,000	0,0003	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-4,50
23	VIENTO	0,000	-0,0001	-5,00
24	VIENTO	0,000	-0,0001	-5,50
25	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	34,65	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	17,24	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,19	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,20	OK <= 5mm/r



Grado utilización de la armadura:



### 3.2.2.1.2.- Altura de pantalla 6 m Zona Central

Pilotes de 7,00 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

#### Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_2\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	12,57
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	150,01
Ved (kN)	68,16

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
γc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,50
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,50

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,029
cot θ	34,34

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,30

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

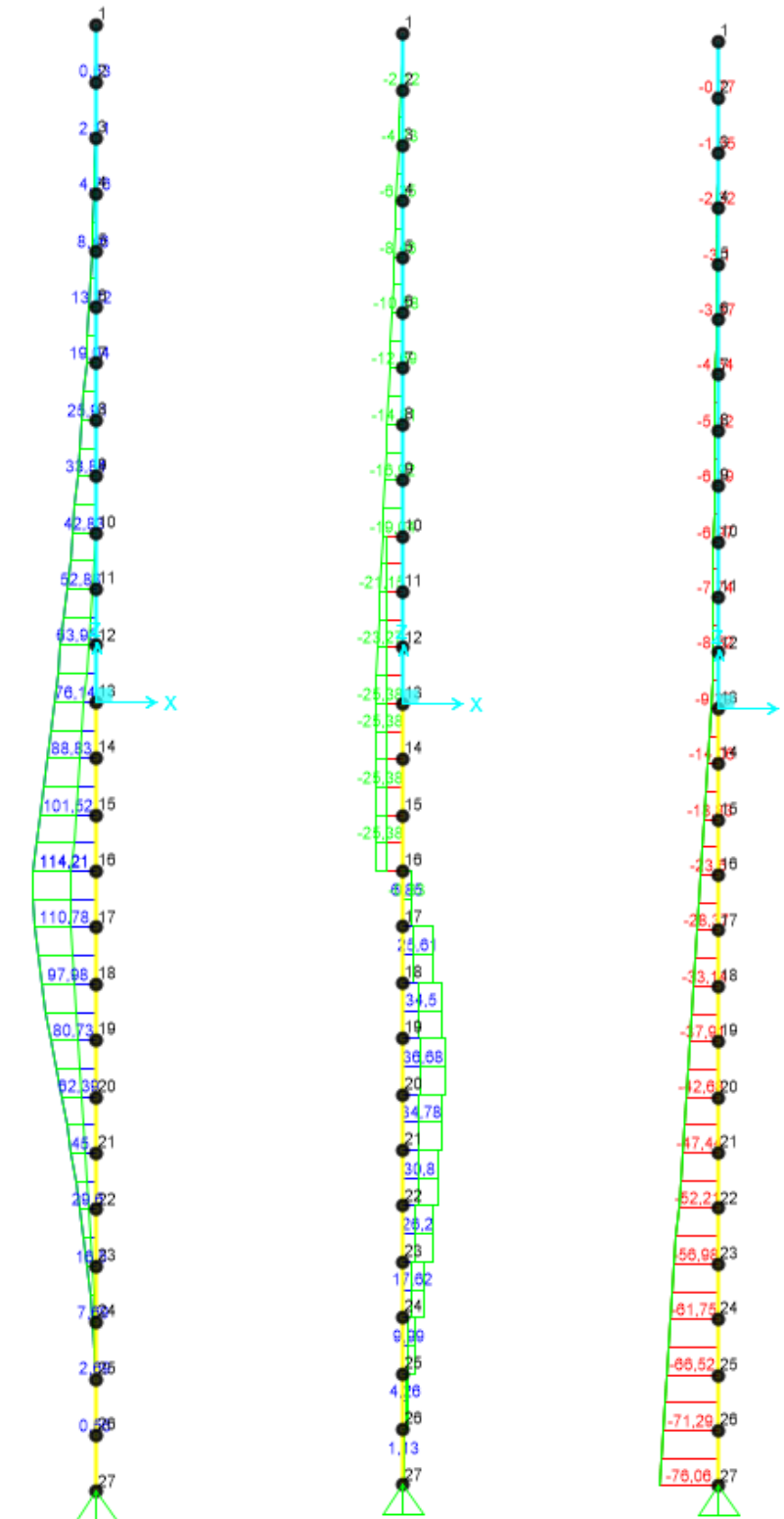


Figura 27. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)				
<b>Características geotécnicas del terreno</b>				
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato	
19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90	
19,0 kN/m <sup>3</sup>	28,77 °	2,86	0,30	Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.
18,8 kN/m <sup>3</sup>	28,77 °	2,86	0,82	
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35,00 °	3,69	2,58	
<b>Pilote y acciones</b>				
D=	0,60	m	Diámetro del pilote	
H=	50,76	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)	
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.	
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>				
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.	
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.	
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.	
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.	
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,92	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .	
$e_{2sup}$	48,84	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{2inf}$	65,12	KN/m <sup>2</sup>		
$H_2$	0,30	m		
$E_2$	30,77	kN		
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,47	m		
$e_{3sup}$	65,12	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{3inf}$	109,24	KN/m <sup>2</sup>		
$H_3$	0,82	m		
$E_3$	128,95	kN		
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,88	m		
$e_{4sup}$	141,14	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{4inf}$	198,15	KN/m <sup>2</sup>		
$H_4$	0,50	m		
$E_4$	152,91	kN		
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,24	m		
E=	312,63	KN		
R=	261,87	KN		
$\Delta$ =	0,66	m		
L=	3,18	m	Longitud de empotramiento del pilote.	
<b>Verificaciones de equilibrio</b>				
H=E-R	50,76	KN	OK	
H(e+L- $\Delta$ /2)=	296,99	KN.m		
E(dE- $\Delta$ /2)=	296,99	KN.m	OK	

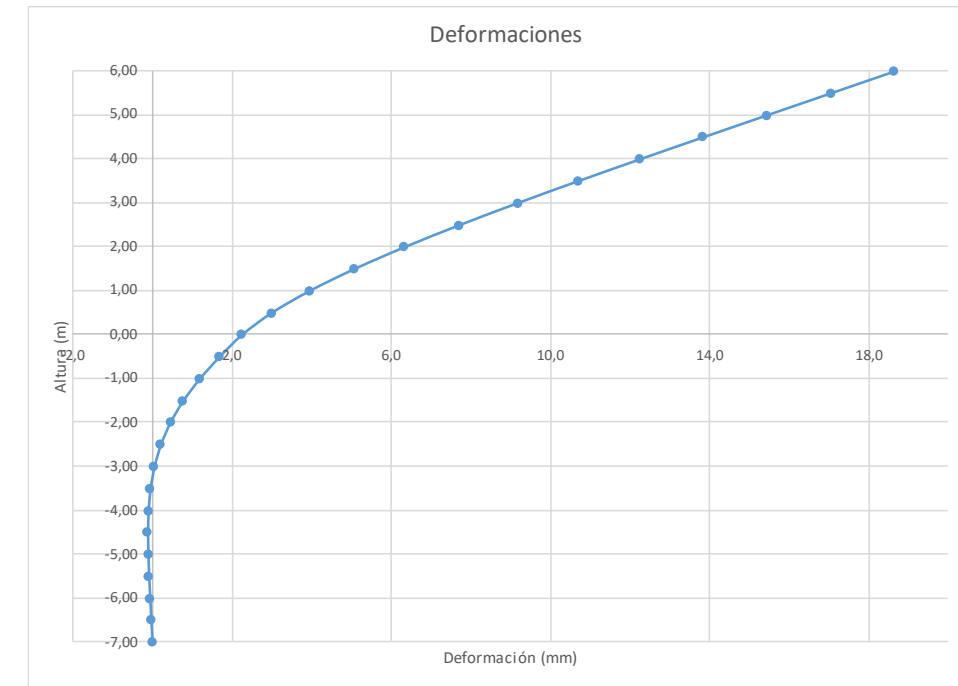


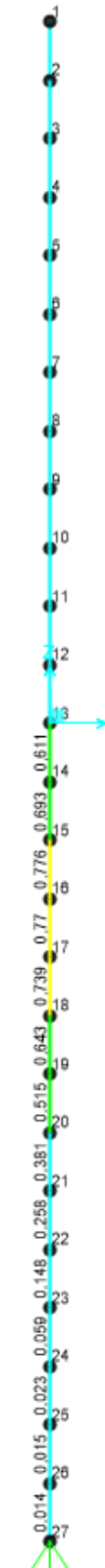
Figura 28. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,019	0,0032	6,00
2	VIENTO	0,017	0,0032	5,50
3	VIENTO	0,015	0,0032	5,00
4	VIENTO	0,014	0,0032	4,50
5	VIENTO	0,012	0,0031	4,00
6	VIENTO	0,011	0,0031	3,50
7	VIENTO	0,009	0,0030	3,00
8	VIENTO	0,008	0,0028	2,50
9	VIENTO	0,006	0,0026	2,00
10	VIENTO	0,005	0,0024	1,50
11	VIENTO	0,004	0,0020	1,00
12	VIENTO	0,003	0,0016	0,50
13	VIENTO	0,002	0,0012	0,00
14	VIENTO	0,002	0,0011	-0,50
15	VIENTO	0,001	0,0009	-1,00
16	VIENTO	0,001	0,0007	-1,50
17	VIENTO	0,000	0,0006	-2,00
18	VIENTO	0,000	0,0004	-2,50
19	VIENTO	0,000	0,0003	-3,00
20	VIENTO	0,000	0,0002	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-5,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
25	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	18,65	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,28	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,25	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,19	OK <= 5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_2\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅AsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅AsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
∅AsTrans. (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	80,73
Ved (kN)	36,68

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,91
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,91

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,016
cot θ	64,10

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

**3.2.2.2.- Tramo 2**

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-2 (2) (S-8)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	5,0 m	R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	9	18 KN/m <sup>2</sup>		2000 KN/m <sup>2</sup>
	1,0 m	9,4 m	8,4 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena de miga	53	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	6000*(Z0,6)

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión	Fricción	Elasticidad	
	Inicio	Fin											N60 (medio)	c'
A1-14.25-MD-2 (2) (S-8)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	5,0 m	R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>	5 KN/m <sup>2</sup>	27 °	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35
	1,0 m	9,4 m	8,4 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena de miga	53	SM	18,0 KN/m <sup>3</sup>	10,0 KN/m <sup>3</sup>	0 KN/m <sup>2</sup>	35 °	55000 KN/m <sup>2</sup>	0,35

Tabla 9. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP\_A1\_14,25\_MD\_2

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.						
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>fincapa</sub>	
Estrato1:	21,5 kN/m3	0 °	0,00	1,00	0,00	0,23	1,00	Este es el estrato que se desprecia del terreno.
Estrato2:	18,0 kN/m3	35 °	3,69	8,40	6,20	8,40	9,40	
Estrato3:					0,00	0,00	9,40	
Estrato4:					0,00	0,00	9,40	H <sub>B</sub> +H <sub>C</sub> = 5,80
α=	32,619	Ángulo de la berma con la horizontal						
H <sub>B</sub> =	3,20	Altura de berma						
B=	5,00	Base de la berma						
∅=	35,00 °	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma						
H <sub>C</sub> =	2,60	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado						
Z <sub>2φ</sub> =	0,77	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2∅.						
σ <sub>vc</sub> =	46,85	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma						
K <sub>pc</sub> =	3,69	Valor del empuje en reposo del punto C.						
σ <sub>vc</sub> '=	91,44	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2∅ del pilote.						46,85103
K <sub>pc</sub> '=	1,89	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2∅.						
∅'=	17,95 °							
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma			
Estrato1:	21,5 kN/m3	0,00 °	0,00	1,00				
Estrato2:	18,0 kN/m3	17,95 °	1,89	4,80	Considera Kpc' y σv descontando z2∅			
Estrato2:	18,0 kN/m3	35,00 °	3,69	3,60	Considera Kp que corresponde y σv descontando Hb			

**3.2.2.2.1.- Altura de pantalla 6 m Zona de Borde**

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 7 primeros y últimos pilotes.



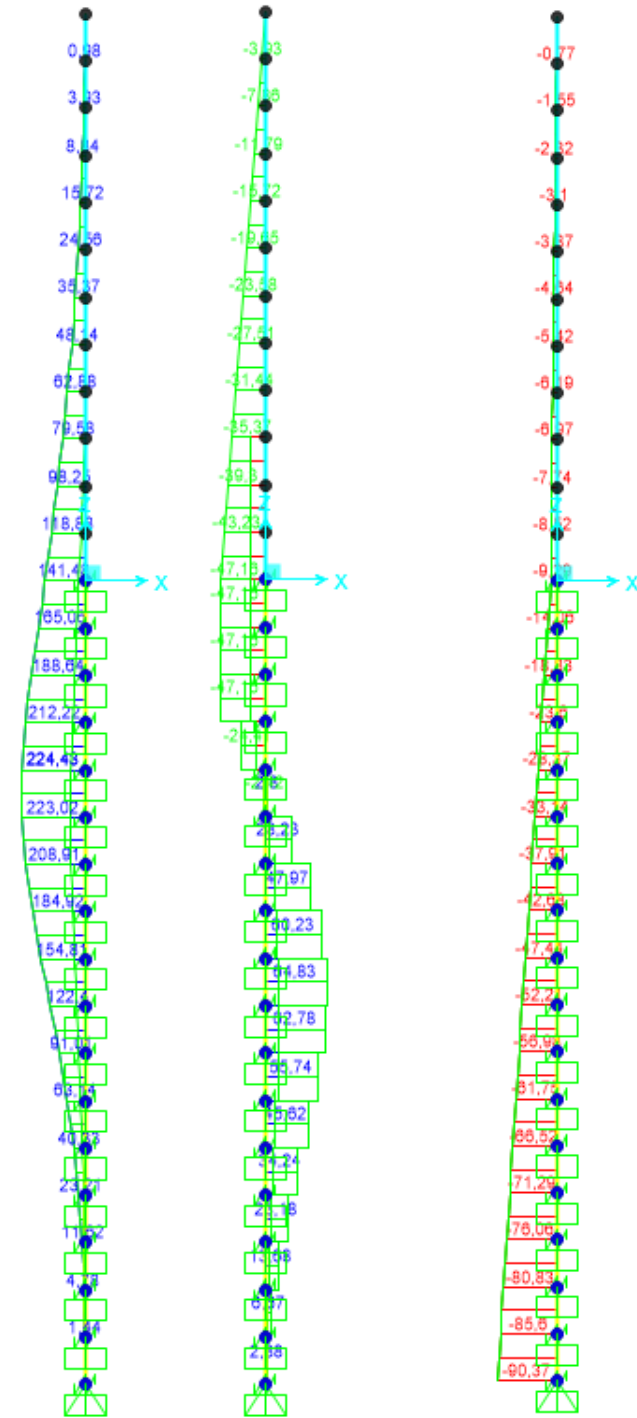


Figura 29. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)				
<b>Características geotécnicas del terreno</b>				
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato	
21,5 kN/m3	0,00 °	0,00	1,00	Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.
18,0 kN/m3	17,95 °	1,89	4,80	
18,0 kN/m3	35,00 °	3,69	3,60	
0,0 kN/m3	0,00 °	1,00	0,00	
<b>Pilote y acciones</b>				
D=	0,60	m	Diámetro del pilote	
H=	94,32	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)	
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.	
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>				
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.	
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.	
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.	
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.	
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	3,01	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.	
e <sub>2sup</sub> =	40,65	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>2inf</sub> =	131,84	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>2</sub>	2,68	m		
E <sub>2</sub>	415,92	kN		
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,10	m		
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>3</sub>	0,00	m		
E <sub>3</sub>	0,00	kN		
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m		
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>4</sub>	0,00	m		
E <sub>4</sub>	0,00	kN		
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m		
E=	415,92	KN		
R=	321,60	KN		
Δ=	1,06	m		
L=	4,74	m	Longitud de empotramiento del pilote.	
<b>Verificaciones de equilibrio</b>				
H=E-R	94,32	KN	OK	
H(e+L-Δ/2)=	680,14	KN.m		
E(dE-Δ/2)=	680,14	KN.m	OK	

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

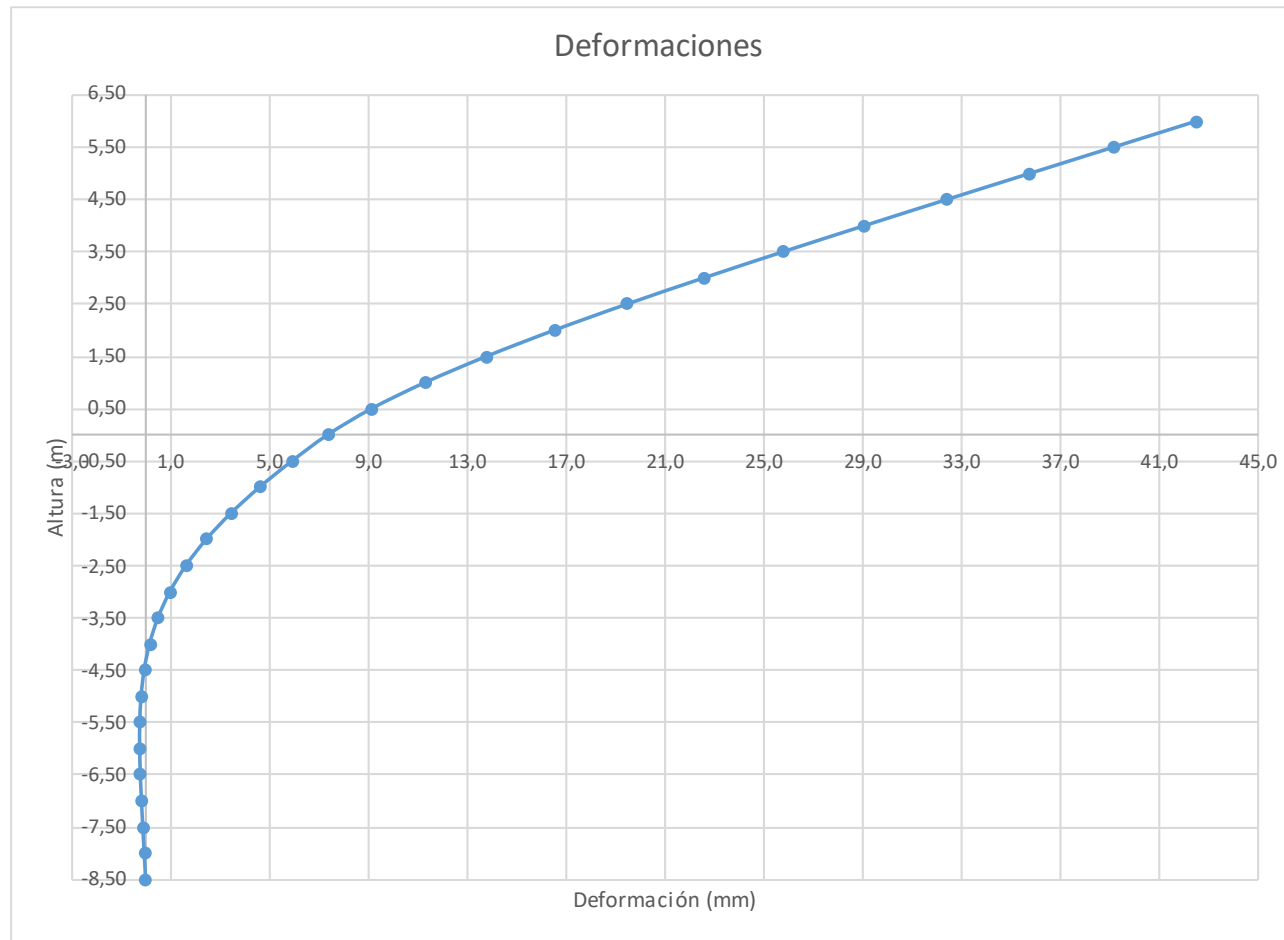
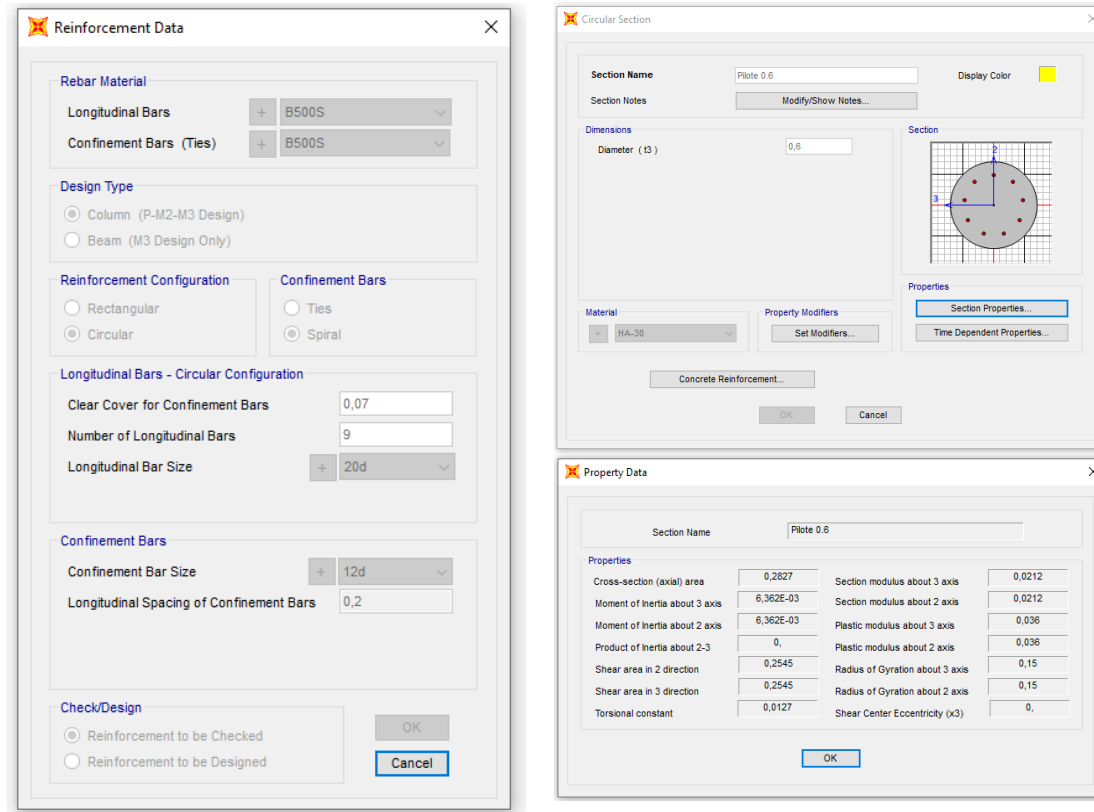


Figura 30. Deformaciones (Viento Característico).

Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,043	0,0067	6,00
2	VIENTO	0,039	0,0067	5,50
3	VIENTO	0,036	0,0067	5,00
4	VIENTO	0,032	0,0067	4,50
5	VIENTO	0,029	0,0066	4,00
6	VIENTO	0,026	0,0065	3,50
7	VIENTO	0,023	0,0063	3,00
8	VIENTO	0,019	0,0060	2,50
9	VIENTO	0,017	0,0056	2,00
10	VIENTO	0,014	0,0052	1,50
11	VIENTO	0,011	0,0046	1,00
12	VIENTO	0,009	0,0039	0,50
13	VIENTO	0,007	0,0030	0,00
14	VIENTO	0,006	0,0028	-0,50
15	VIENTO	0,005	0,0025	-1,00
16	VIENTO	0,003	0,0022	-1,50
17	VIENTO	0,002	0,0018	-2,00
18	VIENTO	0,002	0,0015	-2,50
19	VIENTO	0,001	0,0011	-3,00
20	VIENTO	0,000	0,0008	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0006	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0003	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0002	-5,00
24	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
29	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00
30	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	42,55	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	17,24	OK < Ls/150
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	7,37	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,99	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_2\_T2\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	12,57
∅A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	47,45
Med (kN*m)	154,81
Ved (kN)	64,83

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	146,75
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,75

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,028
cot θ	36,10

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,30

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

3.2.2.2.2.- Altura de pantalla 6 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo.

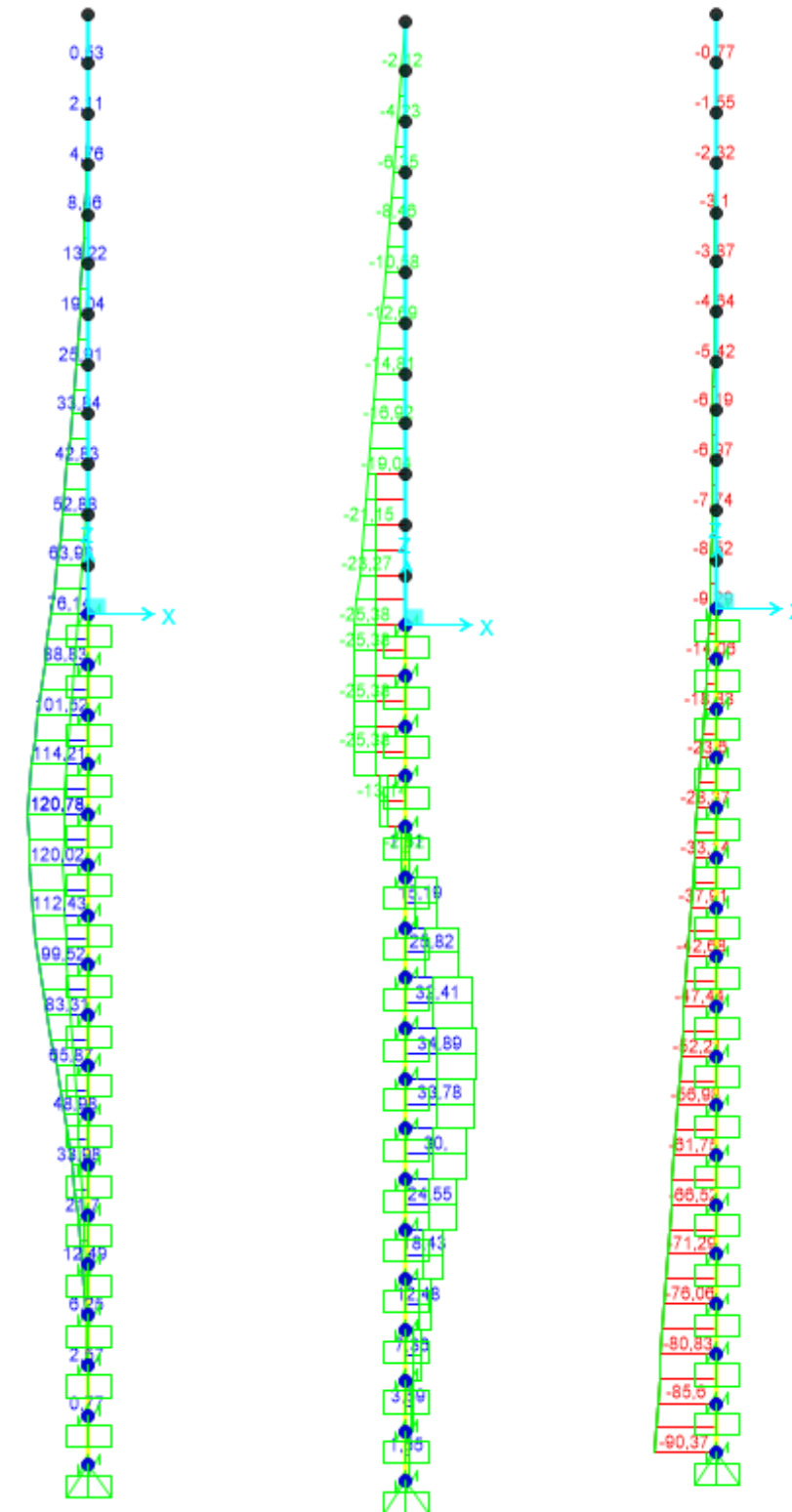


Figura 31. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	1,00
18,0 kN/m <sup>3</sup>	17,95 °	1,89	4,80
18,0 kN/m <sup>3</sup>	35,00 °	3,69	3,60
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	1,00	0,00
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	50,76	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,28	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$	40,65	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	106,86	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,95	m	
$E_2$	258,30	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,83	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	258,30	KN	
R=	207,54	KN	
$\Delta$ =	0,85	m	
L=	3,79	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	50,76	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	323,35	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	323,35	KN.m	OK

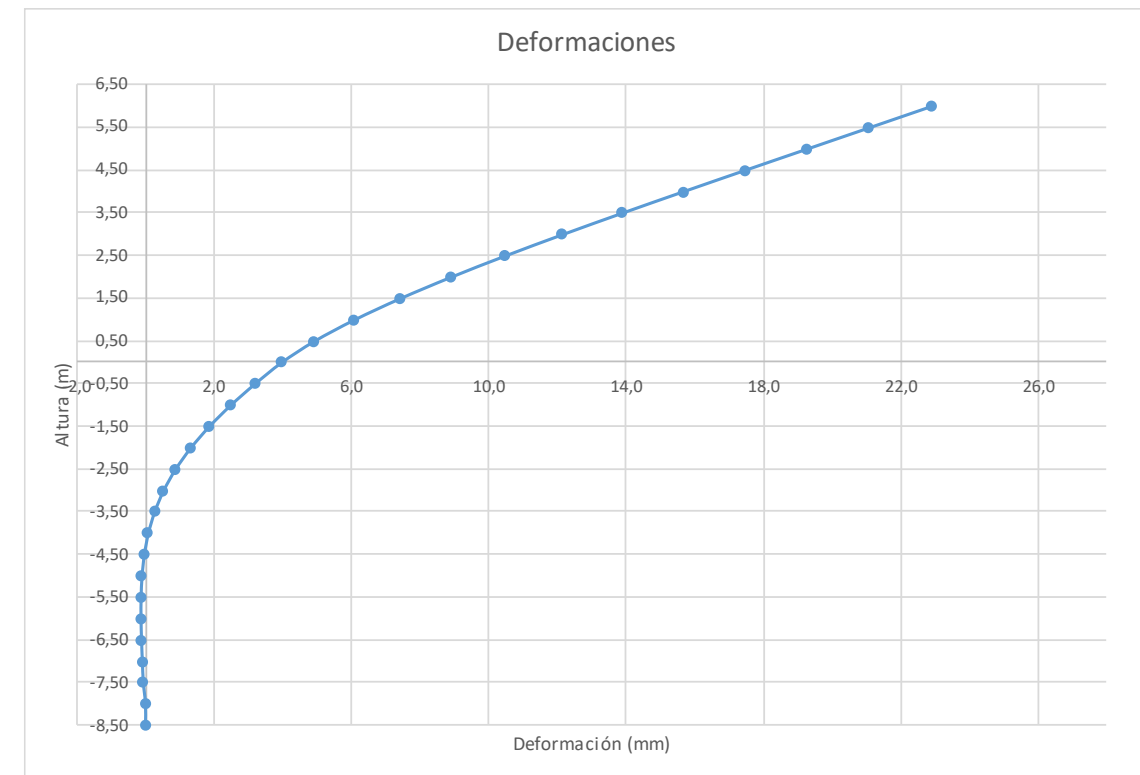


Figura 32. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
1	VIENTO	0,023	0,0036	6,00
2	VIENTO	0,021	0,0036	5,50
3	VIENTO	0,019	0,0036	5,00
4	VIENTO	0,017	0,0036	4,50
5	VIENTO	0,016	0,0036	4,00
6	VIENTO	0,014	0,0035	3,50
7	VIENTO	0,012	0,0034	3,00
8	VIENTO	0,010	0,0032	2,50
9	VIENTO	0,009	0,0030	2,00
10	VIENTO	0,007	0,0028	1,50
11	VIENTO	0,006	0,0025	1,00
12	VIENTO	0,005	0,0021	0,50
13	VIENTO	0,004	0,0016	0,00
14	VIENTO	0,003	0,0015	-0,50
15	VIENTO	0,002	0,0013	-1,00
16	VIENTO	0,002	0,0012	-1,50
17	VIENTO	0,001	0,0010	-2,00
18	VIENTO	0,001	0,0008	-2,50
19	VIENTO	0,001	0,0006	-3,00
20	VIENTO	0,000	0,0004	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0003	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
29	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00
30	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50

**Reinforcement Data**

**Rebar Material**

Longitudinal Bars: B500S

Confinement Bars (Ties): B500S

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

**Reinforcement Configuration**

Rectangular

Circular

**Confinement Bars**

Ties

Spiral

**Longitudinal Bars - Circular Configuration**

Clear Cover for Confinement Bars: 0,07

Number of Longitudinal Bars: 7

Longitudinal Bar Size: 16d

**Confinement Bars**

Confinement Bar Size: 12d

Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

**Check/Design**

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color: [Yellow]

**Dimensions**

Diameter (d): 0,6

**Section**

**Properties**

Material: HA-30

Property Modifiers: Set Modifiers...

Section Properties... Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

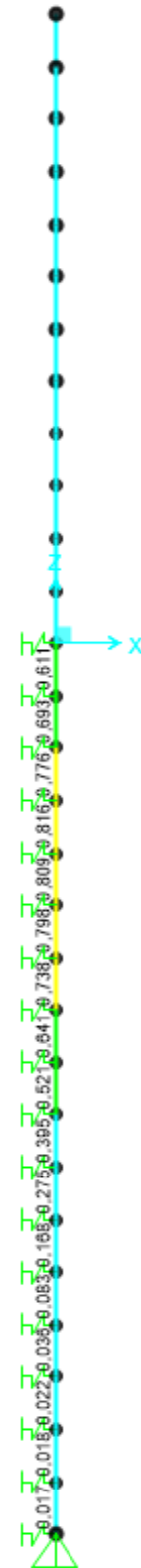
Properties	Value	Properties	Value
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	22,90	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,28	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,97	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,61	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MD\_2\_T2\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm <sup>2</sup> )	6,03
Ø AsTrans. (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	47,45
Med (kN*m)	83,31
Ved (kN)	34,89

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	147,17
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,17

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,015
cot θ	67,39

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.3.1.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

### 3.2.3.- PP\_A1\_14,25\_MI\_1

#### 3.2.3.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles			Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	$\gamma$ seca	$\gamma$ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción $\phi$ '	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin	qu									su=0,5'qu	E			v	t fuste	q punta		
A114,25-MI1 (S.G)	0,0 m	1,2 m	1,2 m			R <sub>AC</sub>	Rellenos atópicos compactos	9		21,5 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>			5 KN/m <sup>2</sup>	27°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	18 KN/m <sup>2</sup>		2400 KN/m <sup>2</sup>
	1,2 m	2,8 m	1,6 m			T <sub>ARC1</sub>	Tosco arenoso	38	SC	20,0 KN/m <sup>3</sup>	12,0 KN/m <sup>3</sup>			20 KN/m <sup>2</sup>	33°	130000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	76 KN/m <sup>2</sup>		28000 KN/m <sup>2</sup>
	2,8 m	6,0 m	3,2 m			T <sub>ARC2</sub>	Tosco	54	CL	16,5 KN/m <sup>3</sup>	7,0 KN/m <sup>3</sup>	546 KN/m <sup>2</sup>	273 KN/m <sup>2</sup>	35 KN/m <sup>2</sup>	30°	150000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	70 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	34139 KN/m <sup>2</sup>

Tabla 10. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_14,25\_MI\_1

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.							
	$\gamma_n$	$\phi$	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2\phi</sub>	Z <sub>fincapa</sub>		
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0°	0,00	0,90	0,00	0,90	0,90	Este es el estrato que se desprecia del terreno.	
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	27°	2,66	0,30	0,00	0,30	1,20		
Estrato3:	20,0 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	1,60	0,80	1,60	2,80		
Estrato4:	16,5 kN/m <sup>3</sup>	30°	3,00	3,20	3,20	3,20	6,00	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> = 3,25	
$\alpha$ =	41,009	Ángulo de la berma con la horizontal							
H <sub>b</sub> =	2,00	Altura de berma							
B=	2,30	Base de la berma							
$\phi$ =	33,00°	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma							
H <sub>c</sub> =	1,25	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado							
Z <sub>2\phi</sub> =	0,00	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2 $\phi$ .							
$\sigma_{vc}$ =	23,41	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma							
K <sub>pc</sub> =	3,00	Valor del empuje en reposo del punto C.							
$\sigma_{vc}$ =	65,21	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2 $\phi$ del pilote.							
K <sub>pc</sub> =	1,08	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2 $\phi$ .							
$\phi'$ =	2,12°								
	$\gamma_n$	$\phi$	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma				
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00°	0,00	0,90					
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	2,12°	1,08	0,30					
Estrato3:	20,0 kN/m <sup>3</sup>	2,12°	1,08	1,60					
Estrato4:	16,5 kN/m <sup>3</sup>	2,12°	1,08	0,45	Considera K <sub>pc</sub> y $\sigma_v$ descontando z2 $\phi$				
Estrato4:	16,5 kN/m <sup>3</sup>	30,00°	3,00	2,75	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y $\sigma_v$ descontando H <sub>b</sub>				

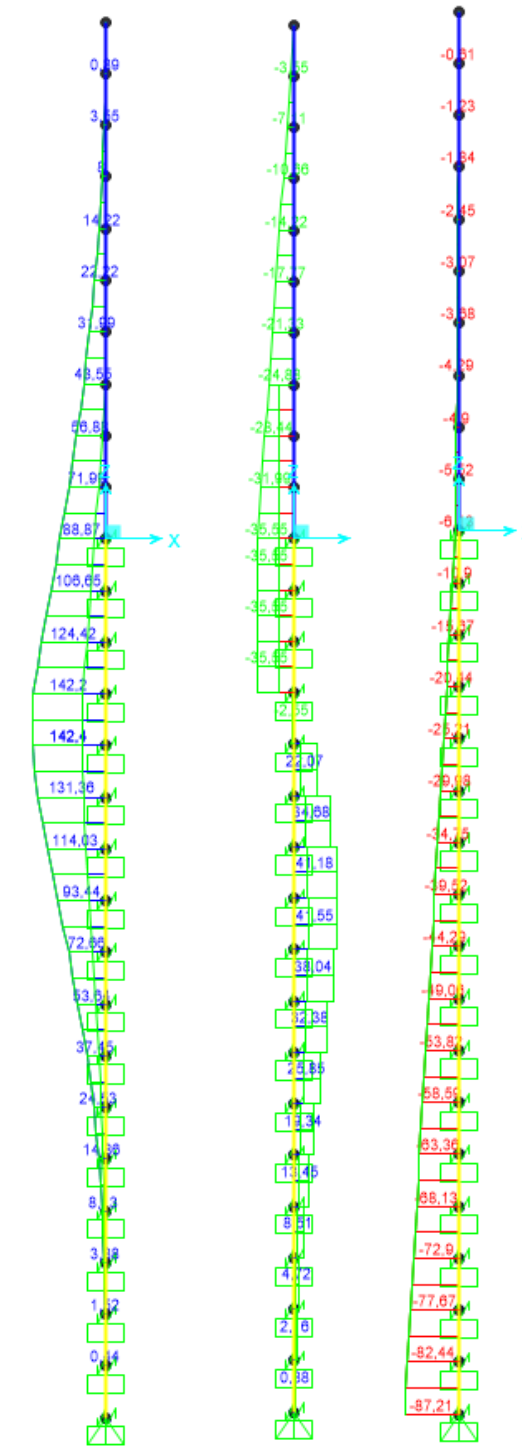


Figura 33. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m <sup>3</sup>	2,12 °	1,08	0,30
20,0 kN/m <sup>3</sup>	2,12 °	1,08	1,60
16,5 kN/m <sup>3</sup>	2,12 °	1,08	4,00
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	3,22	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	20,84	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	27,78	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,30	m	
$E_2$	13,13	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,76	m	
$e_{3sup}$ =	27,78	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	62,24	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	1,60	m	
$E_3$	129,63	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	1,72	m	
$e_{4sup}$ =	62,24	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	90,67	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	1,02	m	
$E_4$	140,24	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,48	m	
$E$ =	283,00	KN	
$R$ =	211,90	KN	
$\Delta$ =	1,17	m	
$L$ =	4,98	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	490,70	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	490,70	KN.m	OK

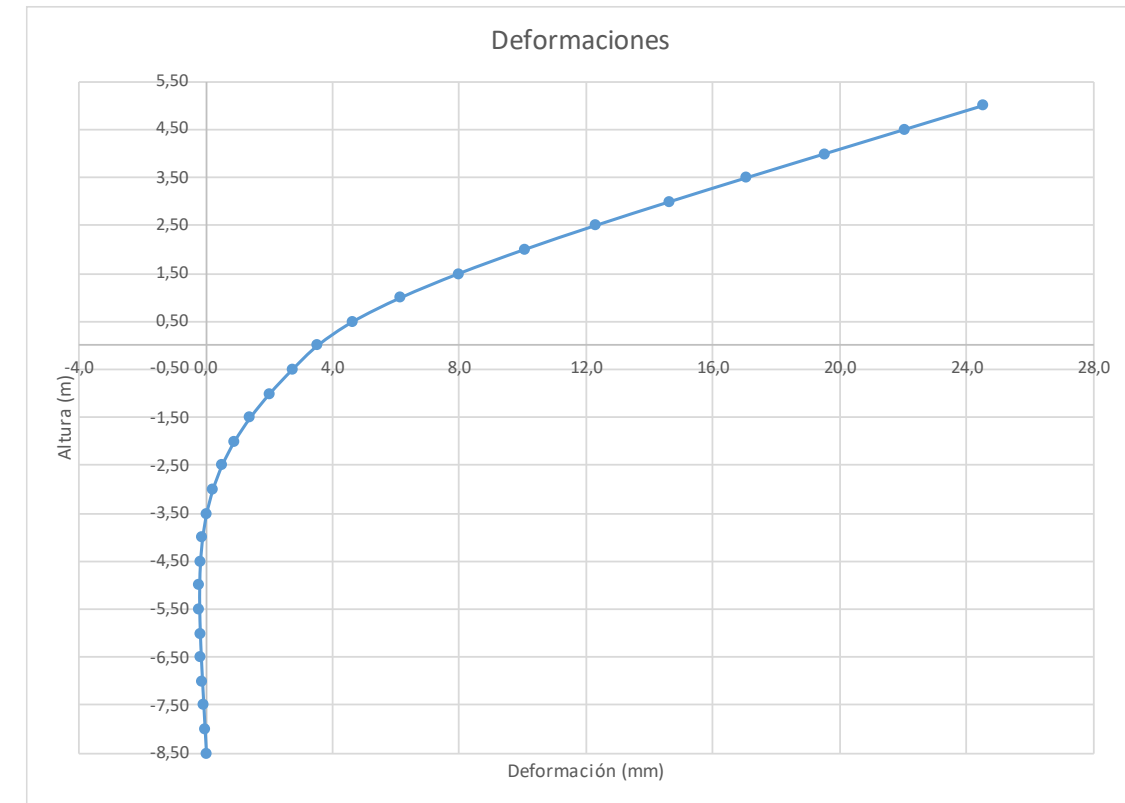
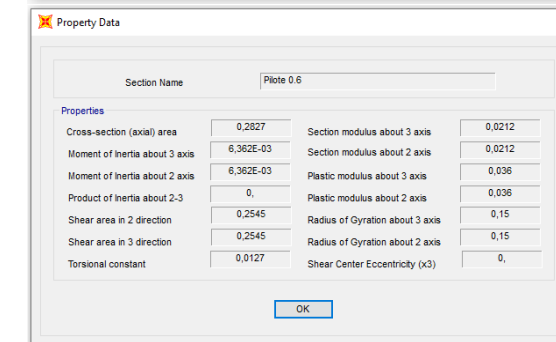
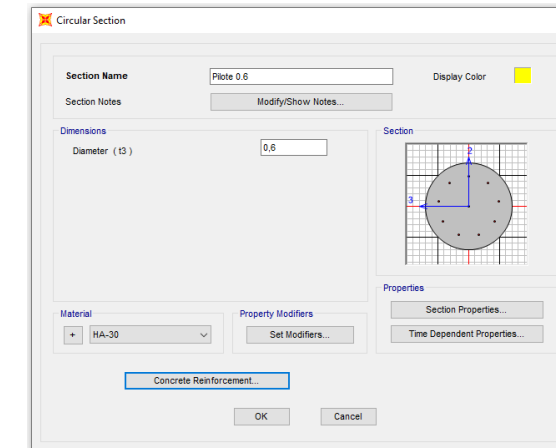
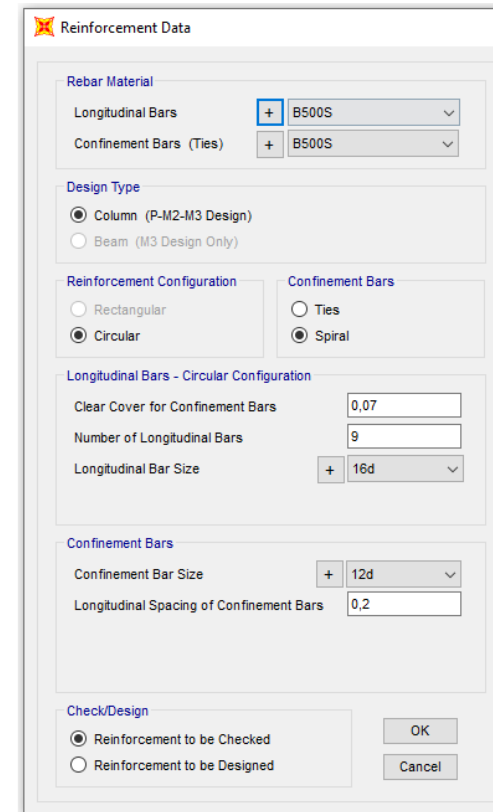


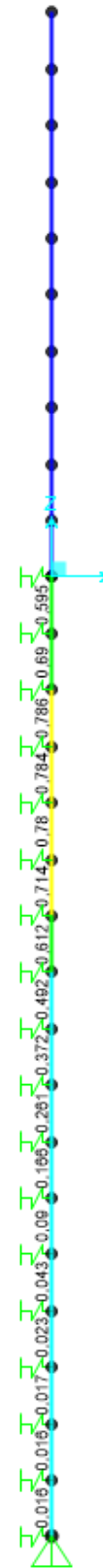
Figura 34. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,025	0,0050	5,00
2	VIENTO	0,022	0,0050	4,50
3	VIENTO	0,020	0,0049	4,00
4	VIENTO	0,017	0,0049	3,50
5	VIENTO	0,015	0,0048	3,00
6	VIENTO	0,012	0,0046	2,50
7	VIENTO	0,010	0,0043	2,00
8	VIENTO	0,008	0,0038	1,50
9	VIENTO	0,006	0,0033	1,00
10	VIENTO	0,005	0,0026	0,50
11	VIENTO	0,004	0,0017	0,00
12	VIENTO	0,003	0,0015	-0,50
13	VIENTO	0,002	0,0013	-1,00
14	VIENTO	0,001	0,0011	-1,50
15	VIENTO	0,001	0,0009	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0007	-2,50
17	VIENTO	0,000	0,0005	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0003	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0002	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0001	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,00
24	VIENTO	0,000	-0,0001	-6,50
25	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	24,52	
$\delta_{\text{descontando cimentacion}}$	12,71	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,52	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	1,66	OK <= 5mm/r



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MI\_1\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	8,04
Ø AsTrans. (mm)	12

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm²)	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	39,52
Med (kN*m)	93,44
Ved (kN)	41,55

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,003
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,14

<b>VRd,c (kN)</b>	146,13
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,13

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,018
cot θ	56,58

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm²/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.3.1.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

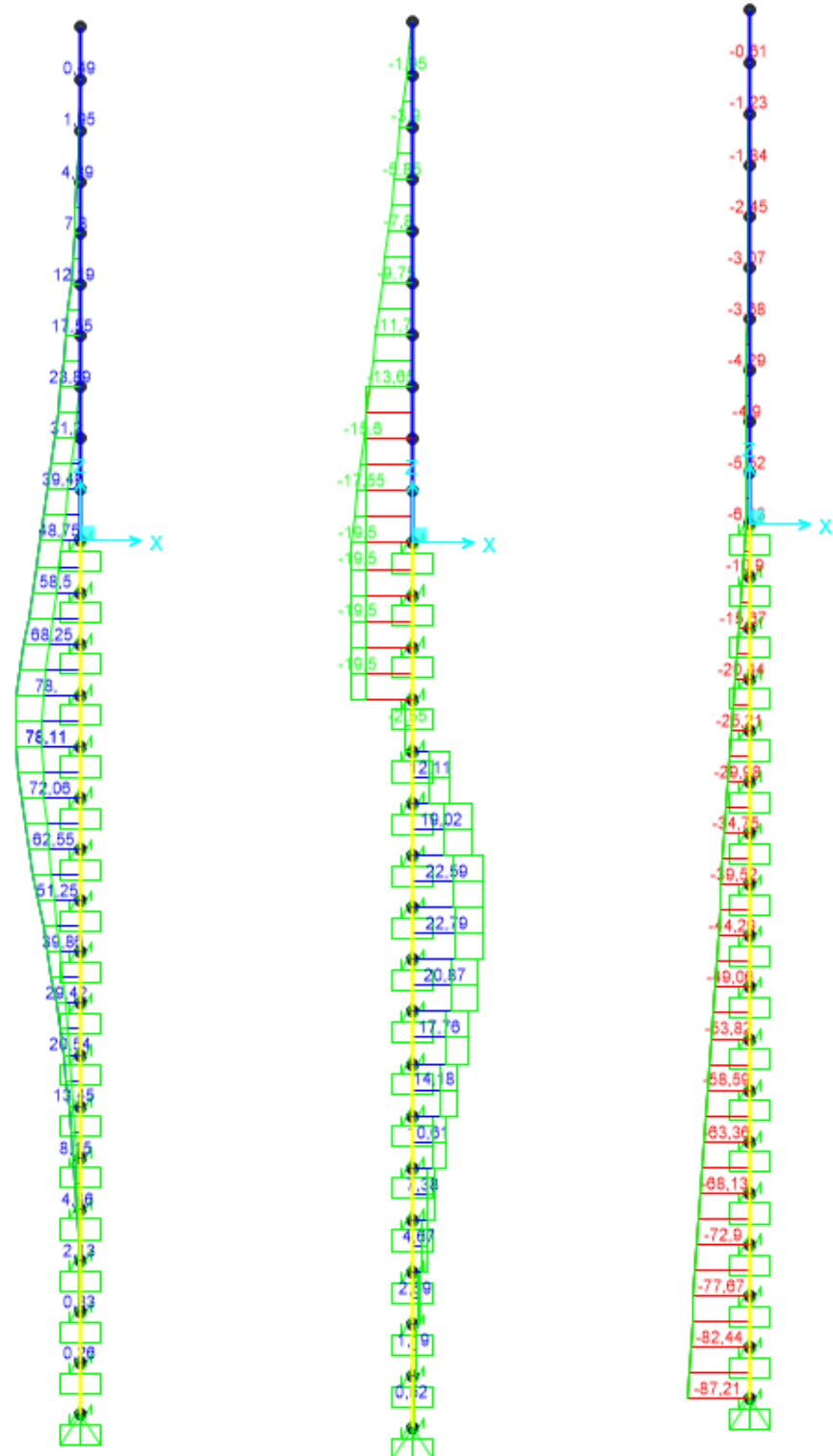


Figura 35. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
21,5 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m3	2,12 °	1,08	0,30
20,0 kN/m3	2,12 °	1,08	1,60
16,5 kN/m3	2,12 °	1,08	4,00
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,45	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	20,84	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	27,78	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	0,30	m	
E <sub>2</sub>	13,13	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,99	m	
e <sub>3sup</sub> =	27,78	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	62,24	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	1,60	m	
E <sub>3</sub>	129,63	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,95	m	
e <sub>4sup</sub> =	62,24	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	90,67	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,25	m	
E <sub>4</sub>	34,15	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,12	m	
E=	176,91	KN	
R=	137,91	KN	
Δ=	0,92	m	
L=	3,97	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	234,37	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	234,37	KN.m	OK



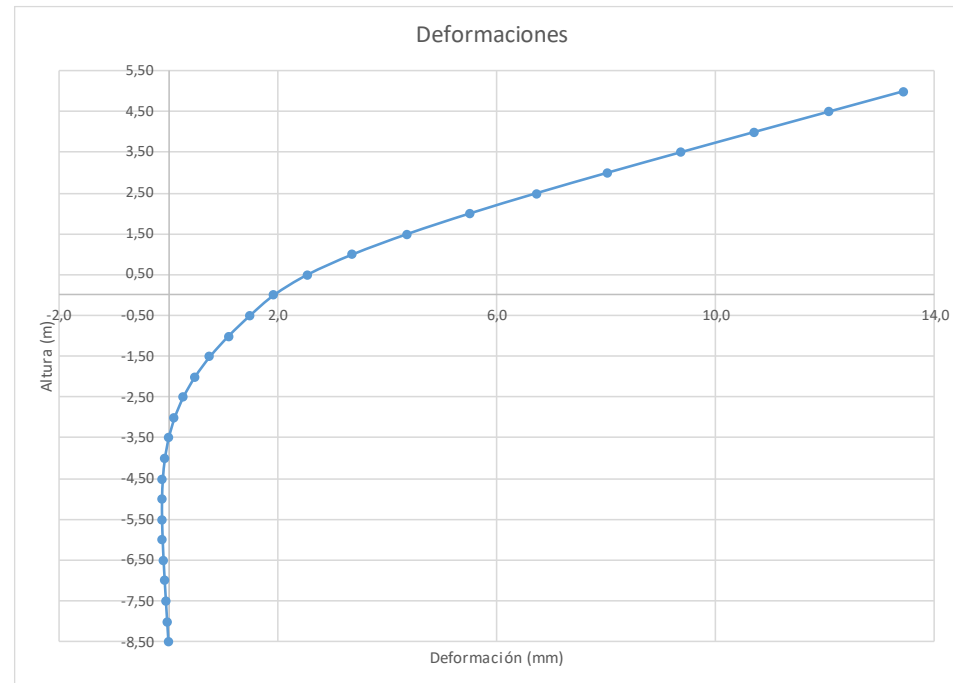


Figura 36. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,013	0,0027	5,00
2	VIENTO	0,012	0,0027	4,50
3	VIENTO	0,011	0,0027	4,00
4	VIENTO	0,009	0,0027	3,50
5	VIENTO	0,008	0,0026	3,00
6	VIENTO	0,007	0,0025	2,50
7	VIENTO	0,006	0,0023	2,00
8	VIENTO	0,004	0,0021	1,50
9	VIENTO	0,003	0,0018	1,00
10	VIENTO	0,003	0,0014	0,50
11	VIENTO	0,002	0,0009	0,00
12	VIENTO	0,001	0,0008	-0,50
13	VIENTO	0,001	0,0007	-1,00
14	VIENTO	0,001	0,0006	-1,50
15	VIENTO	0,000	0,0005	-2,00
16	VIENTO	0,000	0,0004	-2,50
17	VIENTO	0,000	0,0003	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0002	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0001	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0001	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
28	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	13,45	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,93	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	0,91	OK <= 5mm/m

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MI\_1\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	39,52
Med (kN*m)	51,25
Ved (kN)	22,79

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,14

<b>VRd,c (kN)</b>	146,13
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,13

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,010
cot θ	103,18

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26	
s (m)	0,2	
z (m)	0,455	
Fywd	434,78	
Aswmin/s	3,78	cm <sup>2</sup> /m
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24	

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.4.- PP\_A1\_14,25\_MI\_2

#### 3.2.4.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	$\gamma$ seca	$\gamma$ sum	Cohesión		Fricción		Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin								c'	$\phi$ '	E	v	t fuste	q punta			
A1-14,25-MD-2 (P-8)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q <sub>CL</sub>	Cuaternario eluvial	18		19,0 KN/m <sup>3</sup>	12,0 KN/m <sup>3</sup>	10 KN/m <sup>2</sup>	33 °	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	36 KN/m <sup>2</sup>		6000 KN/m <sup>2</sup>		
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T <sub>ARC1</sub>	Arenas	38		18,8 KN/m <sup>3</sup>	9,5 KN/m <sup>3</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	35 °	75000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	79 KN/m <sup>2</sup>		46000 KN/m <sup>2</sup>		
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T <sub>ARC2</sub>	Arenas	63		19,0 KN/m <sup>3</sup>	15,0 KN/m <sup>3</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	33 °	100000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000(Z/0,6)		

Tabla 11. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_14,25\_MI\_2.

#### 3.2.4.1.1.- Altura de pantalla 6 m Zona de Borde

Pilote de 7,00 m de largo. Se corresponde con los 7 primeros y últimos pilotes.

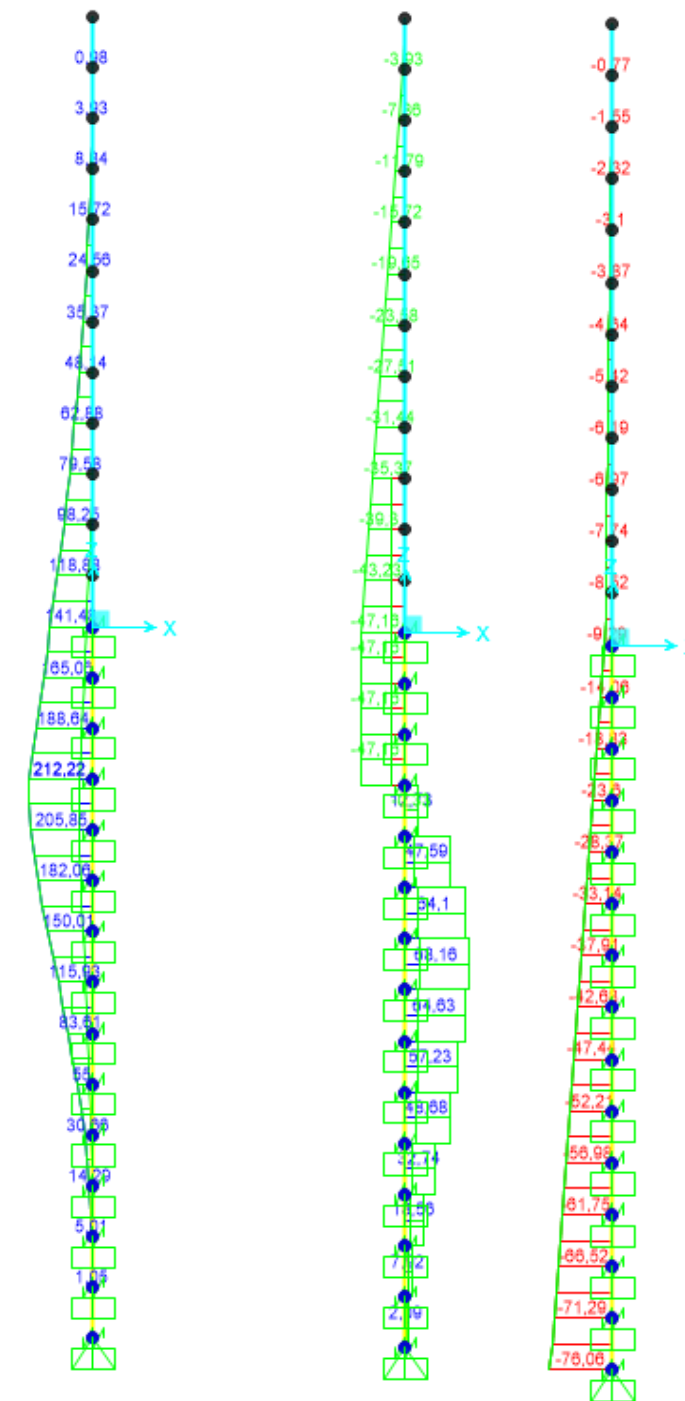


Figura 37. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
Características geotécnicas del terreno			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	0,20
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	3,40
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	0,60
Pilote y acciones			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	94,32	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	3,15	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	12,89	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,20	m	
$E_2$	2,32	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,69	m	
$e_{3sup}$	14,02	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	195,82	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	2,62	m	
$E_3$	494,91	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,93	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	497,23	KN	
R=	402,91	KN	
Δ=	0,87	m	
L=	4,69	m	Longitud de empotramiento del pilote.
Verificaciones de equilibrio			
H=E-R	94,32	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	684,48	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	684,48	KN.m	OK

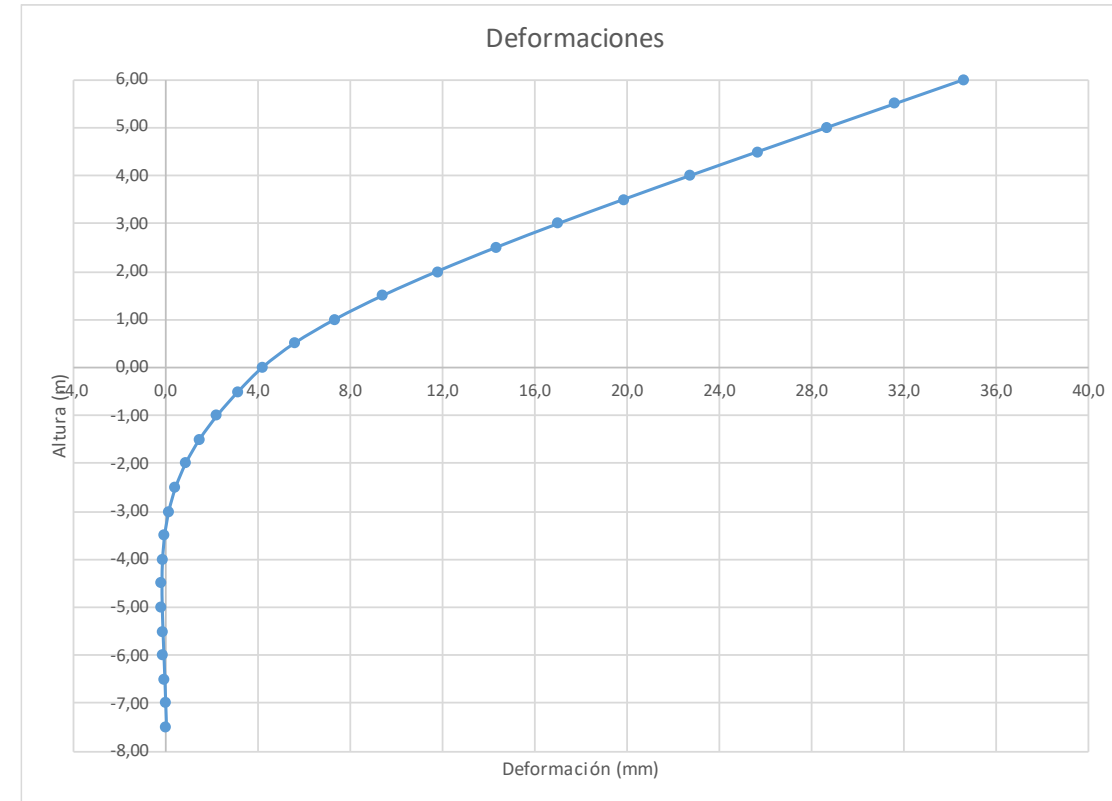


Figura 38. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,03462	0,005948	6,00
2	VIENTO	0,031643	0,005946	5,50
3	VIENTO	0,028666	0,005931	5,00
4	VIENTO	0,025697	0,005889	4,50
5	VIENTO	0,022752	0,005809	4,00
6	VIENTO	0,019855	0,005677	3,50
7	VIENTO	0,017034	0,005479	3,00
8	VIENTO	0,014326	0,005204	2,50
9	VIENTO	0,011773	0,004837	2,00
10	VIENTO	0,009424	0,004367	1,50
11	VIENTO	0,007333	0,003779	1,00
12	VIENTO	0,005563	0,003061	0,50
13	VIENTO	0,004183	0,0022	0,00
14	VIENTO	0,003137	0,001961	-0,50
15	VIENTO	0,002219	0,001685	-1,00
16	VIENTO	0,001449	0,001372	-1,50
17	VIENTO	0,000847	0,001046	-2,00
18	VIENTO	0,000405	0,000743	-2,50
19	VIENTO	0,000107	0,000485	-3,00
20	VIENTO	-0,000075	0,000278	-3,50
21	VIENTO	-0,000168	0,000125	-4,00
22	VIENTO	-0,000196	0,00002	-4,50
23	VIENTO	-0,000184	-0,000042	-5,00
24	VIENTO	-0,000152	-0,000071	-5,50
25	VIENTO	-0,000112	-0,000079	-6,00
26	VIENTO	-0,000072	-0,000077	-6,50
27	VIENTO	-0,000035	-0,000072	-7,00
28	VIENTO	0	-0,00007	-7,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	34,62	OK < $L_s/150$
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	17,24	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,18	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,20	OK <= 5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 20d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of Inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of Inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MI\_2\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	149,52
Ved (kN)	69,09

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm <sup>2</sup> )	12,57
Ø AsTrans. (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,50
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,50

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,030
cot θ	33,87

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,30

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

**3.2.4.1.2.- Altura de pantalla 6 m Zona Central**

Pilotes de 7,00 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.



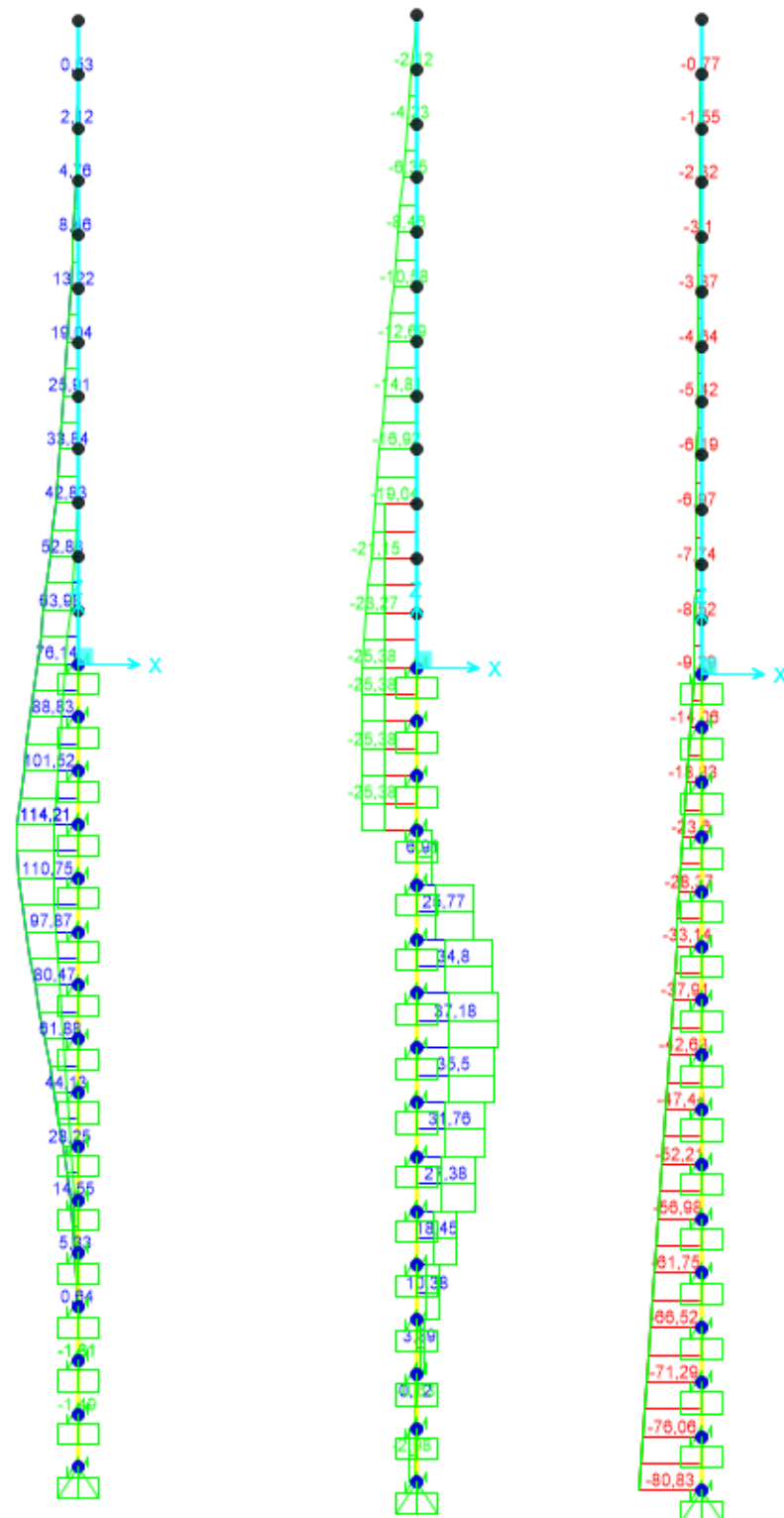
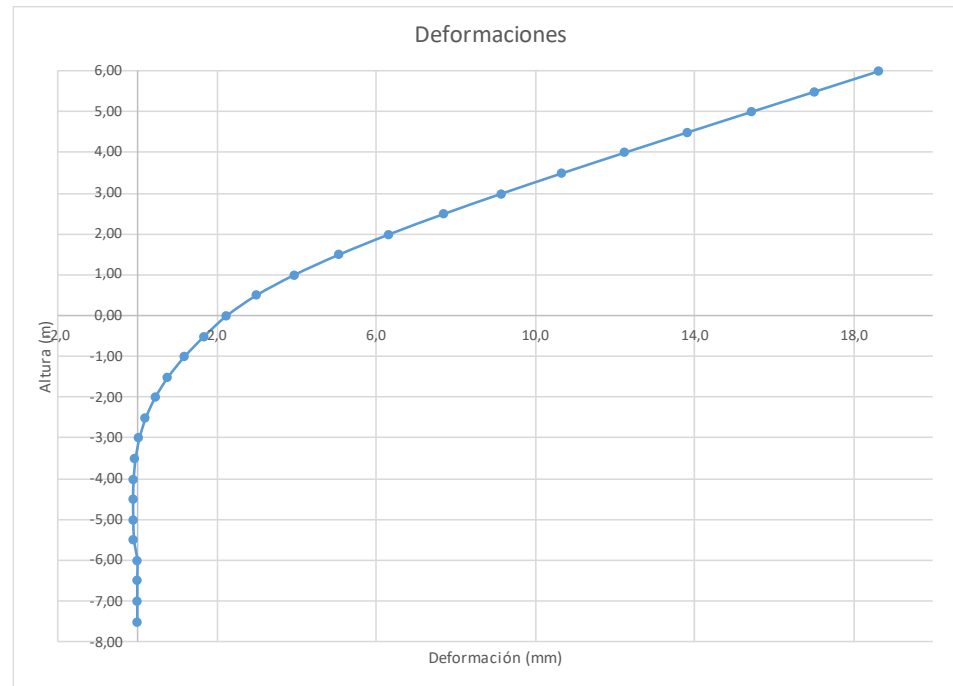


Figura 39. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	0,20
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	3,40
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	0,60
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	50,76	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1Inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,55	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2Inf}$	12,89	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	0,20	m	
$E_2$	2,32	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,08	m	
$e_{3sup}$	14,02	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3Inf}$	153,69	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	2,01	m	
$E_3$	303,88	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,73	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4Inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$	306,20	KN	
$R$	255,44	KN	
$\Delta$	0,70	m	
$L$	3,91	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	50,76	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	333,18	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	333,18	KN.m	OK



Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	18,63	OK < $L_s/150$
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,28	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,25	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,18	OK <= 5mm/m

Figura 40. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,018631	0,003201	6,00
2	VIENTO	0,01703	0,0032	5,50
3	VIENTO	0,015427	0,003192	5,00
4	VIENTO	0,013829	0,00317	4,50
5	VIENTO	0,012244	0,003126	4,00
6	VIENTO	0,010685	0,003055	3,50
7	VIENTO	0,009167	0,002949	3,00
8	VIENTO	0,00771	0,002801	2,50
9	VIENTO	0,006336	0,002603	2,00
10	VIENTO	0,005072	0,00235	1,50
11	VIENTO	0,003946	0,002034	1,00
12	VIENTO	0,002994	0,001647	0,50
13	VIENTO	0,002251	0,001184	0,00
14	VIENTO	1,69E-03	0,001055	-0,50
15	VIENTO	0,001194	0,000907	-1,00
16	VIENTO	0,00078	0,000738	-1,50
17	VIENTO	0,000456	0,000563	-2,00
18	VIENTO	0,000218	0,0004	-2,50
19	VIENTO	0,000057	0,000261	-3,00
20	VIENTO	-0,000041	0,00015	-3,50
21	VIENTO	-0,00009	0,000067	-4,00
22	VIENTO	-0,000106	0,000011	-4,50
23	VIENTO	-0,000099	-0,000023	-5,00
24	VIENTO	-0,000082	-0,000038	-5,50
25	VIENTO	-0,00006	-0,000043	-6,00
26	VIENTO	-0,000039	-0,000041	-6,50
27	VIENTO	-0,000019	-0,000039	-7,00
28	VIENTO	0	-0,000038	-7,50

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: + 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: + 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes  
 Dimensions: Diameter (D): 0.6  
 Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement: [OK]

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_14.25\_MI\_2\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	37,91
Med (kN*m)	80,47
Ved (kN)	37,18

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans. (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,13

<b>VRd,c (kN)</b>	145,91
<b>VRd,c min(kN)</b>	145,91

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,016
cot θ	63,24

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.2.4.2.- Tramo 2

Este tramo se corresponde en altura de pantalla, geotecnia y orografía, con el tramo 1. PP\_A1\_14,25\_MI\_2.

## 3.3.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1\_16\_DI

### 3.3.1.- PP\_A1\_16\_MD\_1

#### 3.3.1.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m³)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5'qu			E	v	t fuste	q punta	
A-1-16-MD-1 (I) (S-19)	0,0 m	4,5 m	4,5 m	8,0 m	R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	18	SC	18,0 KN/m³	10,0 KN/m³			39 KN/m²	39 °	5 KN/m²	0,35	35 KN/m²		2250 KN/m³
	4,5 m	10,0 m	5,5 m		T <sub>REC1</sub>	Tosco arenoso	43	CL	18,8 KN/m³	9,5 KN/m³	190 KN/m²	39 KN/m²	39 °	5 KN/m²	0,35	70 KN/m²	600 KN/m²	75°CU/0,6	

Tabla 12. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_16\_MD\_1

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.						
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>Fincapa</sub>	
Estrato1:	18,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00	0,00	0,27	1,00	Este es el estrato que se desprecia del terreno.
Estrato2:	18,0 kN/m <sup>3</sup>	39 °	4,40	3,50	1,29	3,50	4,50	
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	39 °	4,40	5,50	5,50	5,50	10,00	
Estrato4:					0,00	0,00	10,00	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> = 5,74
α=	31,218	Ángulo de la berma con la horizontal						
H <sub>b</sub> =	3,21	Altura de berma						
B=	5,30	Base de la berma						
Ø=	39,00 °	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma						
H <sub>c</sub> =	2,53	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado						
Z <sub>2φ</sub> =	0,73	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2Ø.						
σ <sub>vc</sub> =	46,50	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma						
K <sub>pc</sub> =	4,40	Valor del empuje en reposo del punto C.						
σ <sub>vc</sub> '=	91,22	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2Ø del pilote.						
K <sub>pc</sub> '=	2,24	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2Ø.						
Ø'=	22,51 °							
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma			
Estrato1:	18,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	1,00				
Estrato2:	18,0 kN/m <sup>3</sup>	22,51 °	2,24	3,50				
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	22,51 °	2,24	1,24	Considera K <sub>pc</sub> ' y σ <sub>v</sub> descontando z2Ø			
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	39,00 °	4,40	4,26	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y σ <sub>v</sub> descontando H <sub>b</sub>			

#### 3.3.1.1.1.- Altura de pantalla 4 m Zona de Borde

Pilote de 11,50 m de largo. Se corresponde con los 5 primeros y últimos pilotes.

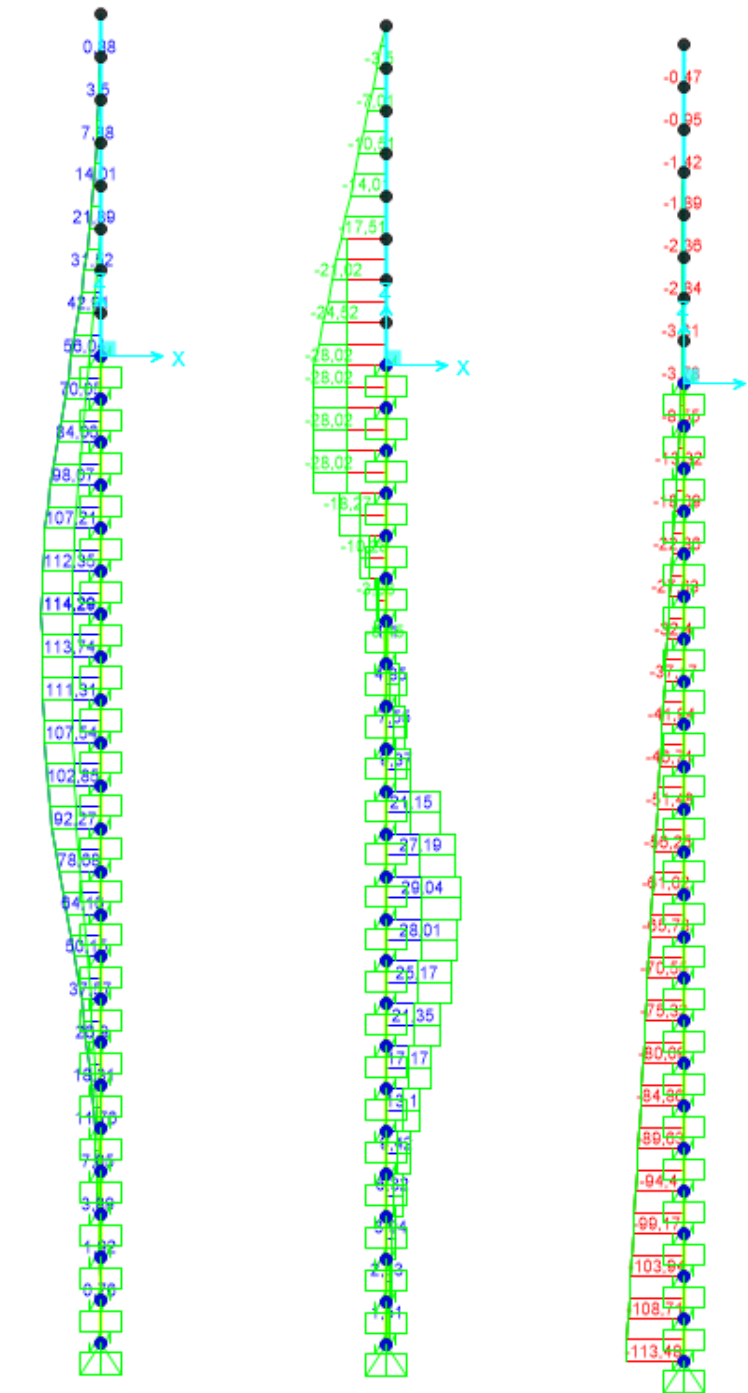


Figura 41. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
18,0 kN/m3	0,00 °	0,00	1,00
18,0 kN/m3	22,51 °	2,24	3,50
18,8 kN/m3	22,51 °	2,24	1,24
18,8 kN/m3	39,00 °	4,40	4,26
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	56,04	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,16	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	40,33	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	114,06	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,83	m	
E <sub>2</sub>	254,08	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,77	m	
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	254,08	KN	
R=	198,04	KN	
Δ=	0,76	m	
L=	3,59	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	56,04	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	291,89	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	291,89	KN.m	OK

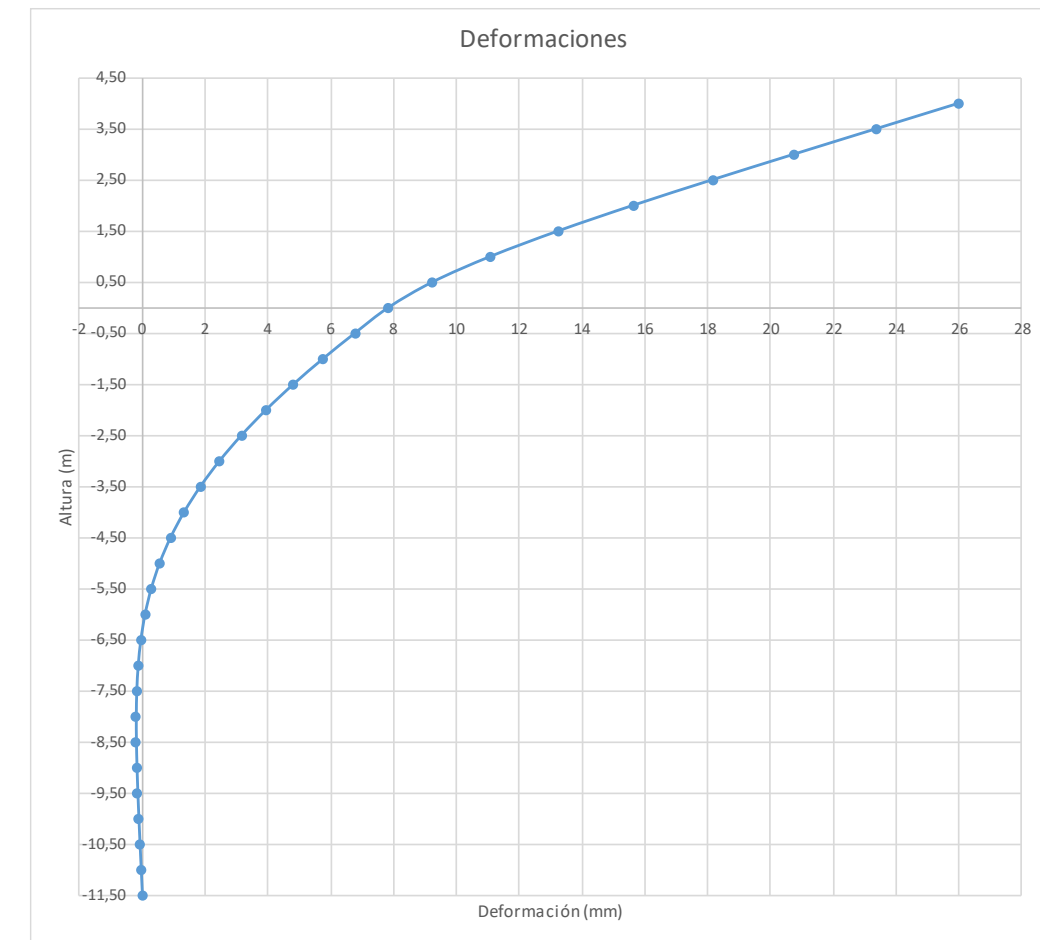


Figura 42. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,026	0,0053	4,00
2	VIENTO	0,023	0,0052	3,50
3	VIENTO	0,021	0,0052	3,00
4	VIENTO	0,018	0,0051	2,50
5	VIENTO	0,016	0,0049	2,00
6	VIENTO	0,013	0,0045	1,50
7	VIENTO	0,011	0,0040	1,00
8	VIENTO	0,009	0,0032	0,50
9	VIENTO	0,008	0,0022	0,00
10	VIENTO	0,007	0,0021	-0,50
11	VIENTO	0,006	0,0020	-1,00
12	VIENTO	0,005	0,0018	-1,50
13	VIENTO	0,004	0,0017	-2,00
14	VIENTO	0,003	0,0015	-2,50
15	VIENTO	0,002	0,0013	-3,00
16	VIENTO	0,002	0,0011	-3,50
17	VIENTO	0,001	0,0010	-4,00
18	VIENTO	0,001	0,0008	-4,50
19	VIENTO	0,001	0,0006	-5,00
20	VIENTO	0,000	0,0005	-5,50
21	VIENTO	0,000	0,0003	-6,00
22	VIENTO	0,000	0,0002	-6,50
23	VIENTO	0,000	0,0001	-7,00
24	VIENTO	0,000	0,0001	-7,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-9,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-9,50
29	VIENTO	0,000	-0,0001	-10,00
30	VIENTO	0,000	-0,0001	-10,50
31	VIENTO	0,000	-0,0001	-11,00
32	VIENTO	0,000	-0,0001	-11,50

Deformación		
Movimiento en cabeza de poste		
Text	mm	
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	26,01	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,47	OK<30mm
Movimiento en cabeza de pilote		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	7,84	OK<25 mm
Giro cabeza pilote	2,18	OK<=5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (d): 0,6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

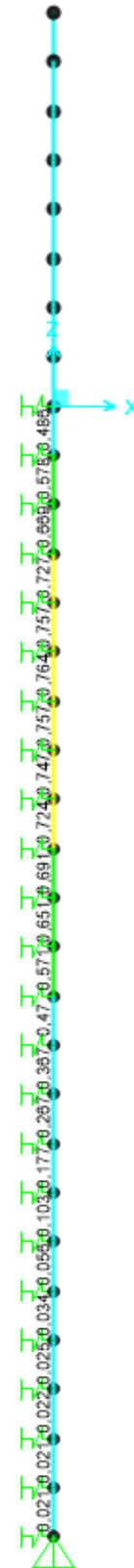
Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	61,01
Med (kN*m)	78,68
Ved (kN)	29,04

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans. (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,22

<b>VRd,c (kN)</b>	148,95
<b>VRd,c min(kN)</b>	148,95

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,012
cot θ	80,97

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.3.1.1.2.- Altura de pantalla 4 m Zona Central

Pilotes de 11,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

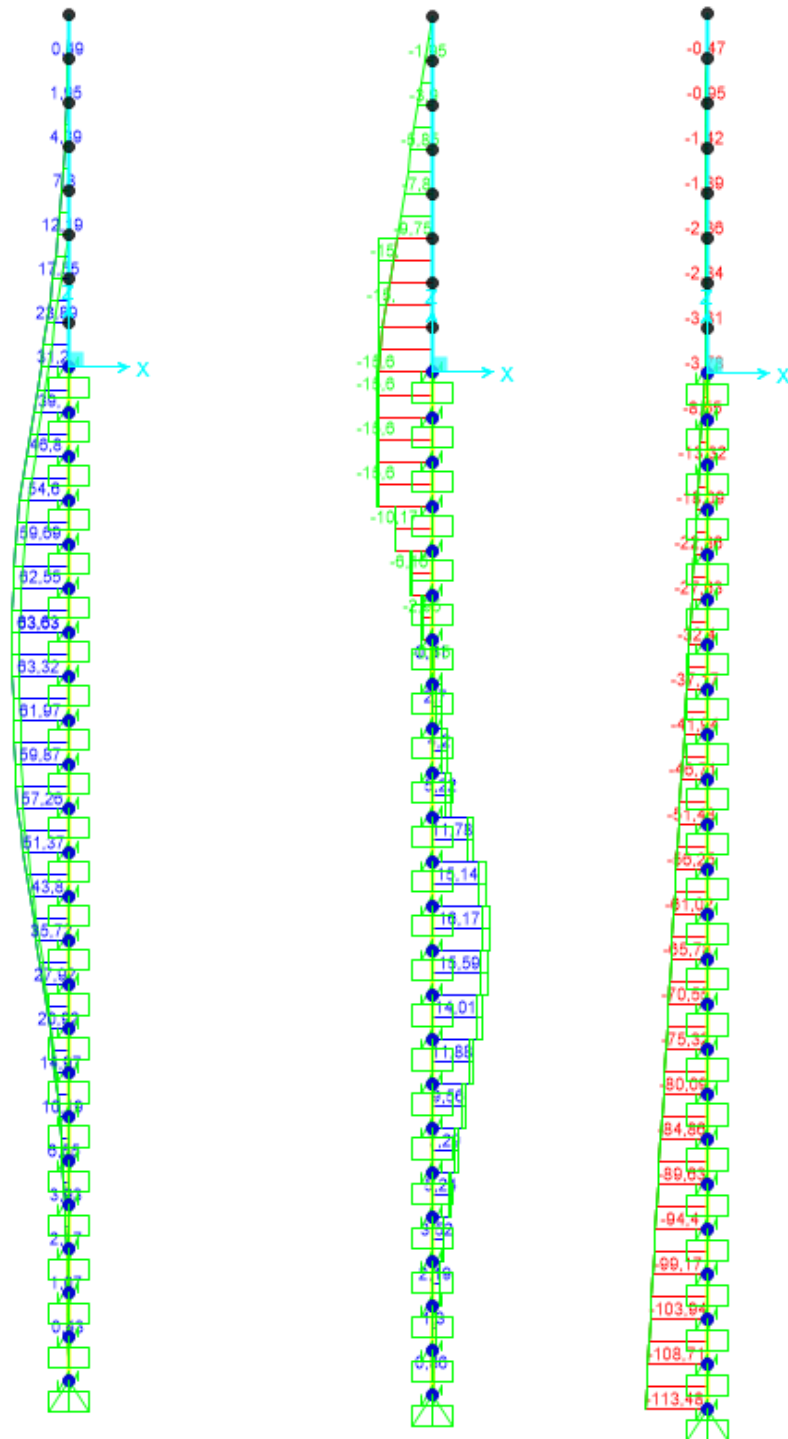


Figura 43. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)				
<b>Características geotécnicas del terreno</b>				
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato	
18,0 kN/m3	0,00 °	0,00	1,00	
18,0 kN/m3	22,51 °	2,24	3,50	
18,8 kN/m3	22,51 °	2,24	1,24	
18,8 kN/m3	39,00 °	4,40	4,26	
<b>Pilote y acciones</b>				
D=	0,60	m	Diámetro del pilote	
H=	31,20	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)	
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.	
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>				
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.	
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.	
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.	
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.	
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,68	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.	
e <sub>2sup</sub> =	40,33	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>2inf</sub> =	94,54	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>2</sub>	1,34	m		
E <sub>2</sub>	163,18	kN		
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,58	m		
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>3</sub>	0,00	m		
E <sub>3</sub>	0,00	kN		
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m		
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
H <sub>4</sub>	0,00	m		
E <sub>4</sub>	0,00	kN		
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m		
E=	163,18	KN		
R=	131,98	KN		
Δ=	0,61	m		
L=	2,96	m	Longitud de empotramiento del pilote.	
<b>Verificaciones de equilibrio</b>				
H=E-R	31,20	KN	OK	
H(e+L-Δ/2)=	145,13	KN.m		
E(dE-Δ/2)=	145,13	KN.m	OK	

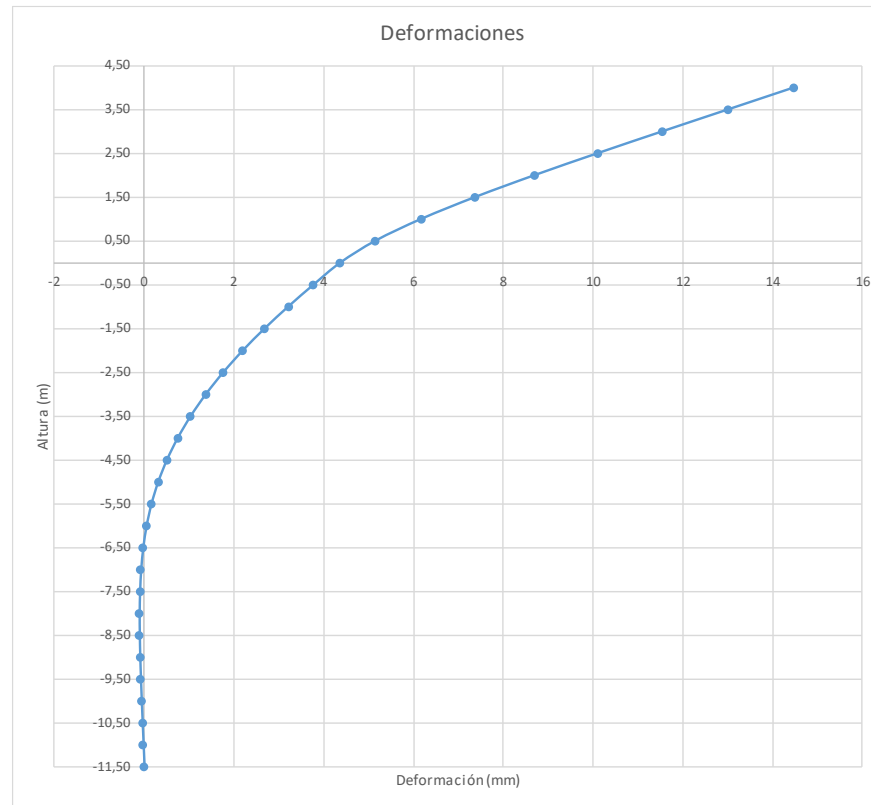
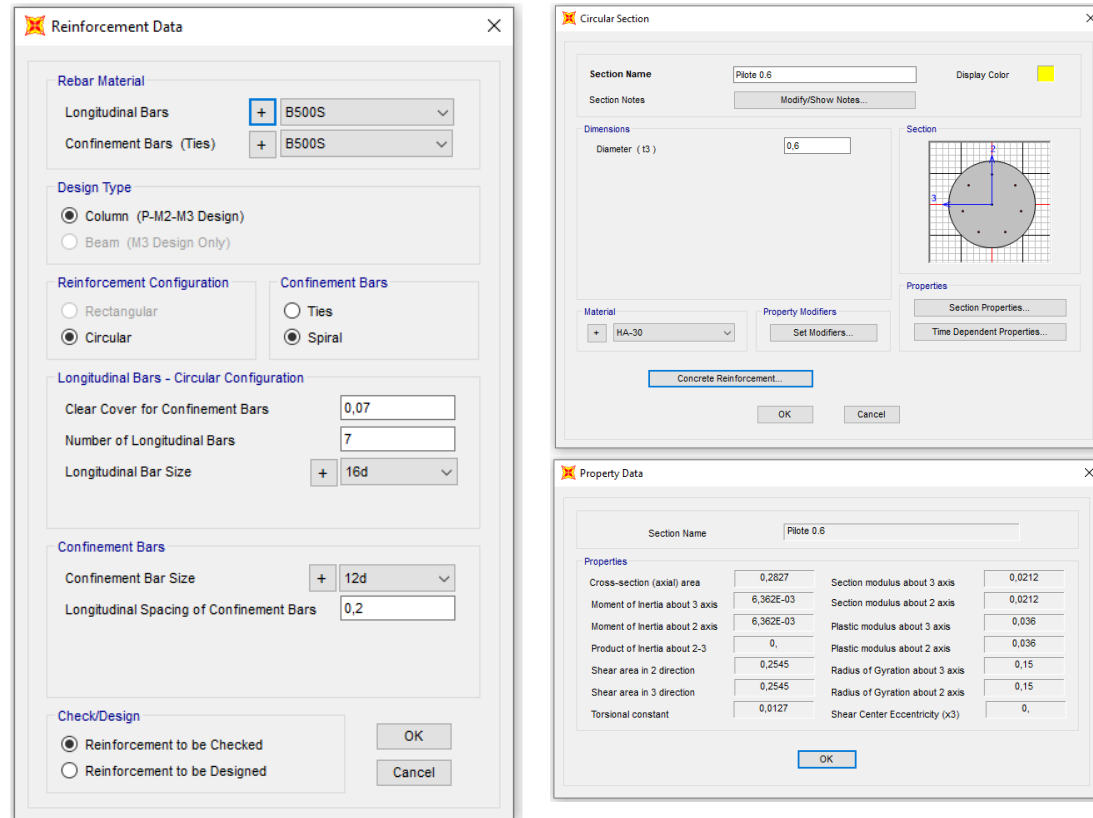


Figura 44. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,014	0,0029	4,00
2	VIENTO	0,013	0,0029	3,50
3	VIENTO	0,012	0,0029	3,00
4	VIENTO	0,010	0,0028	2,50
5	VIENTO	0,009	0,0027	2,00
6	VIENTO	0,007	0,0025	1,50
7	VIENTO	0,006	0,0022	1,00
8	VIENTO	0,005	0,0018	0,50
9	VIENTO	0,004	0,0012	0,00
10	VIENTO	0,004	0,0012	-0,50
11	VIENTO	0,003	0,0011	-1,00
12	VIENTO	0,003	0,0010	-1,50
13	VIENTO	0,002	0,0009	-2,00
14	VIENTO	0,002	0,0008	-2,50
15	VIENTO	0,001	0,0007	-3,00
16	VIENTO	0,001	0,0006	-3,50
17	VIENTO	0,001	0,0005	-4,00
18	VIENTO	0,001	0,0004	-4,50
19	VIENTO	0,000	0,0003	-5,00
20	VIENTO	0,000	0,0003	-5,50
21	VIENTO	0,000	0,0002	-6,00
22	VIENTO	0,000	0,0001	-6,50
23	VIENTO	0,000	0,0001	-7,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-9,00
28	VIENTO	0,000	0,0000	-9,50
29	VIENTO	0,000	0,0000	-10,00
30	VIENTO	0,000	0,0000	-10,50
31	VIENTO	0,000	0,0000	-11,00
32	VIENTO	0,000	0,0000	-11,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
Text	mm	
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	14,48	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	5,27	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,37	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,21	OK<=5mm/r



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Titulo de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	18,09
Med (kN*m)	54,6
Ved (kN)	15,6

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,06

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
ØAsTrans (mm)	12

<b>VRd,c (kN)</b>	143,31
<b>VRd,c min(kN)</b>	143,31

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,007
cot θ	150,75

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.3.1.2.- Tramo 2**

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5'qu			E	v	t fuste	q punta	
A-14,25-MD-1 (2) (S-S)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		Rac	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m <sup>2</sup>	11,0 KN/m <sup>2</sup>			5 KN/m <sup>2</sup>	27°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	18 KN/m <sup>2</sup>		2000 KN/m <sup>2</sup>
	1,0 m	9,2 m	8,2 m		Tarc2	Arena tosquiza	63	SC-SM	19,0 KN/m <sup>2</sup>	11,0 KN/m <sup>2</sup>			15 KN/m <sup>2</sup>	33°	55000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000 (Z/0,6)

Tabla 13. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP\_A1\_16\_MD\_1.

**Zona en talud:**

D=	0,60	Diámetro del pilote.							
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-zb	z-z2φ	Z <sub>fincapa</sub>		
Estrato1:	21,5 kN/m3	0°	0,00	1,00	0,00	0,53	1,00	Este es el estrato que se desprecia del terreno.	
Estrato2:	19,0 kN/m3	33°	3,39	8,20	7,13	8,20	9,20		
Estrato3:					0,00	0,00	9,20		
Estrato4:					0,00	0,00	9,20	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> =	4,95
α=	21,337	Ángulo de la berma con la horizontal							
H <sub>b</sub> =	2,07	Altura de berma							
B=	5,30	Base de la berma							
φ=	33,00°	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma							
H <sub>c</sub> =	2,88	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado							
Z <sub>2φ</sub> =	0,47	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2φ.							
σ <sub>vc</sub> =	54,68	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma							
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.							
σ <sub>vc</sub> '=	86,43	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2φ del pilote.							
K <sub>pc</sub> '=	2,15	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2φ.							
φ'=	21,36°								
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma				
Estrato1:	21,5 kN/m3	0,00°	0,00	1,00					
Estrato2:	19,0 kN/m3	21,36°	2,15	3,95	Considera Kpc' y σv descontando z2φ				
Estrato2:	19,0 kN/m3	33,00°	3,39	4,25	Considera Kp que corresponde y σv descontando Hb				

**3.3.1.2.1.- Altura de pantalla 4 m Zona de Borde**

Pilote de 9,00 m de largo. Se corresponde con los 5 primeros y últimos pilotes.

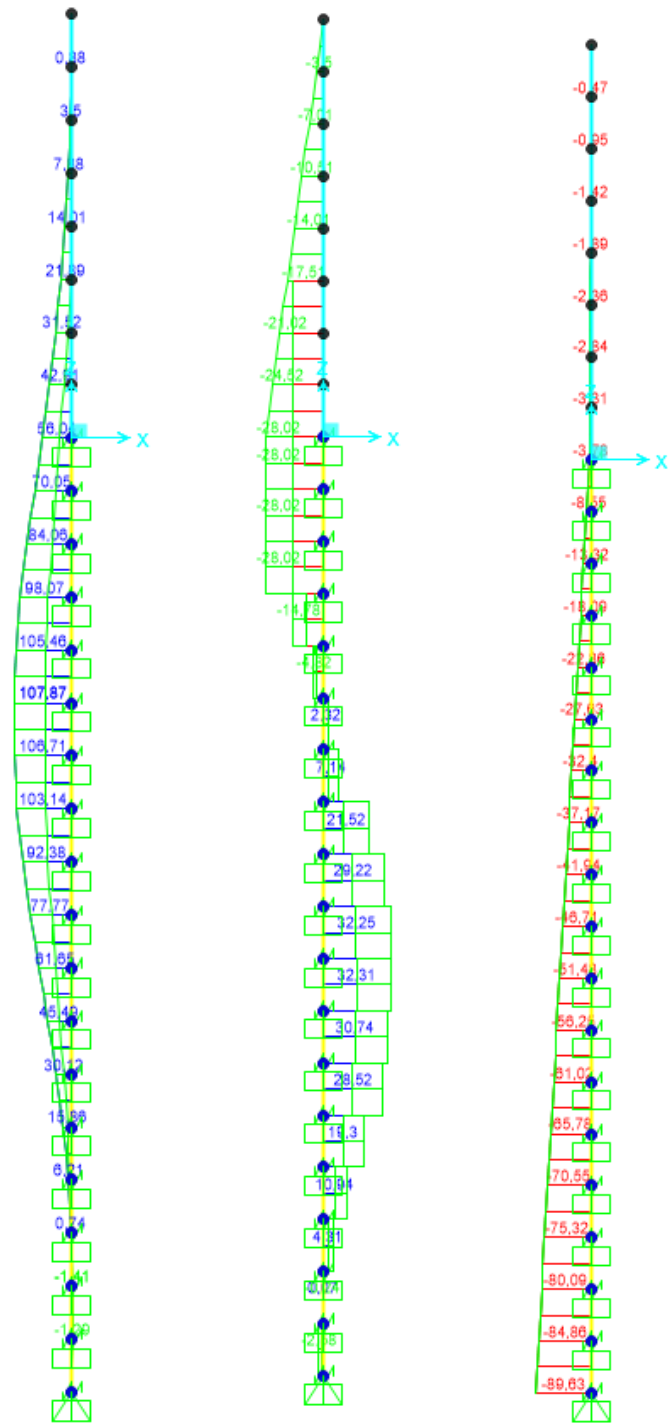


Figura 45. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0 °	0,00	1,00
21,5 kN/m3	27 °	2,66	2,20
18,8 kN/m3	35 °	3,69	3,00
19,0 kN/m3	33 °	3,39	1,40
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	56,04	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,69	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	125,96	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	2,20	m	
E <sub>2</sub>	249,39	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,89	m	
e <sub>3sup</sub> =	174,55	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	185,64	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,16	m	
E <sub>3</sub>	51,84	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,08	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	301,23	KN	
R=	245,19	KN	
Δ=	0,60	m	
L=	3,96	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	56,04	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	317,17	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	317,17	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03



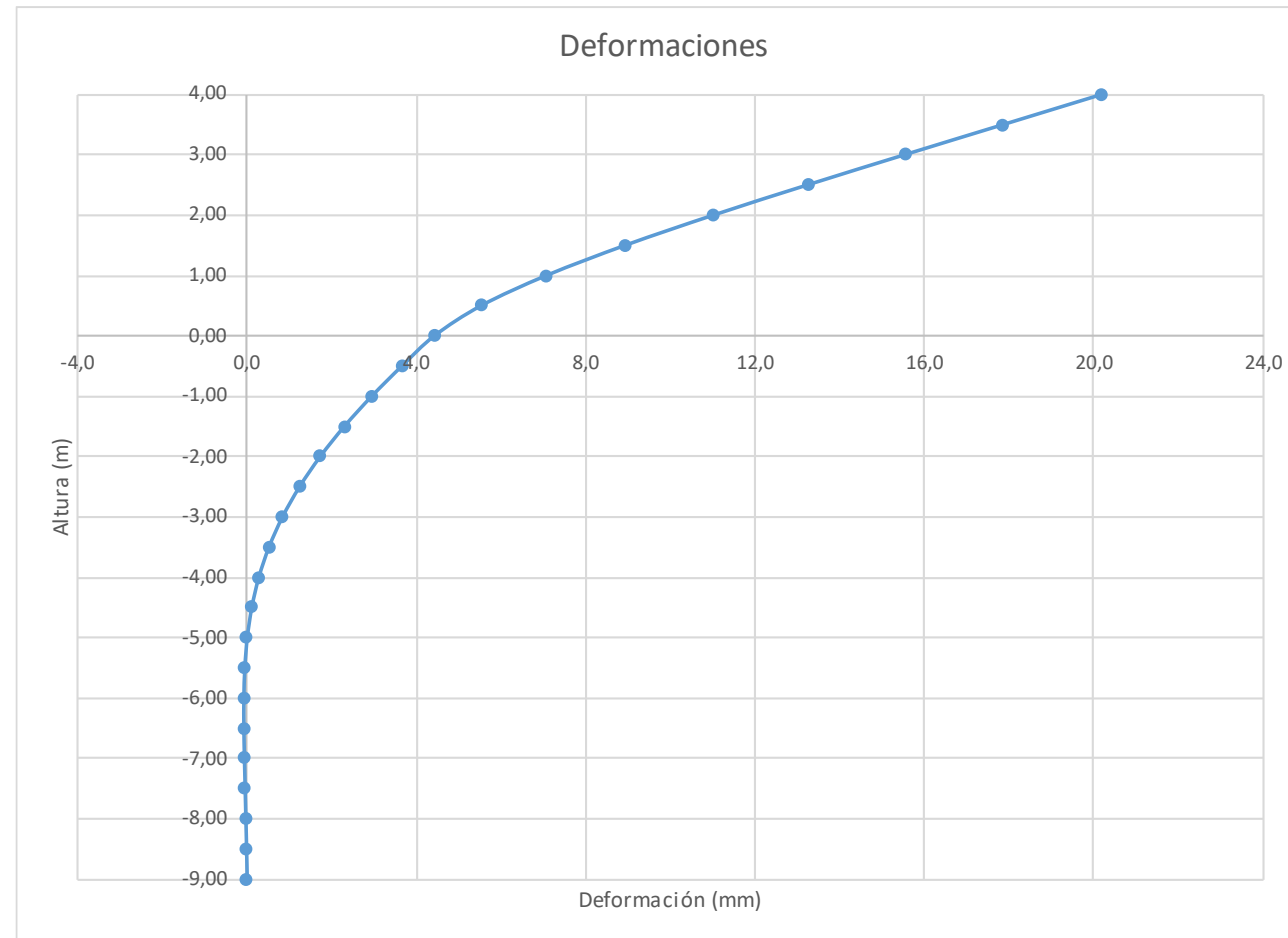
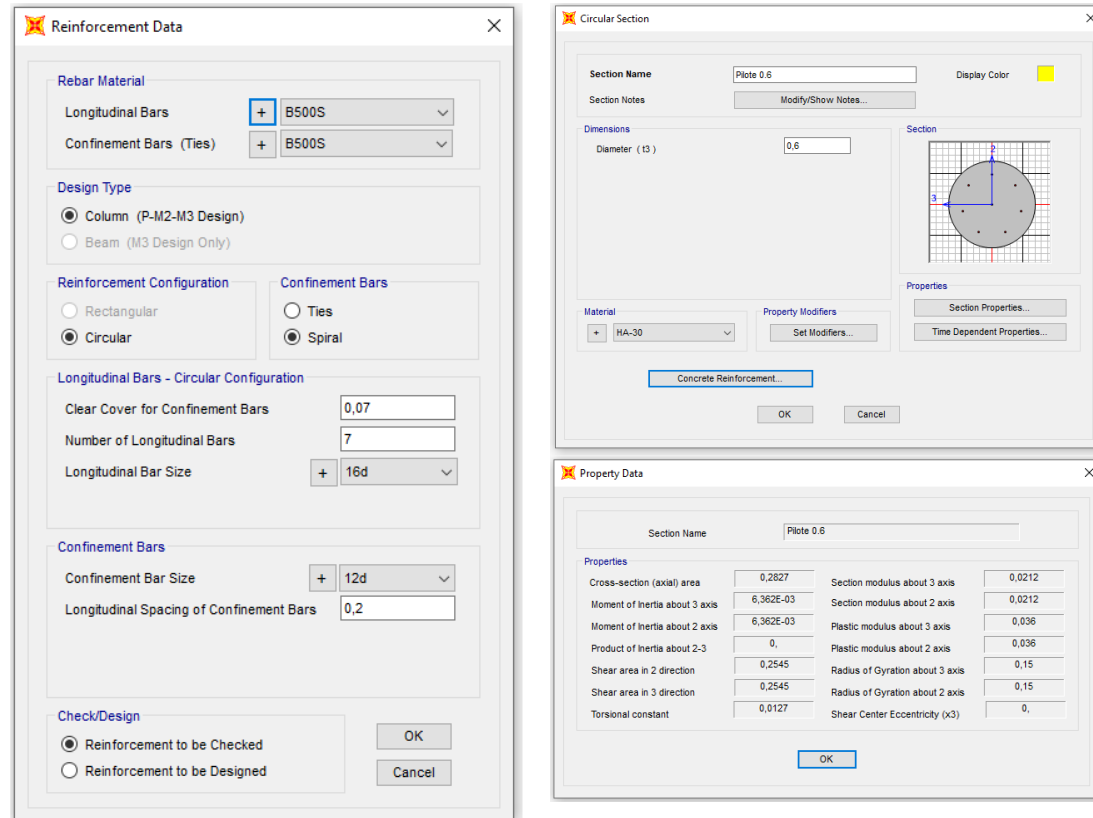


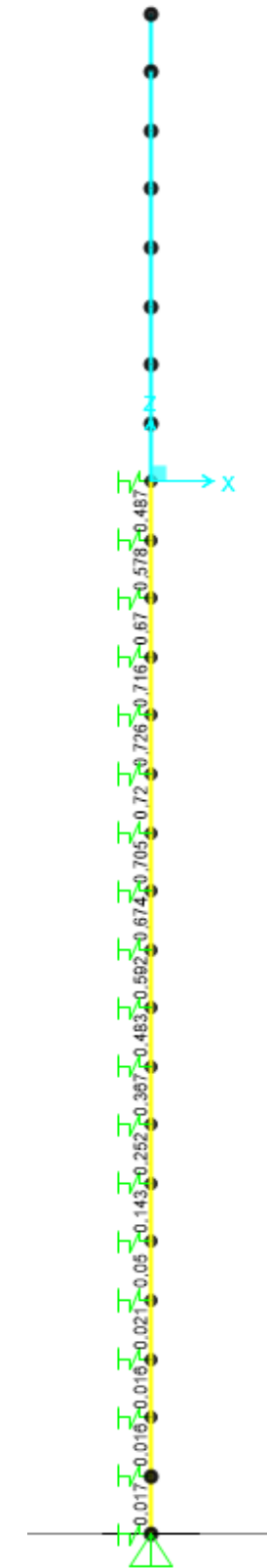
Figura 46. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,02021	0,004657	4,00
2	VIENTO	0,017879	0,004651	3,50
3	VIENTO	0,01555	0,004609	3,00
4	VIENTO	0,013253	0,004495	2,50
5	VIENTO	0,01103	0,004272	2,00
6	VIENTO	0,008946	0,003905	1,50
7	VIENTO	0,007082	0,003358	1,00
8	VIENTO	0,005537	0,002594	0,50
9	VIENTO	0,004428	0,001578	0,00
10	VIENTO	0,00366	0,00148	-0,50
11	VIENTO	0,002947	0,001359	-1,00
12	VIENTO	0,002299	0,001217	-1,50
13	VIENTO	0,001728	0,001059	-2,00
14	VIENTO	0,00124	0,000892	-2,50
15	VIENTO	0,000836	0,000725	-3,00
16	VIENTO	0,000516	0,000561	-3,50
17	VIENTO	0,000276	0,000408	-4,00
18	VIENTO	0,000109	0,000276	-4,50
19	VIENTO	2,111E-06	0,000167	-5,00
20	VIENTO	-0,000056	0,000083	-5,50
21	VIENTO	-0,000079	0,000024	-6,00
22	VIENTO	-0,000079	-0,000012	-6,50
23	VIENTO	-0,000066	-0,000029	-7,00
24	VIENTO	-0,000049	-0,000034	-7,50
25	VIENTO	-0,000032	-0,000034	-8,00
26	VIENTO	-0,000015	-0,000032	-8,50
27	VIENTO	0	-0,000031	-9,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	20,21	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,47	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,43	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,58	OK<=5mm/r



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T2\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	51,48
Med (kN²m)	61,65
Ved (kN)	32,31

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,18

<b>VRd,c (kN)</b>	147,70
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,70

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,014
cot θ	72,77

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

3.3.1.2.2.- Altura de pantalla 4 m Zona Central

Pilotes de 9,0 m de largo.

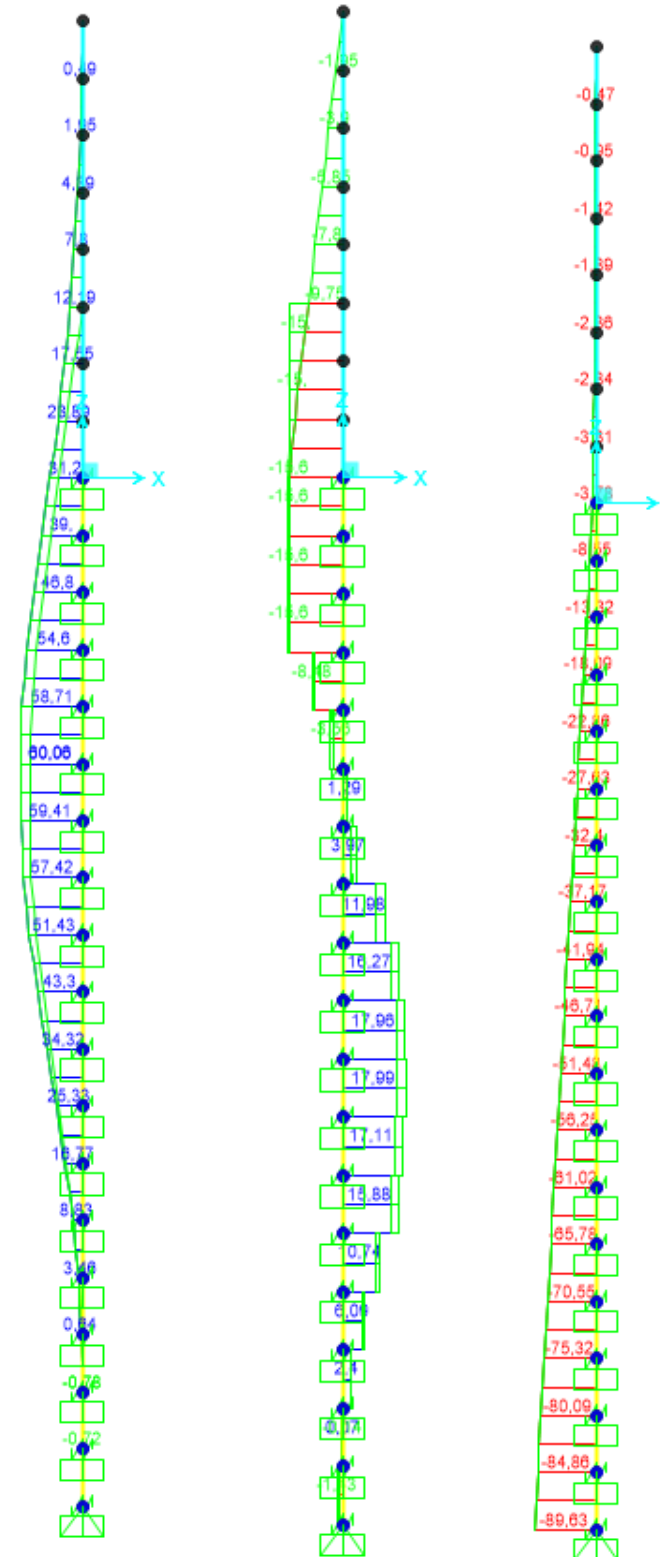


Figura 47. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
21,5 kN/m <sup>3</sup>	27 °	2,66	2,20
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	3,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	1,40
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	31,20	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,19	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	106,04	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,85	m	
$E_2$	176,76	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,62	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E=$	176,76	KN	
$R=$	145,56	KN	
$\Delta=$	0,58	m	
$L=$	3,43	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	31,20	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	160,44	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	160,44	KN.m	OK

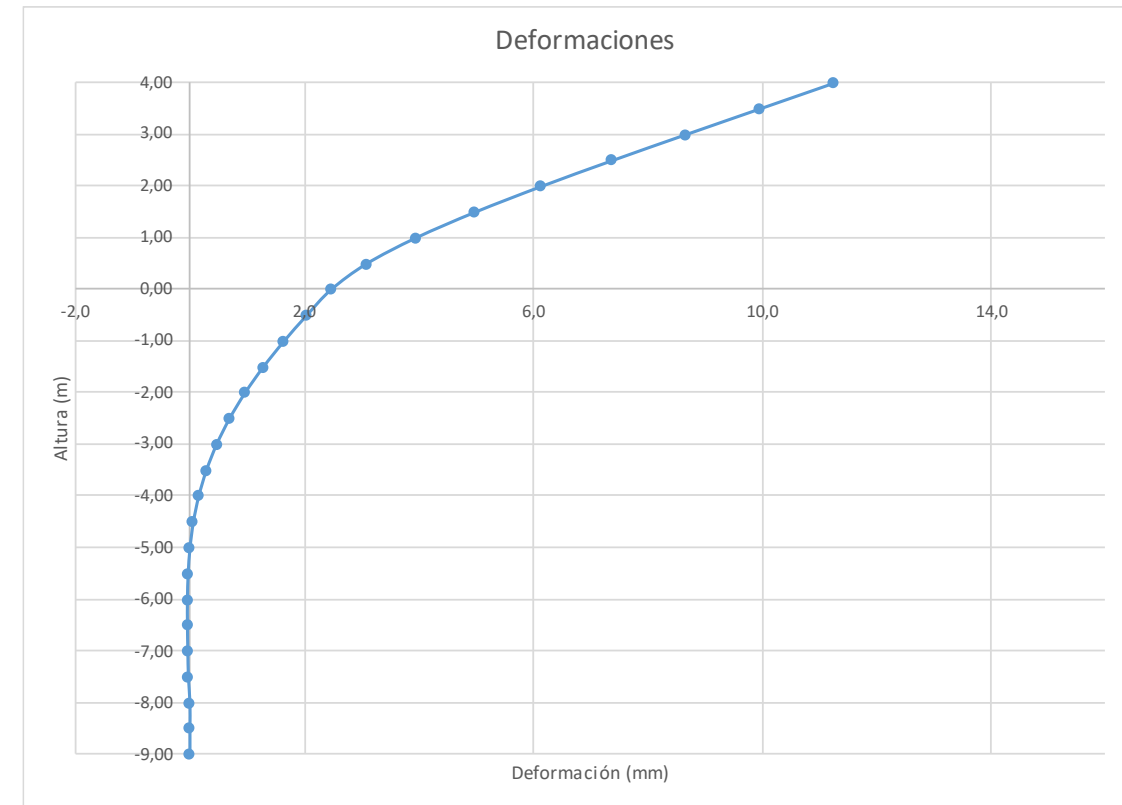


Figura 48. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,011252	0,002593	4,00
2	VIENTO	0,009954	0,00259	3,50
3	VIENTO	0,008658	0,002566	3,00
4	VIENTO	0,007378	0,002502	2,50
5	VIENTO	0,006141	0,002379	2,00
6	VIENTO	0,004981	0,002174	1,50
7	VIENTO	0,003943	0,00187	1,00
8	VIENTO	0,003083	0,001444	0,50
9	VIENTO	0,002465	0,000879	0,00
10	VIENTO	0,002038	0,000824	-0,50
11	VIENTO	0,001641	0,000757	-1,00
12	VIENTO	0,00128	0,000678	-1,50
13	VIENTO	0,000962	0,000589	-2,00
14	VIENTO	6,90E-04	0,000497	-2,50
15	VIENTO	0,000465	0,000403	-3,00
16	VIENTO	0,000287	0,000312	-3,50
17	VIENTO	0,000154	0,000227	-4,00
18	VIENTO	0,00006	0,000153	-4,50
19	VIENTO	1,175E-06	0,000093	-5,00
20	VIENTO	-0,000031	0,000046	-5,50
21	VIENTO	-0,000044	0,000013	-6,00
22	VIENTO	-0,000044	-6,481E-06	-6,50
23	VIENTO	-0,000037	-0,000016	-7,00
24	VIENTO	-0,000027	-0,000019	-7,50
25	VIENTO	-0,000018	-0,000019	-8,00
26	VIENTO	-8,494E-06	-0,000018	-8,50
27	VIENTO	0	-0,000017	-9,00

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement: [button]

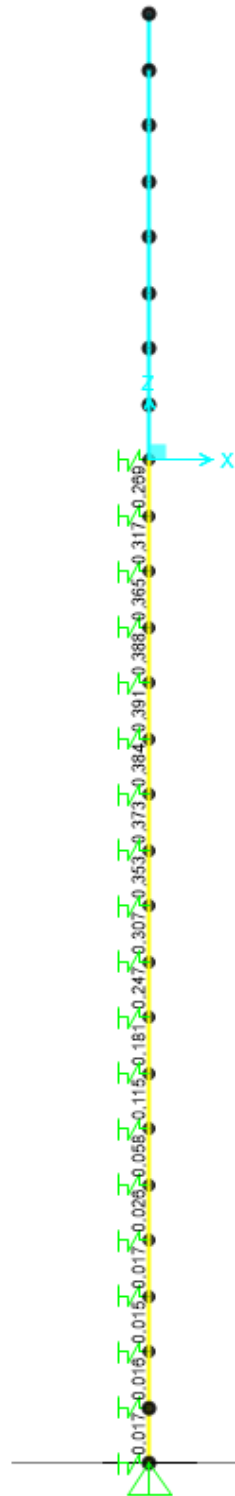
**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of Inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of Inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	11,25	OK<30mm
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	5,27	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,47	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,88	OK<=5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T2\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	51,48
Med (kN*m)	34,32
Ved (kN)	17,99

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,18

<b>VRd,c (kN)</b>	147,70
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,70

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,m\acute{a}x.} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,008
cot θ	130,72

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m



### 3.3.1.3.- Tramo 4

Este tramo se corresponde en altura de pantalla, geotecnia y orografía, con el tramo 2. PP\_A1\_16\_MD\_1.

### 3.3.1.4.- Tramo 6

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	$\gamma$ seca	$\gamma$ sum	Cohesión Fricción		Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal $K_h$ (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin							c'	$\phi$ '	E	$\nu$	t fuste	q punta	
A1-16-MD-1 (P-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m	R <sub>ac</sub>	Relleno antropico compacto	9	21,5 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>	5 KN/m <sup>2</sup>	27°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	18 KN/m <sup>2</sup>	-	6400 KN/m <sup>2</sup>
	3,2 m	6,2 m	3,0 m	T <sub>arc1</sub>	Arenas	35	18,8 KN/m <sup>3</sup>	9,5 KN/m <sup>3</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	35°	75000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	70 KN/m <sup>2</sup>	-	31000 KN/m <sup>2</sup>
	6,2 m	7,6 m	1,4 m	T <sub>arc2</sub>	Arenas limo-arcillosas	63	19,0 KN/m <sup>3</sup>	15,0 KN/m <sup>3</sup>	10 KN/m <sup>2</sup>	33°	80000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000(Z0,6)

Tabla 14. Parámetros geotécnicos del tramo 4. PP\_A1\_16\_MD\_1.

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.										
	$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato	$z-z_b$	$z-z_{2\phi}$	$Z_{fincapa}$	Este es el estrato que se desprecia del terreno.				
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0°	0,00	1,00	0,00	0,33	1,00					
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	27°	2,66	2,20	0,64	2,20	3,20					
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	35°	3,69	3,00	3,00	3,00	6,20					
Estrato4:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	1,40	1,40	1,40	7,60	$H_b+H_c=$		5,37		
$\alpha=$	29,055	Ángulo de la berma con la horizontal										
$H_b=$	2,56	Altura de berma										
$B=$	4,60	Base de la berma										
$\phi=$	27,00°	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma										
$H_c=$	2,82	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado										
$Z_{2\phi}=$	0,67	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a $2\phi$ .										
$\sigma_{vc}=$	39,05	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma										
$K_{pc}=$	3,69	Valor del empuje en reposo del punto C.										
$\sigma_{vc}=$	79,66	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a $2\phi$ del pilote.										
$K_{pc}=$	1,81	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a $2\phi$ .										
$\phi'=$	16,74°											
	$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma							
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00°	0,00	1,00								
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	16,74°	1,81	2,20								
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	16,74°	1,81	2,17	Considera $K_{pc}$ y $\sigma_v$ descontando $z_{2\phi}$							
Estrato4:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	35,00°	3,69	0,83	Considera $K_p$ que corresponde y $\sigma_v$ descontando $H_b$							
Estrato4:	19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00°	3,39	1,40								

#### 3.3.1.4.1.- Altura de pantalla 4 m Zona de Borde

Pilote de 9,00 m de largo. Se corresponde con los 5 primeros y últimos pilotes.

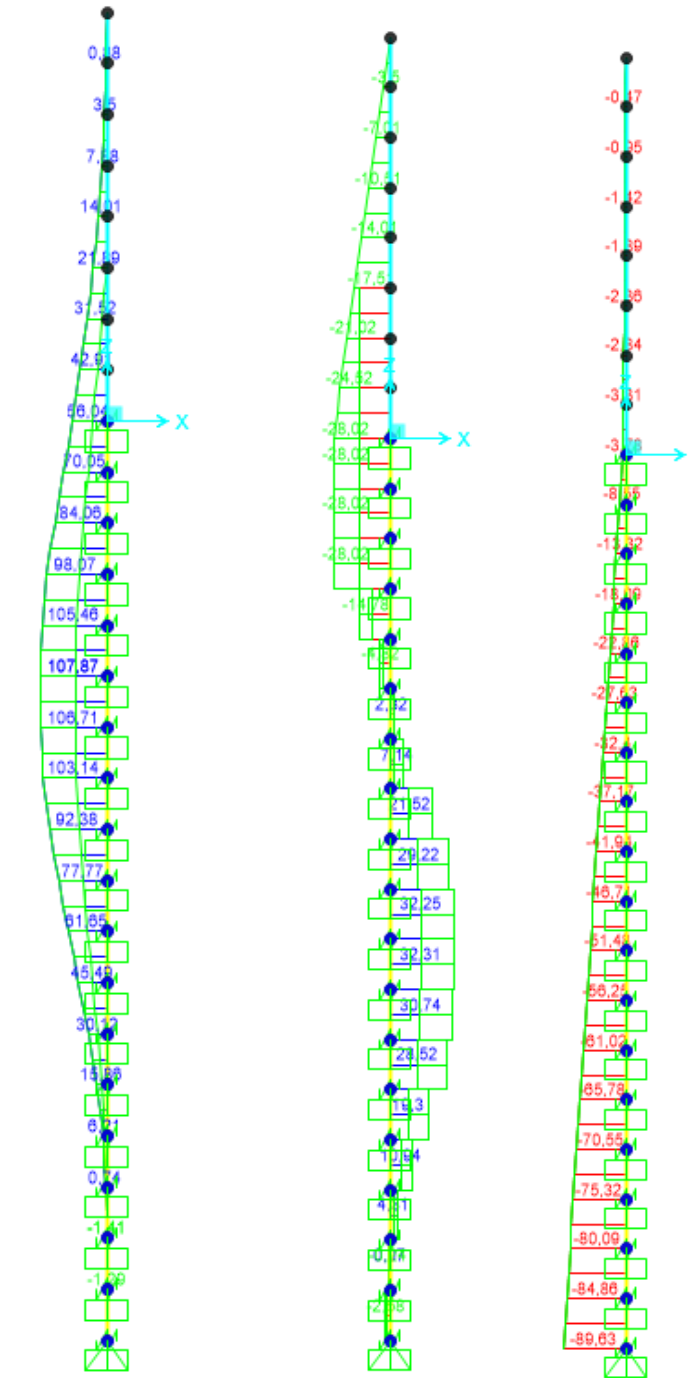


Figura 49. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m3	0,00 °	0,00	1,00
21,5 kN/m3	16,74 °	1,81	2,20
18,8 kN/m3	16,74 °	1,81	2,17
18,8 kN/m3	35,00 °	3,69	0,83
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	56,04	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,20	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	38,89	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	111,37	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,86	m	
$E_2$	252,02	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,78	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	252,02	KN	
R=	195,98	KN	
Δ=	0,77	m	
L=	3,63	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	56,04	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	294,14	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	294,14	KN.m	OK

Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.

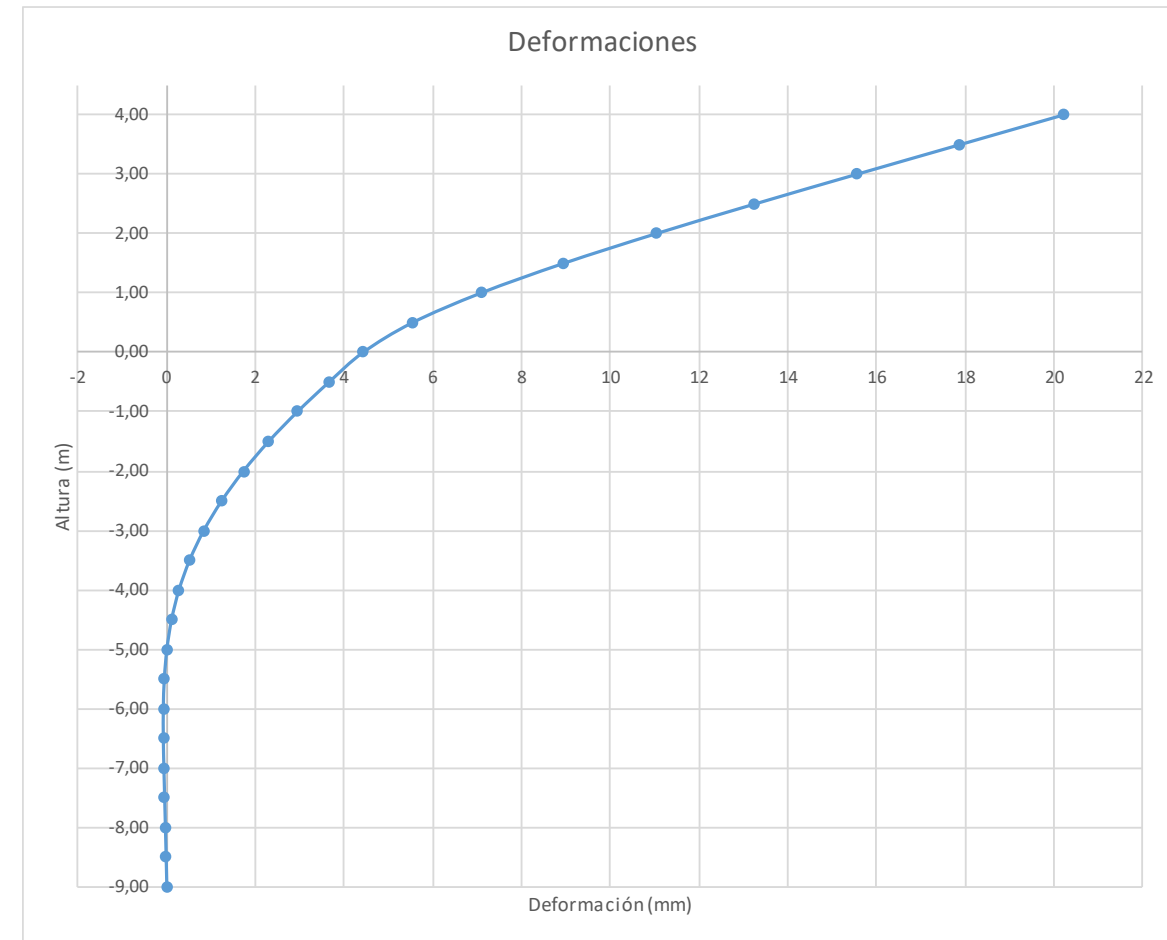


Figura 50. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,020	0,0047	4,00
2	VIENTO	0,018	0,0047	3,50
3	VIENTO	0,016	0,0046	3,00
4	VIENTO	0,013	0,0045	2,50
5	VIENTO	0,011	0,0043	2,00
6	VIENTO	0,009	0,0039	1,50
7	VIENTO	0,007	0,0034	1,00
8	VIENTO	0,006	0,0026	0,50
9	VIENTO	0,004	0,0016	0,00
10	VIENTO	0,004	0,0015	-0,50
11	VIENTO	0,003	0,0014	-1,00
12	VIENTO	0,002	0,0012	-1,50
13	VIENTO	0,002	0,0011	-2,00
14	VIENTO	0,001	0,0009	-2,50
15	VIENTO	0,001	0,0007	-3,00
16	VIENTO	0,001	0,0006	-3,50
17	VIENTO	0,000	0,0004	-4,00
18	VIENTO	0,000	0,0003	-4,50
19	VIENTO	0,000	0,0002	-5,00
20	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-9,00

Deformación		
Movimiento en cabeza de poste		
Text	mm	
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	20,21	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,47	OK<30mm
Movimiento en cabeza de pilote		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,43	OK<25 mm
Giro cabeza pilote	1,58	OK<=5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

Dimensions  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Section Properties...  
 Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of Inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of Inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T6\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans. (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	51,48
Med (kN*m)	61,65
Ved (kN)	32,31

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,18

<b>VRd,c (kN)</b>	147,70
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,70

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,014
cot θ	72,77

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

3.3.1.4.2.- Altura de pantalla 4 m Zona Central

Pilotes de 9,00 m de largo.

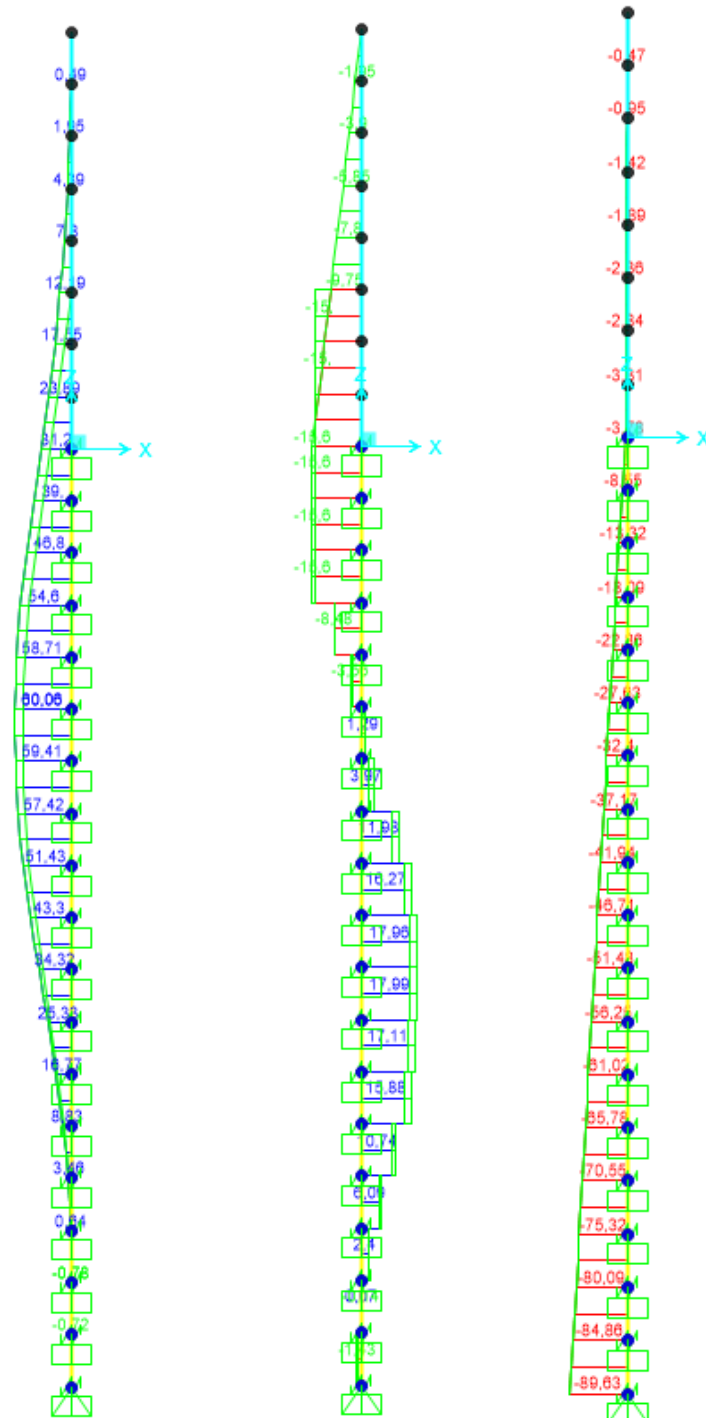


Figura 51. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	1,00
21,5 kN/m <sup>3</sup>	16,74 °	1,81	2,20
18,8 kN/m <sup>3</sup>	16,74 °	1,81	2,17
18,8 kN/m <sup>3</sup>	35,00 °	3,69	0,83
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	31,20	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,70	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$ =	38,89	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	92,18	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,37	m	
$E_2$	161,65	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,59	m	
$e_{3sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$ =	161,65	KN	
$R$ =	130,45	KN	
$\Delta$ =	0,62	m	
$L$ =	2,99	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
$H=E-R$	31,20	KN	OK
$H(e+L-\Delta/2)$ =	146,07	KN.m	
$E(dE-\Delta/2)$ =	146,07	KN.m	OK

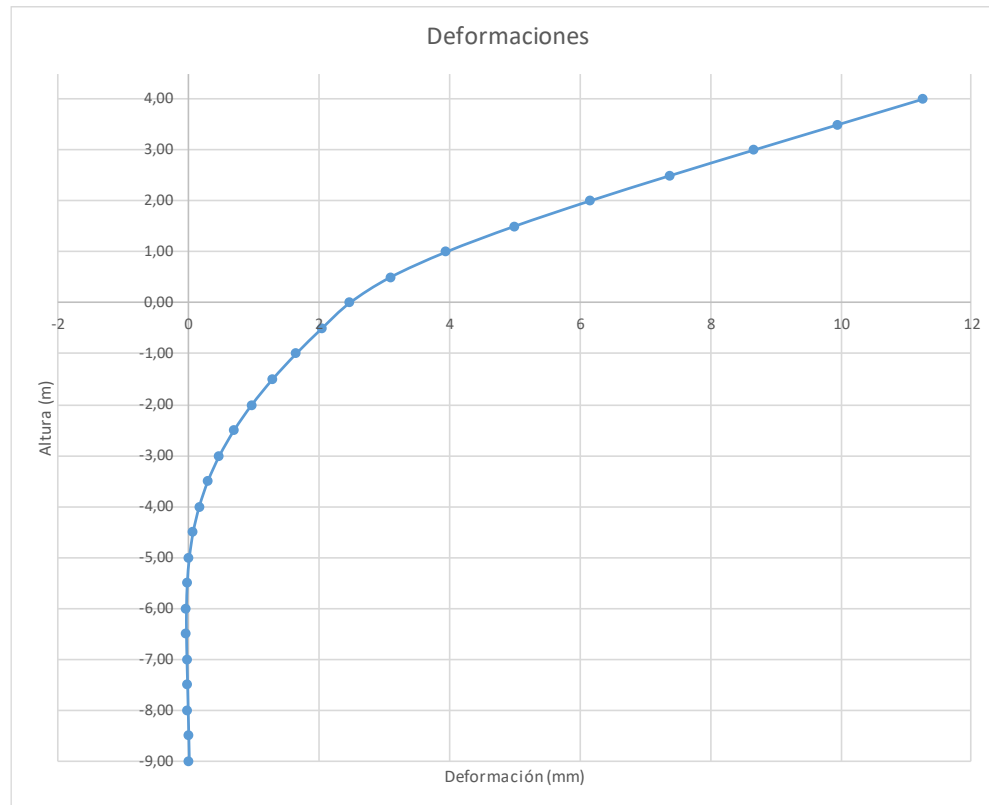
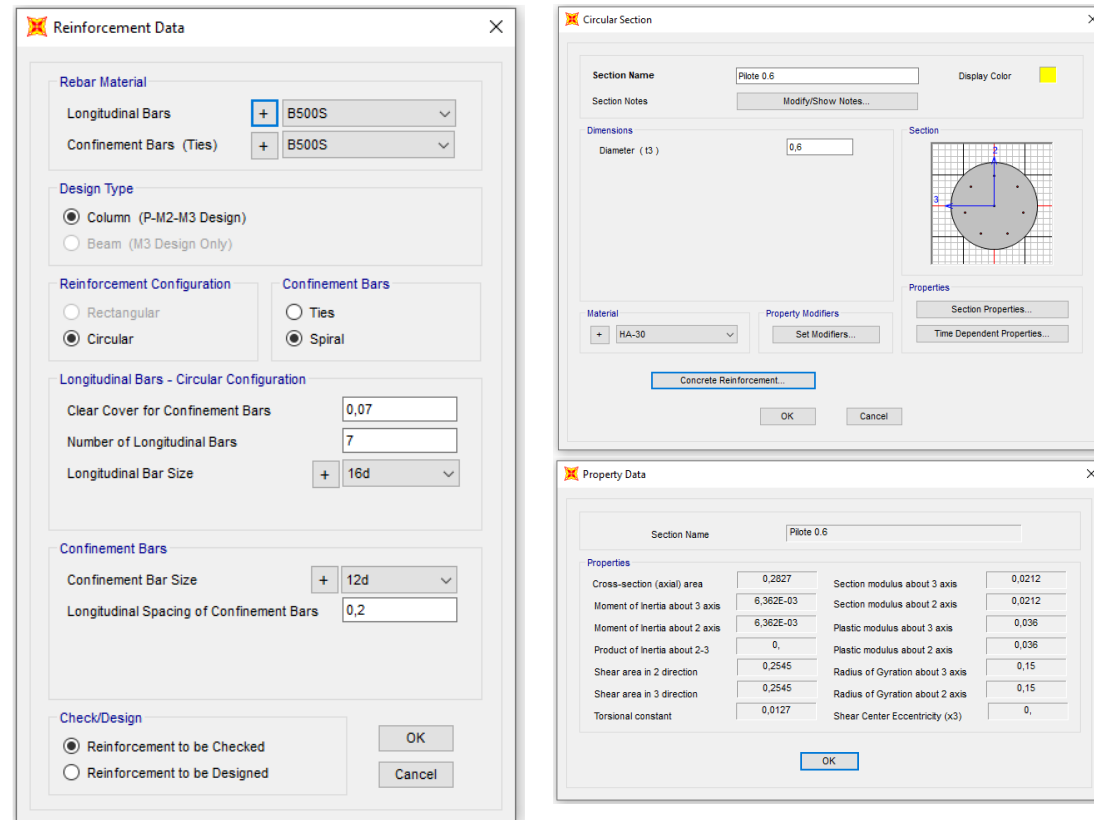


Figura 52. Deformada (Viento Característico).

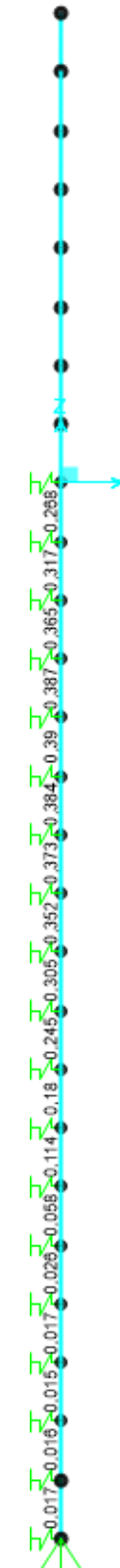
Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,011	0,0026	4,00
2	VIENTO	0,010	0,0026	3,50
3	VIENTO	0,009	0,0026	3,00
4	VIENTO	0,007	0,0025	2,50
5	VIENTO	0,006	0,0024	2,00
6	VIENTO	0,005	0,0022	1,50
7	VIENTO	0,004	0,0019	1,00
8	VIENTO	0,003	0,0014	0,50
9	VIENTO	0,002	0,0009	0,00
10	VIENTO	0,002	0,0008	-0,50
11	VIENTO	0,002	0,0008	-1,00
12	VIENTO	0,001	0,0007	-1,50
13	VIENTO	0,001	0,0006	-2,00
14	VIENTO	0,001	0,0005	-2,50
15	VIENTO	0,000	0,0004	-3,00
16	VIENTO	0,000	0,0003	-3,50
17	VIENTO	0,000	0,0002	-4,00
18	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
19	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
20	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-9,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
Text	mm	
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	11,25	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	5,27	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,47	OK<25 mm
Giro cabeza pilote	0,88	OK<=5mm/m





Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T6\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	51,48
Med (kN*m)	34,32
Ved (kN)	17,99

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm2)	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ <sub>l</sub>	0,002
k <sub>1</sub>	0,15
σ <sub>cp</sub> (Mpa)	0,18

<b>VRd,c (kN)</b>	147,70
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,70

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

α <sub>cw</sub>	1
z (m)	0,455
v <sub>1</sub>	0,6
f <sub>cd</sub> (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,008
cot θ	130,72

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.3.1.5.- Tramo 7**

D=	Diámetro del pilote.							Este el el estrato que se desprecia del terreno.
	Yn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>fincapa</sub>	
Estrato1:	21,5 kN/m3	0 °	0,00	0,90	0,00	0,90	0,90	H <sub>B</sub> +H <sub>C</sub> = 5,80
Estrato2:	21,5 kN/m3	27 °	2,66	2,30	0,30	2,30	3,20	
Estrato3:	19,0 kN/m3	33 °	3,39	4,40	4,40	4,40	7,60	

Tabla 15. Parámetros geotécnicos del tramo 7. PP\_A1\_16\_MD\_1.

**Zona en talud:**

D=	Diámetro del pilote.							Este el el estrato que se desprecia del terreno.
	Yn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>fincapa</sub>	
Estrato1:	21,5 kN/m3	0 °	0,00	0,90	0,00	0,90	0,90	H <sub>B</sub> +H <sub>C</sub> = 5,80
Estrato2:	21,5 kN/m3	27 °	2,66	2,30	0,30	2,30	3,20	
Estrato3:	19,0 kN/m3	33 °	3,39	4,40	4,40	4,40	7,60	
α=	34,624	Ángulo de la berma con la horizontal						
H <sub>B</sub> =	2,90	Altura de berma						
B=	5,34	Base de la berma						
φ=	33,00	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma						
H <sub>C</sub> =	2,90	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado						
Z <sub>2φ</sub> =	0,00	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2φ.						
σ <sub>vc</sub> =	55,84	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma						
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.						
σ <sub>vc</sub> '=	118,19	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2φ del pilote.						
K <sub>pc</sub> '=	1,60	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2φ.						
φ'=	13,39 °							
	Yn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma			
Estrato1:	21,5 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90				
Estrato2:	21,5 kN/m3	13,39 °	1,60	2,30				
Estrato3:	19,0 kN/m3	13,39 °	1,60	2,60	Considera K <sub>pc</sub> ' y σ <sub>v</sub> descontando z2φ			
Estrato3:	19,0 kN/m3	33,00 °	3,39	1,80	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y σ <sub>v</sub> descontando H <sub>B</sub>			

**3.3.1.5.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde**

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

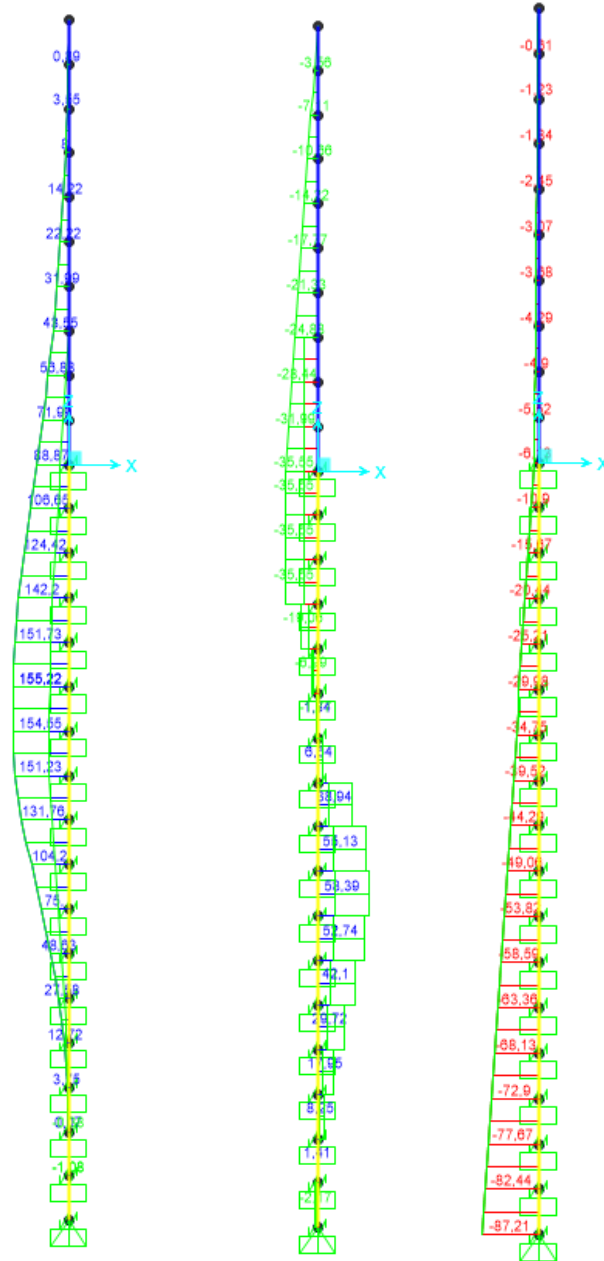


Figura 53. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m3	13,39 °	1,60	2,30
19,0 kN/m3	13,39 °	1,60	2,60
19,0 kN/m3	33,00 °	3,39	1,80
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	3,53	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	79,25	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	2,30	m	
E <sub>2</sub>	164,05	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,69	m	
e <sub>3sup</sub> =	79,25	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	107,49	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,93	m	
E <sub>3</sub>	155,89	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,44	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	319,93	KN	
R=	248,83	KN	
Δ=	1,00	m	
L=	5,13	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	506,83	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	506,83	KN.m	OK

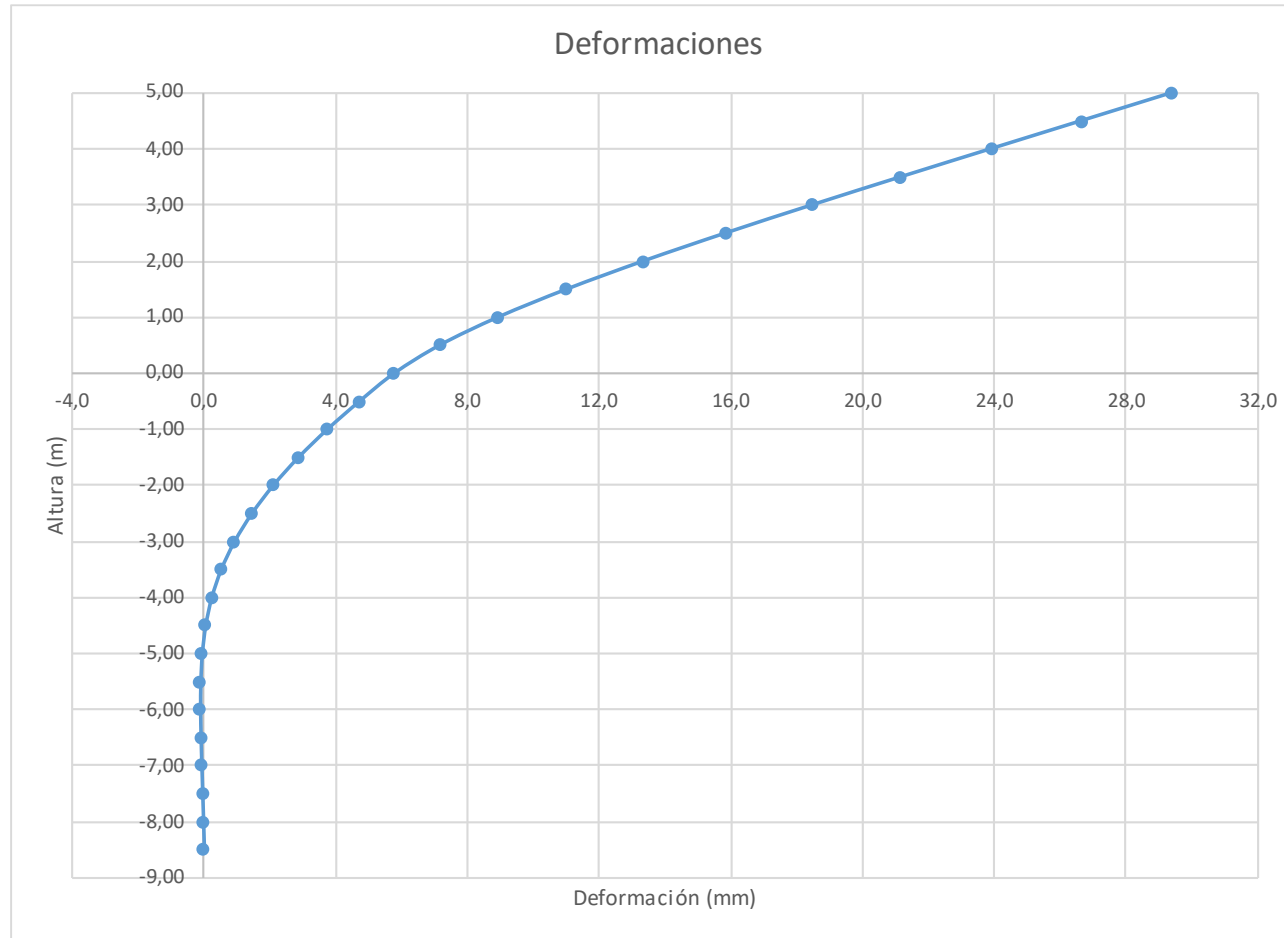
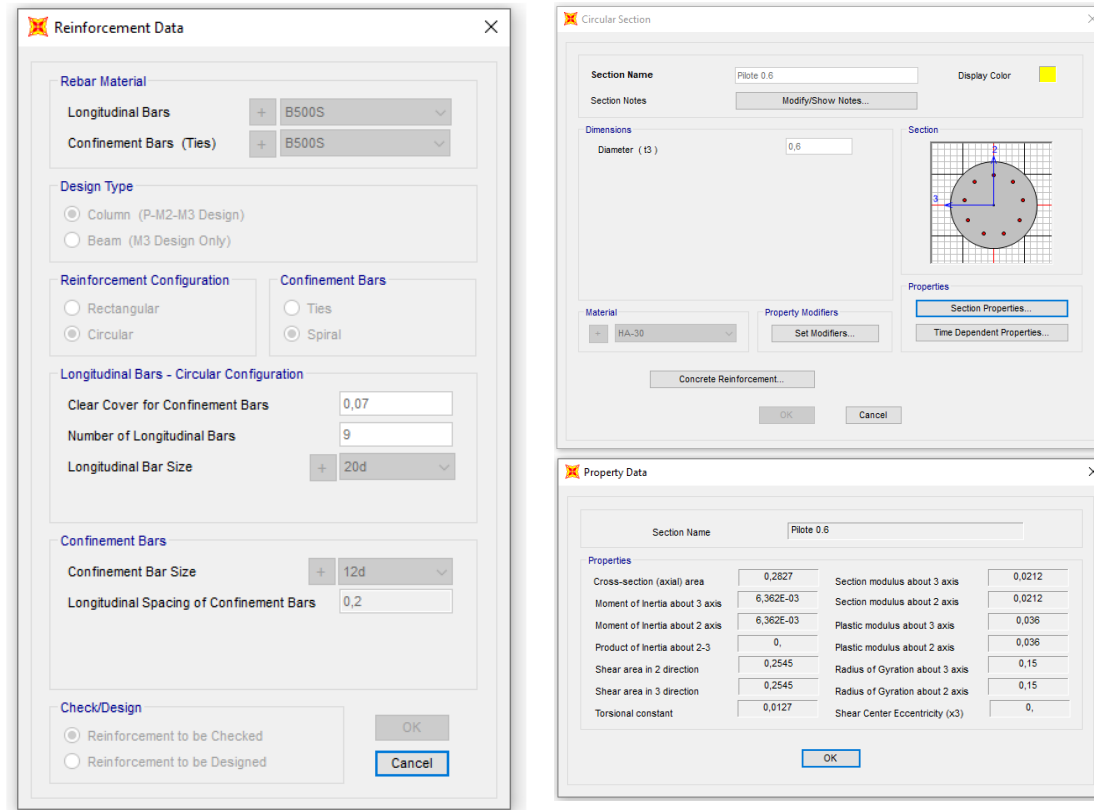


Figura 54. Deformaciones (Viento Característico).

Joint	OutputCase	U1	R2	z	
Text	Text	m	Radians	m	
1	VIENTO	0,029	0,0055	5,00	
2	VIENTO	0,027	0,0055	4,50	
3	VIENTO	0,024	0,0055	4,00	2
4	VIENTO	0,021	0,0054	3,50	2
5	VIENTO	0,018	0,0053	3,00	1
6	VIENTO	0,016	0,0051	2,50	1
7	VIENTO	0,013	0,0048	2,00	1
8	VIENTO	0,011	0,0044	1,50	1
9	VIENTO	0,009	0,0038	1,00	8
10	VIENTO	0,007	0,0031	0,50	7
11	VIENTO	0,006	0,0022	0,00	5
12	VIENTO	0,005	0,0020	-0,50	4
13	VIENTO	0,004	0,0019	-1,00	3
14	VIENTO	0,003	0,0016	-1,50	2
15	VIENTO	0,002	0,0014	-2,00	2
16	VIENTO	0,001	0,0012	-2,50	1
17	VIENTO	0,001	0,0009	-3,00	0
18	VIENTO	0,001	0,0007	-3,50	0
19	VIENTO	0,000	0,0005	-4,00	0
20	VIENTO	0,000	0,0003	-4,50	0
21	VIENTO	0,000	0,0002	-5,00	-4
22	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50	-4
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00	-4
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50	-0,101
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00	-0,077
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50	-0,051
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00	-0,025
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50	0

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	29,42	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	OK<Ls/150
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	5,78	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	2,19	OK<=5mm/m



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T7\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	49,06
Med (kN*m)	104,2
Ved (kN)	58,39

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	12,57
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	146,96
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,96

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,025
cot θ	40,09

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,30

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

3.3.1.5.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo.

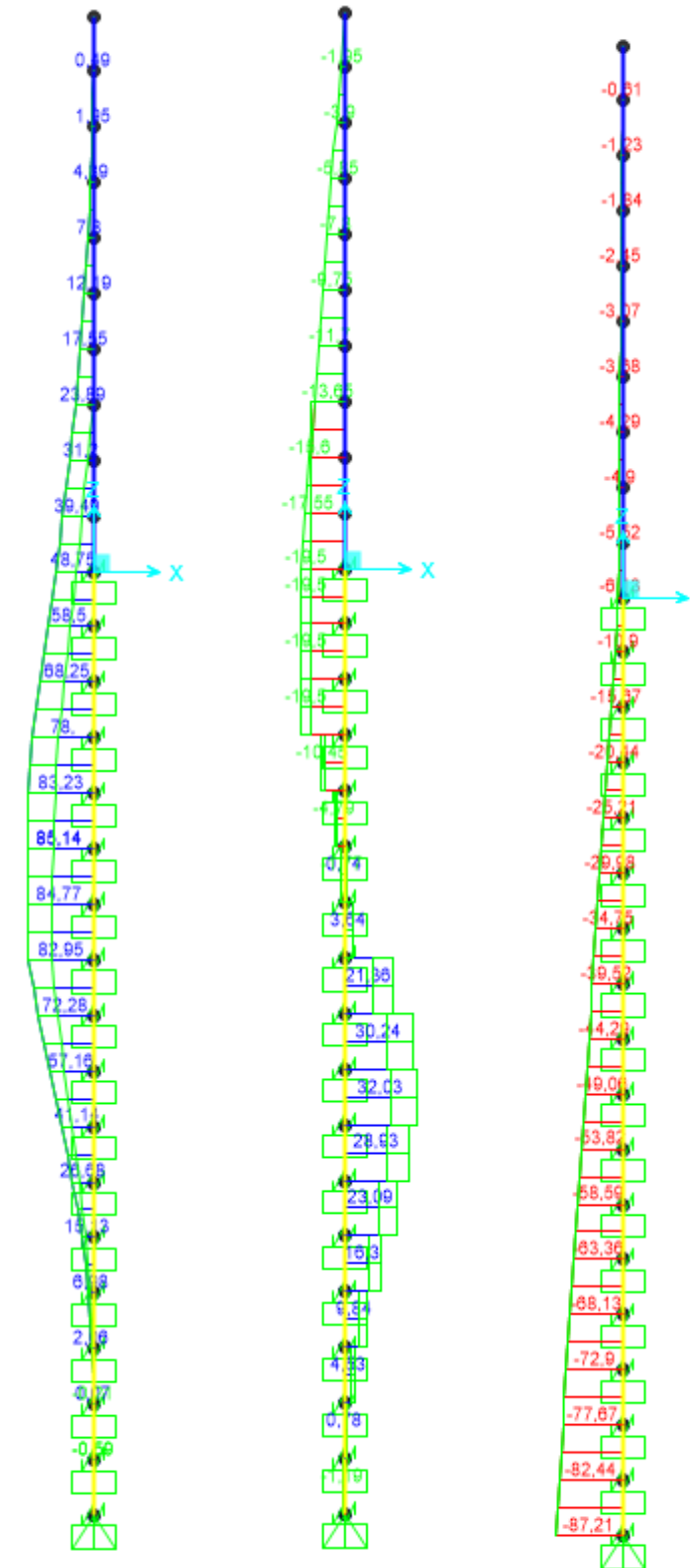


Figura 55. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03



LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m <sup>3</sup>	13,39 °	1,60	2,30
19,0 kN/m <sup>3</sup>	13,39 °	1,60	2,60
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	1,80
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	42,30	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,91	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	79,25	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	2,30	m	
$E_2$	164,05	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,08	m	
$e_{3sup}$	79,25	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	88,81	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,31	m	
$E_3$	47,48	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,15	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E=$	211,52	KN	
$R=$	169,22	KN	
$\Delta=$	0,83	m	
$L=$	4,34	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	42,30	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	271,84	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	271,84	KN.m	OK

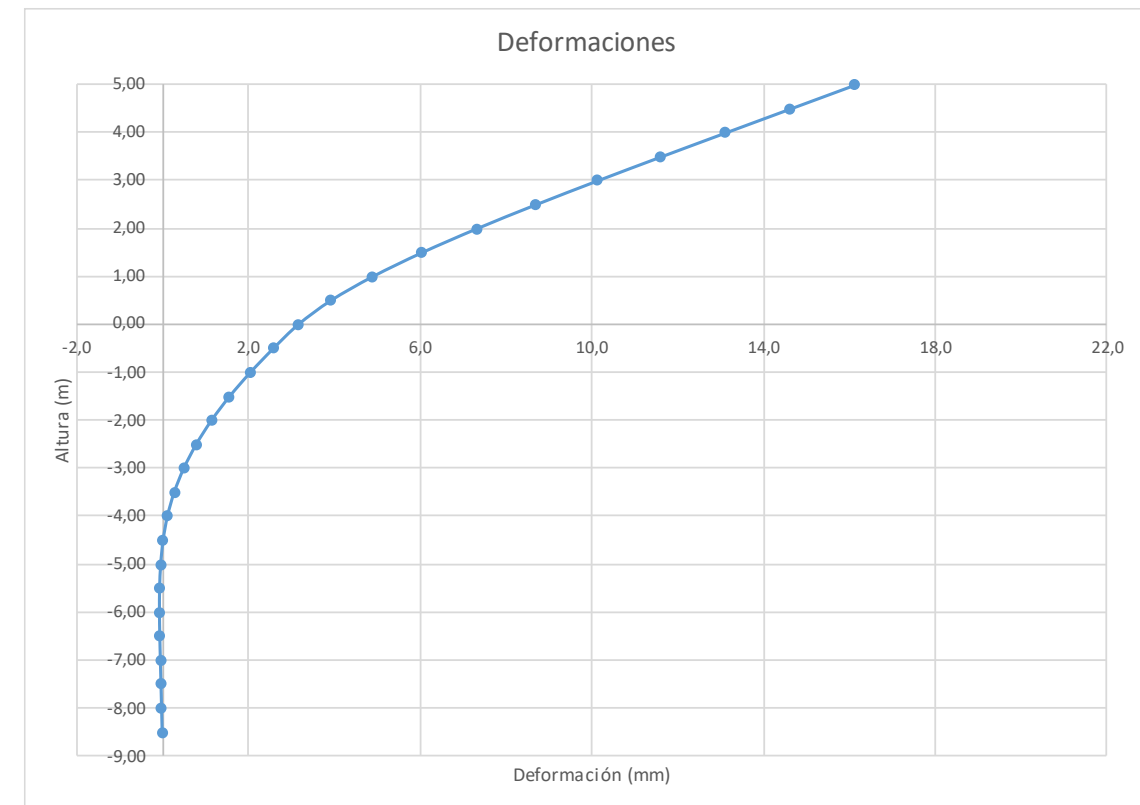


Figura 56. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,016	0,0030	5,00
2	VIENTO	0,015	0,0030	4,50
3	VIENTO	0,013	0,0030	4,00
4	VIENTO	0,012	0,0030	3,50
5	VIENTO	0,010	0,0029	3,00
6	VIENTO	0,009	0,0028	2,50
7	VIENTO	0,007	0,0026	2,00
8	VIENTO	0,006	0,0024	1,50
9	VIENTO	0,005	0,0021	1,00
10	VIENTO	0,004	0,0017	0,50
11	VIENTO	0,003	0,0012	0,00
12	VIENTO	0,003	0,0011	-0,50
13	VIENTO	0,002	0,0010	-1,00
14	VIENTO	0,002	0,0009	-1,50
15	VIENTO	0,001	0,0008	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0006	-2,50
17	VIENTO	0,001	0,0005	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0004	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0003	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
27	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
28	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (d): 0,6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	16,14	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,17	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,20	OK <= 5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_1\_T7\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	49,06
Med (kN*m)	57,16
Ved (kN)	32,03

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	147,38
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,38

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,014
cot θ	73,41

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

### 3.3.2.1.1.- Altura de pantalla 6 m Zona de Borde

Pilote de 10,0 m de largo. Se corresponde con los 7 primeros y últimos pilotes.

### 3.3.1.6.- Tramo 9

Este tramo se corresponde en altura de pantalla, geotecnia y orografía, con el tramo 7. PP\_A1\_16\_MD\_1.

### 3.3.2.- PP\_A1\_16\_MD\_2

#### 3.3.2.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal K <sub>h</sub> (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0.5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1.A6.MD.2 (5.19)	0,0 m	2,8 m	2,8 m	4,0 m	R <sub>LC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	16	SM	19,3 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>			0 KN/m <sup>2</sup>	31°	2000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	33 KN/m <sup>2</sup>		14000 KN/m <sup>3</sup>
	2,8 m	7,0 m	4,2 m		T <sub>ARC2</sub>	Tosco arenoso	63	CL	18,8 KN/m <sup>3</sup>	12,0 KN/m <sup>3</sup>	380 KN/m <sup>2</sup>	190 KN/m <sup>2</sup>	25 KN/m <sup>2</sup>	33°	4000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	70 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	23750 KN/m <sup>3</sup>

Tabla 16. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_16\_MD\_2

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.						
	γ <sub>n</sub>	φ	K <sub>p</sub>	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>fincapa</sub>	
Estrato1:	19,3 kN/m <sup>3</sup>	0°	0,00	0,90	0,00	0,15	0,90	Este es el estrato que se desprecia del terreno.
Estrato2:	19,3 kN/m <sup>3</sup>	31°	3,12	1,90	0,00	1,90	2,80	
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	4,20	3,70	4,20	7,00	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> = 6,18
α=	31,908	Ángulo de la berma con la horizontal --> considero una única pendiente						
H <sub>b</sub> =	3,30	Altura de berma						
B=	5,30	Base de la berma						
∅=	33,00	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma						
H <sub>c</sub> =	2,88	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado						
Z <sub>2φ</sub> =	0,75	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2∅.						
σ <sub>vc</sub> =	54,10	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma						
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.						
σ <sub>vc</sub> =	103,12	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2∅ del pilote.						
K <sub>pc</sub> =	1,78	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2∅.						
∅'=	16,29°							
	γ <sub>n</sub>	φ	K <sub>p</sub>	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma			
Estrato1:	19,3 kN/m <sup>3</sup>	0,00°	0,00	0,90				
Estrato2:	19,3 kN/m <sup>3</sup>	16,29°	1,78	1,90				
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	16,29°	1,78	3,38	Considera K <sub>pc</sub> y σ <sub>v</sub> descontando z2∅			
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	33,00°	3,39	0,82	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y σ <sub>v</sub> descontando H <sub>b</sub>			

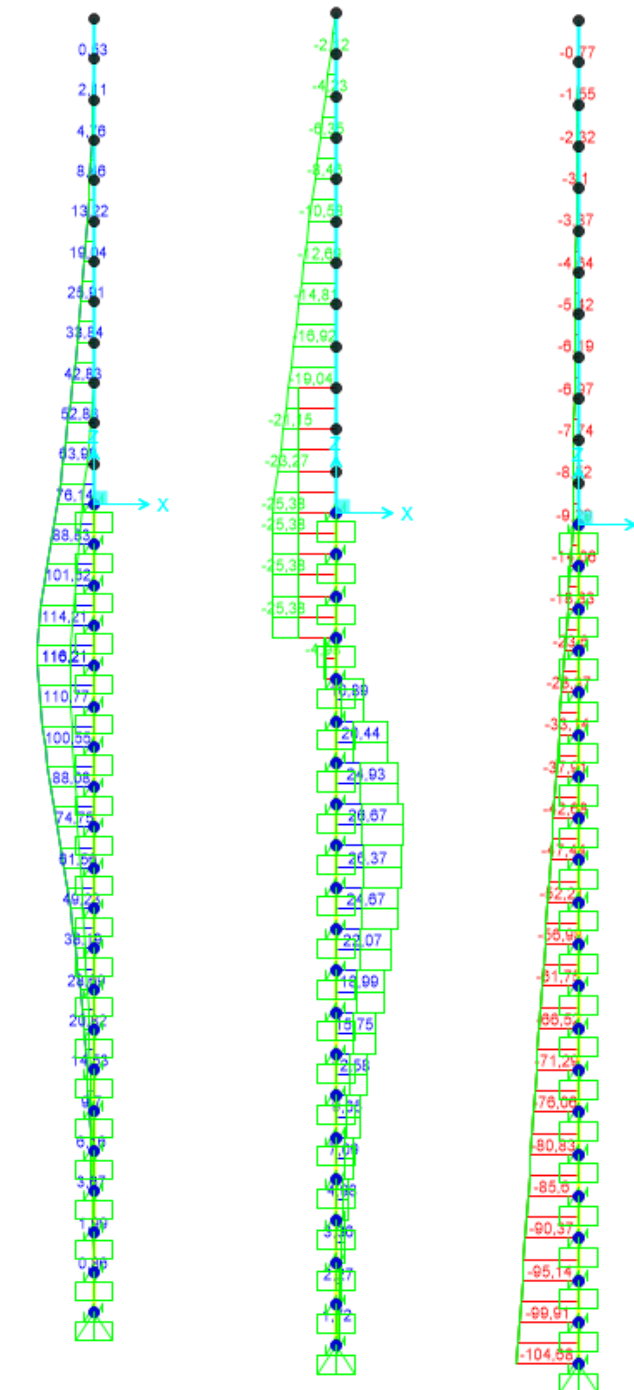


Figura 57. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
19,3 kN/m3	16,29 °	1,78	1,90
18,8 kN/m3	16,29 °	1,78	3,38
18,8 kN/m3	33,00 °	3,39	0,82
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	94,32	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	4,03	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	65,26	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,90	m	
E <sub>2</sub>	111,59	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,46	m	
e <sub>3sup</sub> =	65,26	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	126,41	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	1,83	m	
E <sub>3</sub>	315,33	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,82	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	426,92	KN	
R=	332,60	KN	
Δ=	1,13	m	
L=	5,75	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	94,32	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	772,57	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	772,57	KN.m	OK

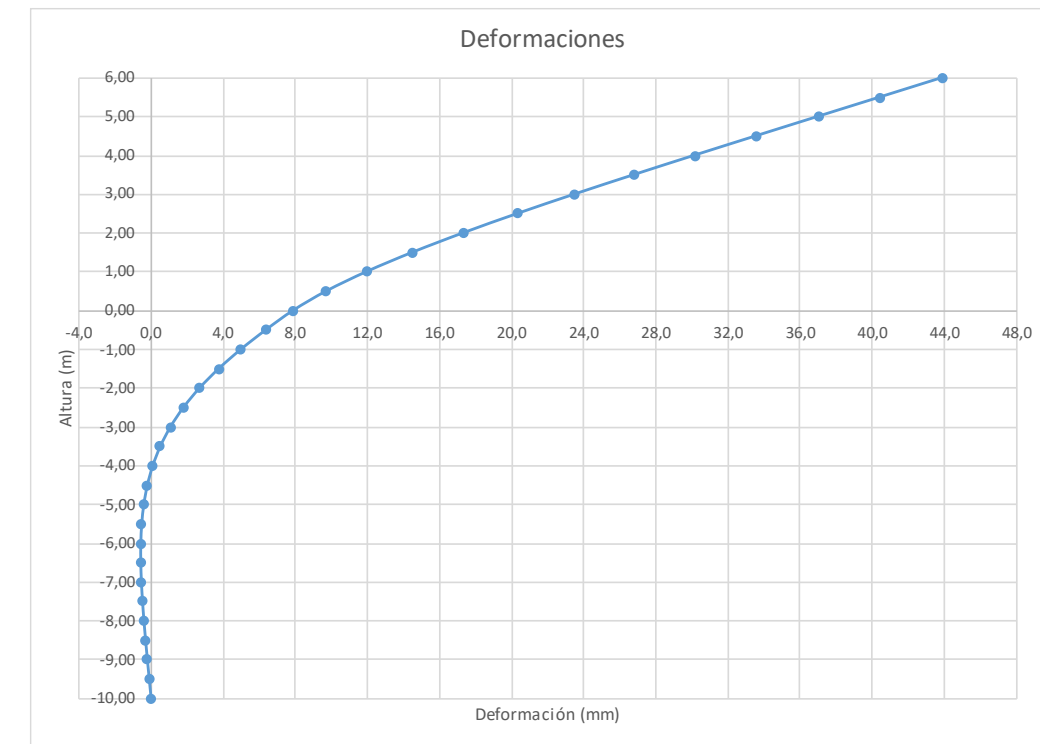


Figura 58. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,044	0,0069	6,00
2	VIENTO	0,040	0,0069	5,50
3	VIENTO	0,037	0,0069	5,00
4	VIENTO	0,034	0,0068	4,50
5	VIENTO	0,030	0,0067	4,00
6	VIENTO	0,027	0,0066	3,50
7	VIENTO	0,024	0,0064	3,00
8	VIENTO	0,020	0,0061	2,50
9	VIENTO	0,017	0,0058	2,00
10	VIENTO	0,015	0,0053	1,50
11	VIENTO	0,012	0,0047	1,00
12	VIENTO	0,010	0,0040	0,50
13	VIENTO	0,008	0,0031	0,00
14	VIENTO	0,006	0,0029	-0,50
15	VIENTO	0,005	0,0026	-1,00
16	VIENTO	0,004	0,0023	-1,50
17	VIENTO	0,003	0,0020	-2,00
18	VIENTO	0,002	0,0016	-2,50
19	VIENTO	0,001	0,0013	-3,00
20	VIENTO	0,001	0,0010	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0007	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0005	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0003	-5,00
24	VIENTO	-0,001	0,0002	-5,50
25	VIENTO	-0,001	0,0001	-6,00
26	VIENTO	-0,001	0,0000	-6,50
27	VIENTO	-0,001	-0,0001	-7,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
29	VIENTO	0,000	-0,0002	-8,00
30	VIENTO	0,000	-0,0002	-8,50
31	VIENTO	0,000	-0,0002	-9,00
32	VIENTO	0,000	-0,0002	-9,50
33	VIENTO	0,000	-0,0002	-10,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	43,91	
$\delta_{\text{descontando cimentacion}}$	17,24	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	7,89	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	3,13	OK < $5\text{mm}/\pi$

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration  
 Rectangular  
 Circular

Confinement Bars  
 Ties  
 Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 20d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

Dimensions  
 Diameter (13): 0,6

Section: [Diagram showing a circular cross-section with reinforcement bars]

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_2\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,503

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	47,44
Med (kN*m)	155,54
Ved (kN)	50,99

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	20
nº barras(1ª capa)	4
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	12,57
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,005
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	146,74
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,74

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,453
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1064,75
<b>VRd,max 2</b>	1064,75
θ (rad.)	0,022
cot θ	45,92

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,453
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,30

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	445,21
-------------------	--------

### 3.3.2.1.2.- Altura de pantalla 6 m Zona Central

Pilotes de 10,0 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

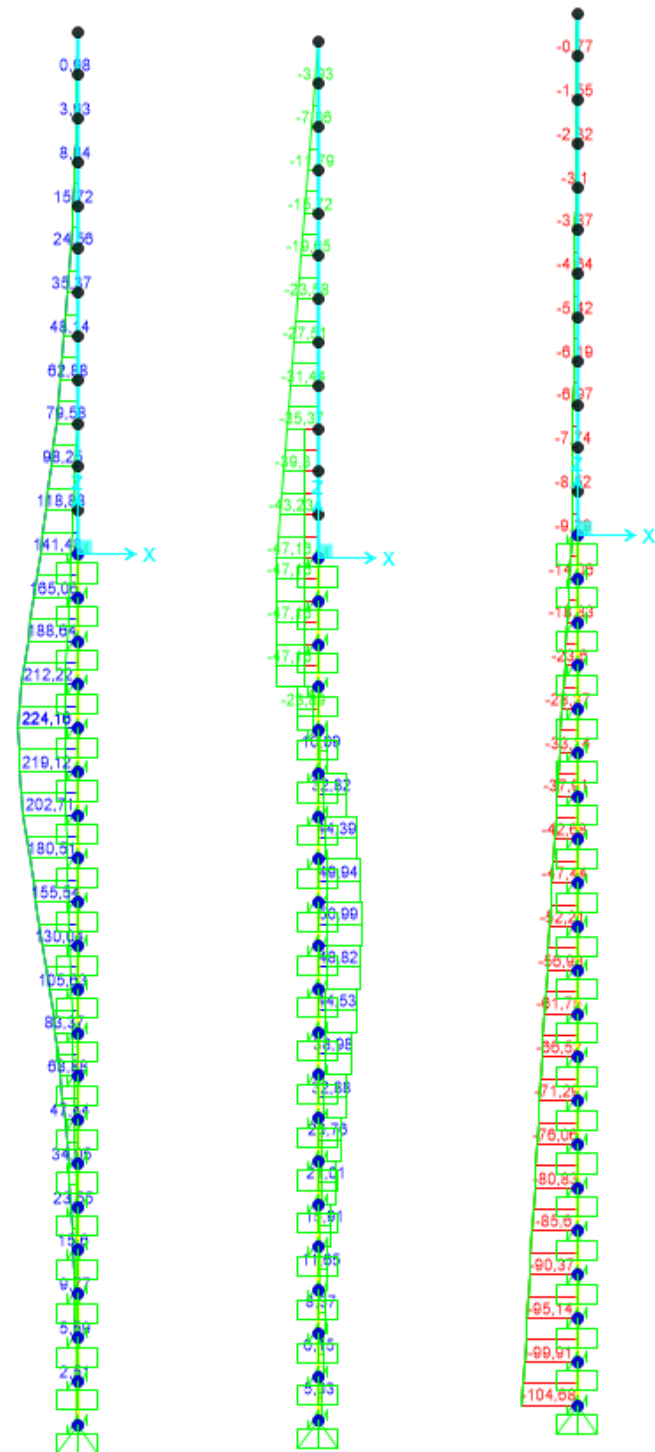


Figura 59. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
19,3 kN/m3	16,29 °	1,78	1,90
18,8 kN/m3	16,29 °	1,78	3,38
18,8 kN/m3	33,00 °	3,39	0,82
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	50,76	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	3,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	3,20	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	65,26	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,90	m	
E <sub>2</sub>	111,59	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,63	m	
e <sub>3sup</sub> =	65,26	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	98,76	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	1,00	m	
E <sub>3</sub>	147,82	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,47	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	259,41	KN	
R=	208,65	KN	
Δ=	0,90	m	
L=	4,70	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	50,76	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	368,07	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	368,07	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03

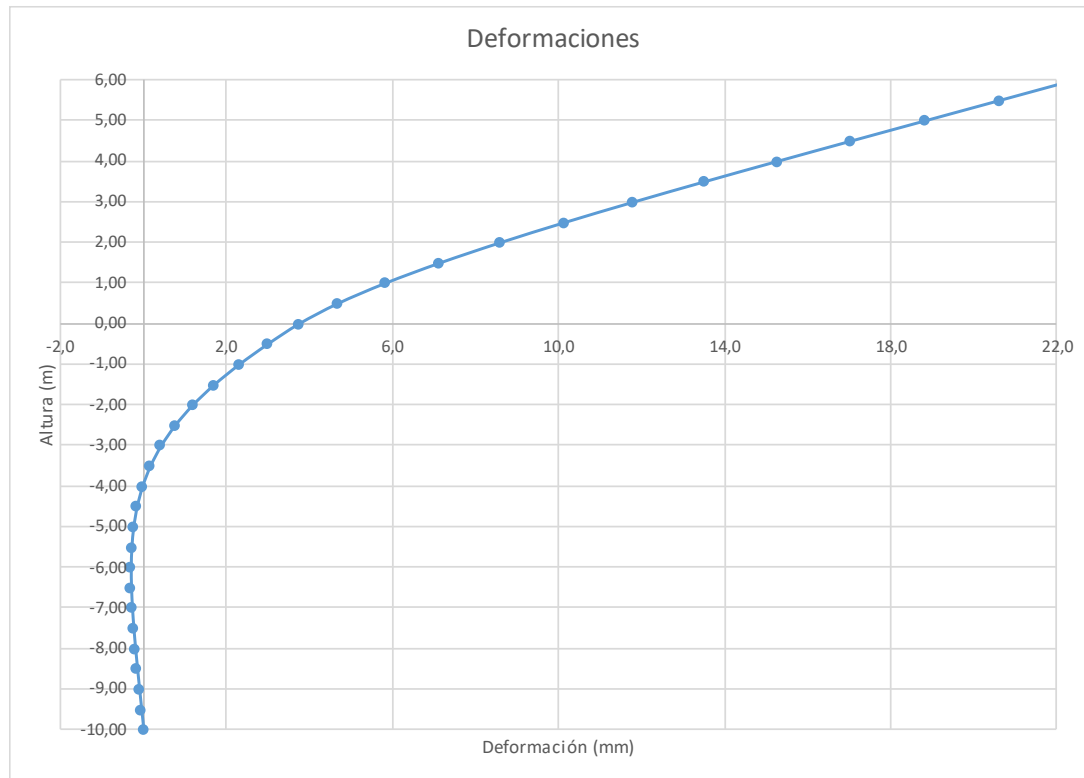
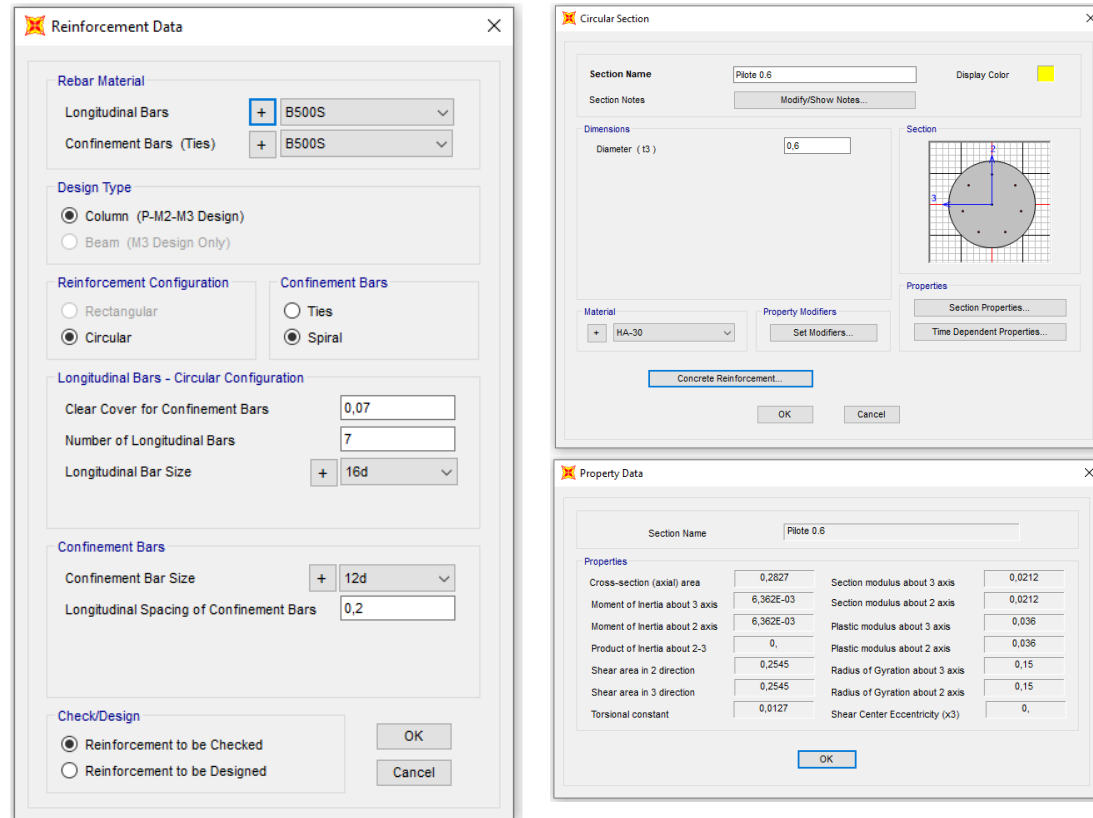


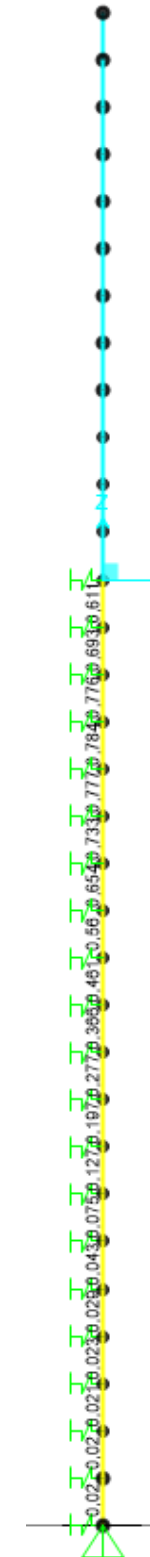
Figura 60. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,022	0,0036	6,00
2	VIENTO	0,021	0,0036	5,50
3	VIENTO	0,019	0,0036	5,00
4	VIENTO	0,017	0,0036	4,50
5	VIENTO	0,015	0,0035	4,00
6	VIENTO	0,014	0,0034	3,50
7	VIENTO	0,012	0,0033	3,00
8	VIENTO	0,010	0,0032	2,50
9	VIENTO	0,009	0,0030	2,00
10	VIENTO	0,007	0,0027	1,50
11	VIENTO	0,006	0,0024	1,00
12	VIENTO	0,005	0,0020	0,50
13	VIENTO	0,004	0,0016	0,00
14	VIENTO	0,003	0,0014	-0,50
15	VIENTO	0,002	0,0013	-1,00
16	VIENTO	0,002	0,0011	-1,50
17	VIENTO	0,001	0,0009	-2,00
18	VIENTO	0,001	0,0008	-2,50
19	VIENTO	0,000	0,0006	-3,00
20	VIENTO	0,000	0,0005	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0003	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
24	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
26	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
29	VIENTO	0,00	-8,80E-05	-8,00
30	VIENTO	0,00	-9,50E-05	-8,50
31	VIENTO	0,00	-1,00E-04	-9,00
32	VIENTO	0,00	-1,02E-04	-9,50
33	VIENTO	0,00	-1,03E-04	-10,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	22,40	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,28	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	3,74	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,56	OK <= 5mm/m



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Titulo de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_2\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	42,68
Med (kN*m)	88,08
Ved (kN)	26,67

**Armadura:**

ØA <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØA <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
Ø A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,15

<b>VRd,c (kN)</b>	146,54
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,54

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,011
cot θ	88,17

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

3.3.3.- PP\_A1\_16\_MD\_3

3.3.3.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	ν	t fuste	q punta	
A1-A6-MD-3 (S-20)	0,0 m	2,6 m	2,6 m			R <sub>ac</sub> Rellenos antrópicos compactos	14		21,0 KN/m <sup>3</sup>	10,0 KN/m <sup>3</sup>			10 KN/m <sup>2</sup>	30 °	1 KN/m <sup>2</sup>	0,35	28 KN/m <sup>2</sup>		5200 KN/m <sup>2</sup>
	2,6 m	6,3 m	3,7 m			T <sub>arc1</sub> Arena tosquiza	29	SC	19,0 KN/m <sup>3</sup>	10,5 KN/m <sup>3</sup>	710 KN/m <sup>2</sup>	355 KN/m <sup>2</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	33 °	80000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	58 KN/m <sup>2</sup>		31500 KN/m <sup>2</sup>
	6,3 m	10,0 m	3,7 m			T <sub>arc2</sub> Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m <sup>3</sup>	10,5 KN/m <sup>3</sup>	630 KN/m <sup>2</sup>	315 KN/m <sup>2</sup>	15 KN/m <sup>2</sup>	33 °	90000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000*(Z/0,6)

Tabla 17. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_16\_MD\_3

3.3.3.1.1.- Altura de pantalla 3 m Zona de Borde

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

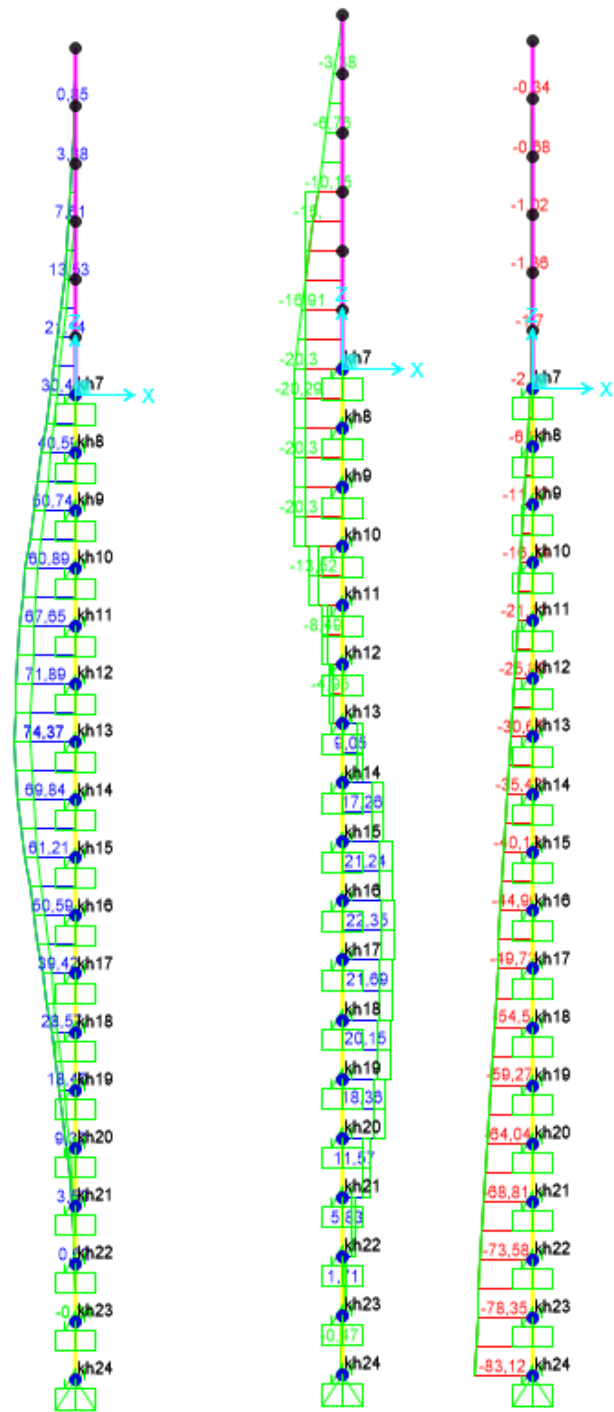


Figura 61. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m3	0 °	0,00	1,00
21,0 kN/m3	30 °	3,00	1,60
19,0 kN/m3	33 °	3,39	3,70
19,0 kN/m3	33 °	3,39	3,70
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	40,59	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,23	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	100,80	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,60	m	
$E_2$	145,15	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,83	m	
$e_{3sup}$	113,98	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	133,26	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,30	m	
$E_3$	66,58	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,15	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E=$	211,73	KN	
$R=$	171,14	KN	
$\Delta=$	0,56	m	
$L=$	3,46	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
$H=E-R$	40,59	KN	OK
$H(e+L-\Delta/2)=$	189,95	KN.m	
$E(dE-\Delta/2)=$	189,95	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03



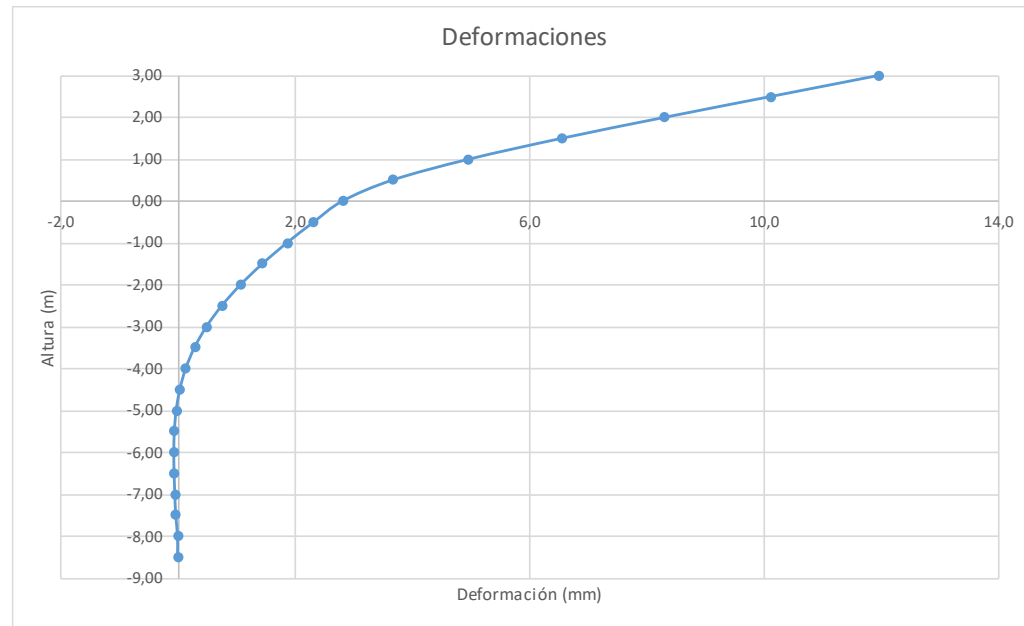
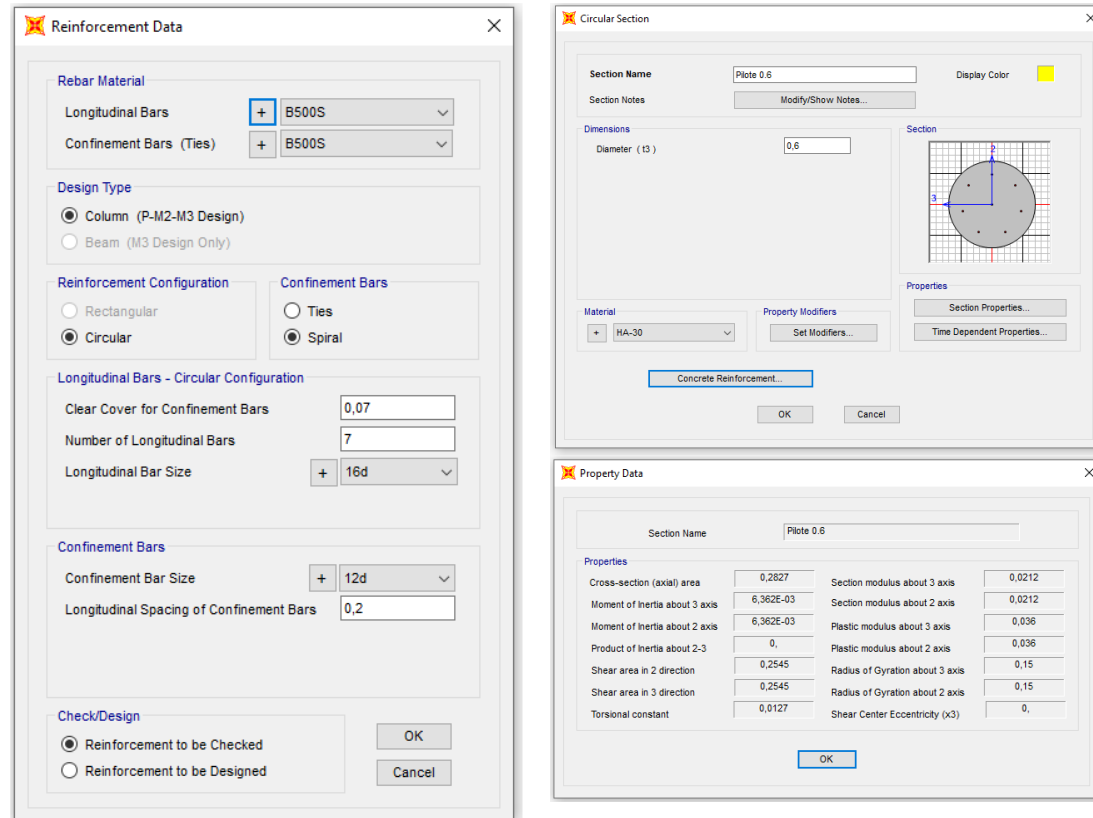


Figura 62. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,011961	0,003653	3,00
2	VIENTO	0,010131	0,003641	2,50
3	VIENTO	0,008313	0,003555	2,00
4	VIENTO	0,006562	0,003322	1,50
5	VIENTO	0,00497	0,002868	1,00
6	VIENTO	0,003666	0,00212	0,50
7	VIENTO	0,002816	0,001004	0,00
8	VIENTO	0,002325	0,000948	-0,50
9	VIENTO	0,001866	0,000877	-1,00
10	VIENTO	0,001447	0,00079	-1,50
11	VIENTO	0,001075	0,00069	-2,00
12	VIENTO	0,000756	0,000581	-2,50
13	VIENTO	0,000494	0,000467	-3,00
14	VIENTO	0,00029	0,000354	-3,50
15	VIENTO	0,00014	0,000252	-4,00
16	VIENTO	0,000039	0,000165	-4,50
17	VIENTO	-0,000023	0,000095	-5,00
18	VIENTO	-0,000054	0,000041	-5,50
19	VIENTO	-0,000063	4,752E-06	-6,00
20	VIENTO	-0,000058	-0,000017	-6,50
21	VIENTO	-0,000046	-0,000027	-7,00
22	VIENTO	-0,000031	-0,00003	-7,50
23	VIENTO	-0,000015	-0,00003	-8,00
24	VIENTO	0	-0,00003	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	11,96	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,13	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,82	OK<25 mm
Giro cabeza pilote	1,00	OK<=5mm/r



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_3\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,96
Med (kN*m)	50,59
Ved (kN)	22,35

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
γc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,84
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,84

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,010
cot θ	105,21

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

3.3.3.1.2.- Altura de pantalla 3 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

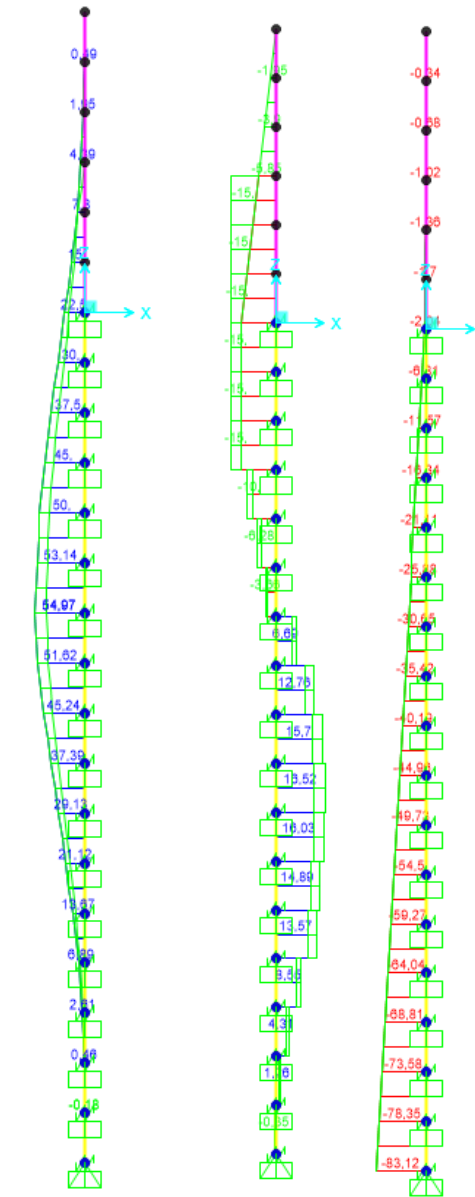


Figura 63. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
21,0 kN/m <sup>3</sup>	30 °	3,00	1,60
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,70
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,70
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	23,40	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,87	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	96,53	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,53	m	
$E_2$	133,11	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,51	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$	133,11	KN	
$R$	109,71	KN	
$\Delta$	0,48	m	
$L$	3,01	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	23,40	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	99,98	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	99,98	KN.m	OK

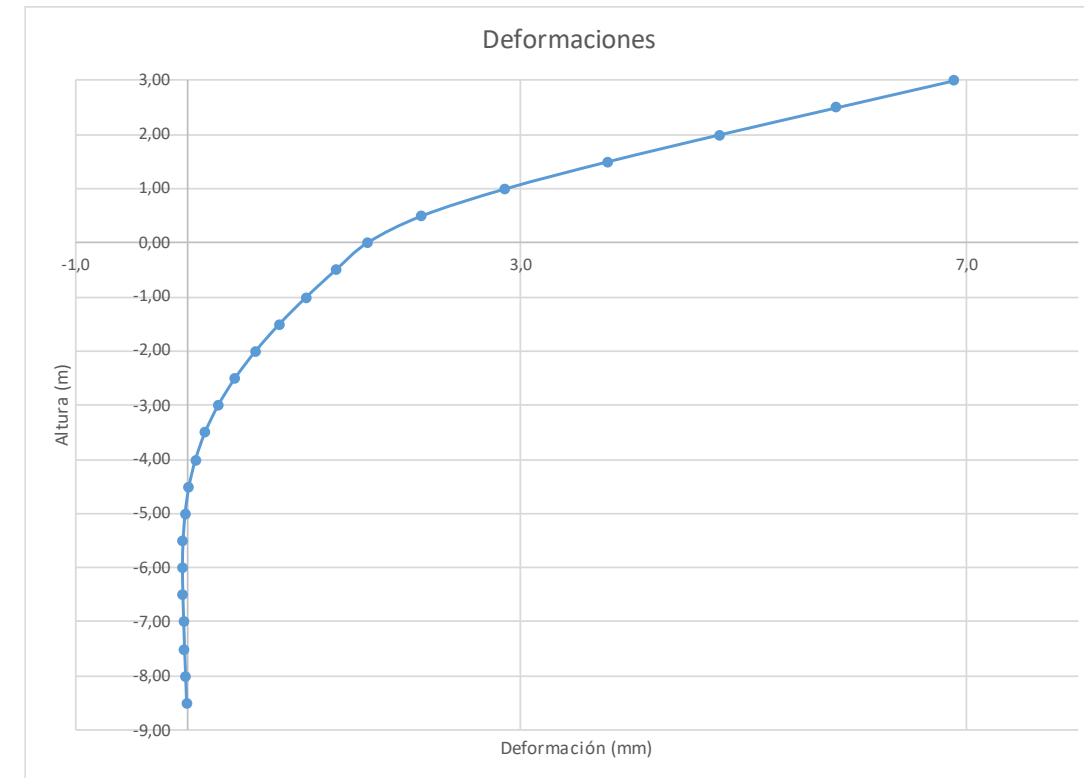


Figura 64. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,006895	0,002106	3,00
2	VIENTO	0,00584	0,002099	2,50
3	VIENTO	0,004792	0,00205	2,00
4	VIENTO	0,003783	0,001915	1,50
5	VIENTO	0,002865	0,001654	1,00
6	VIENTO	0,002114	0,001222	0,50
7	VIENTO	0,001623	0,000579	0,00
8	VIENTO	0,00134	0,000547	-0,50
9	VIENTO	0,001076	0,000506	-1,00
10	VIENTO	0,000834	0,000455	-1,50
11	VIENTO	0,00062	0,000398	-2,00
12	VIENTO	0,000436	0,000335	-2,50
13	VIENTO	0,000285	0,000269	-3,00
14	VIENTO	1,67E-04	0,000204	-3,50
15	VIENTO	0,000081	0,000145	-4,00
16	VIENTO	0,000022	0,000095	-4,50
17	VIENTO	-0,000013	0,000054	-5,00
18	VIENTO	-0,000031	0,000024	-5,50
19	VIENTO	-0,000037	2,739E-06	-6,00
20	VIENTO	-0,000033	-9,769E-06	-6,50
21	VIENTO	-0,000026	-0,000016	-7,00
22	VIENTO	-0,000018	-0,000017	-7,50
23	VIENTO	-0,00000873	-0,000018	-8,00
24	VIENTO	0	-0,000017	-8,50

**Reinforcement Data**

**Rebar Material**  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

**Design Type**  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

**Reinforcement Configuration**  
 Rectangular  
 Circular

**Confinement Bars**  
 Ties  
 Spiral

**Longitudinal Bars - Circular Configuration**  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

**Confinement Bars**  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

**Check/Design**  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

**Dimensions**  
 Diameter (D): 0.6

**Material**  
 HA-30

**Properties**  
 Section Properties...  
 Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

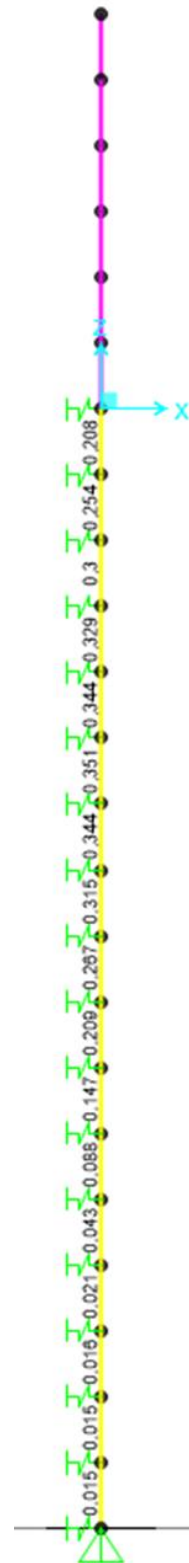
Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of Inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of Inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of Inertia about 2-3	0	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0

OK

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	6,90	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	3,54	OK < 30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,62	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,58	OK <= 5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_3\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,96
Med (kN*m)	37,39
Ved (kN)	16,52

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,84
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,84

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,007
cot θ	142,35

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

cm<sup>2</sup>/m

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03



### 3.3.3.2.- Tramo 3

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m³)
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			c'	φ'	E	v	
A1-A6-MD-3 (S-20)	0,0 m	2,6 m	2,6 m		R <sub>cc</sub>	Rellenos antrópicos compactos	14		21,0 KN/m³	10,0 KN/m³			10 KN/m²	30°	1 KN/m²	0,35	28 KN/m²		5200 KN/m²
	2,6 m	6,3 m	3,7 m		T <sub>ARC1</sub>	Arena tosquiza	29	SC	19,0 KN/m³	10,5 KN/m³	710 KN/m²	355 KN/m²	15 KN/m²	33°	80000 KN/m²	0,35	58 KN/m²		31500 KN/m²
	6,3 m	10,0 m	3,7 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m³	10,5 KN/m³	630 KN/m²	315 KN/m²	15 KN/m²	33°	90000 KN/m²	0,35	90 KN/m²	600 KN/m²	12000*(Z/0,6)

Tabla 18. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP\_A1\_16\_MD\_3

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.							6,3 m	10,0 m	3,7 m	T <sub>ARC1</sub>	T <sub>ARC2</sub>	63	
	γn	φ	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2φ</sub>	Z <sub>iniciapa</sub>	Este es el estrato que se desprecia del terreno.							
Estrato1:	21,0 kN/m³	0°	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90								
Estrato2:	21,0 kN/m³	30°	3,00	1,70	0,00	1,58	2,60								
Estrato3:	19,0 kN/m³	33°	3,39	3,70	3,00	3,70	6,30	H <sub>b</sub> +H <sub>c</sub> = 5,42							
Estrato4:	19,0 kN/m³	33°	3,39	3,70	3,70	3,70	10,00								
α=	40,236	Ángulo de la berma con la horizontal													
H <sub>b</sub> =	3,30	Altura de berma													
B=	3,90	Base de la berma													
φ=	33,00	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma													
H <sub>c</sub> =	2,12	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado													
Z <sub>2φ</sub> =	1,02	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2φ.													
σ <sub>vc</sub> =	40,23	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma													
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.													
σ <sub>vc</sub> =	86,81	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2φ del pilote.													
K <sub>pc</sub> =	1,57	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2φ.													
φ' =	12,85°														
	γn	φ	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma										
Estrato1:	21,0 kN/m³	0,00°	0,00	0,90											
Estrato2:	21,0 kN/m³	12,85°	1,57	1,70											
Estrato3:	19,0 kN/m³	12,85°	1,57	2,82	Considera K <sub>pc</sub> y σ <sub>v</sub> descontando z2φ										
Estrato3:	19,0 kN/m³	33,00°	3,39	0,88	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y σ <sub>v</sub> descontando H <sub>b</sub>										
Estrato4:	19,0 kN/m³	33,00°	3,39	3,70											

#### 3.3.3.2.1.- Altura de pantalla 3 m Zona de Borde

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 4 primeros y últimos pilotes.

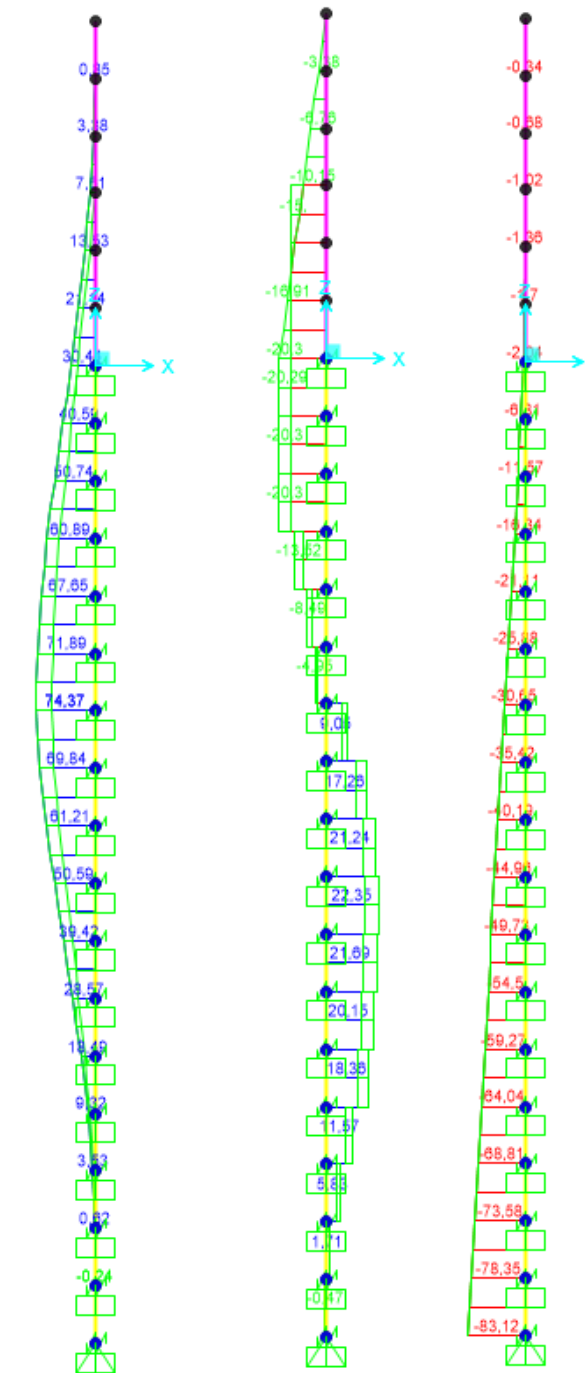


Figura 65. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90
21,0 kN/m <sup>3</sup>	12,85 °	1,57	1,70
19,0 kN/m <sup>3</sup>	12,85 °	1,57	2,82
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	4,58
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	3,60	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	56,12	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,70	m	
$E_2$	85,87	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	2,17	m	
$e_{3sup}$	56,12	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	103,91	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	1,60	m	
$E_3$	230,39	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,72	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	316,26	KN	
R=	245,16	KN	
Δ=	1,01	m	
L=	5,21	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	512,42	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	512,42	KN.m	OK

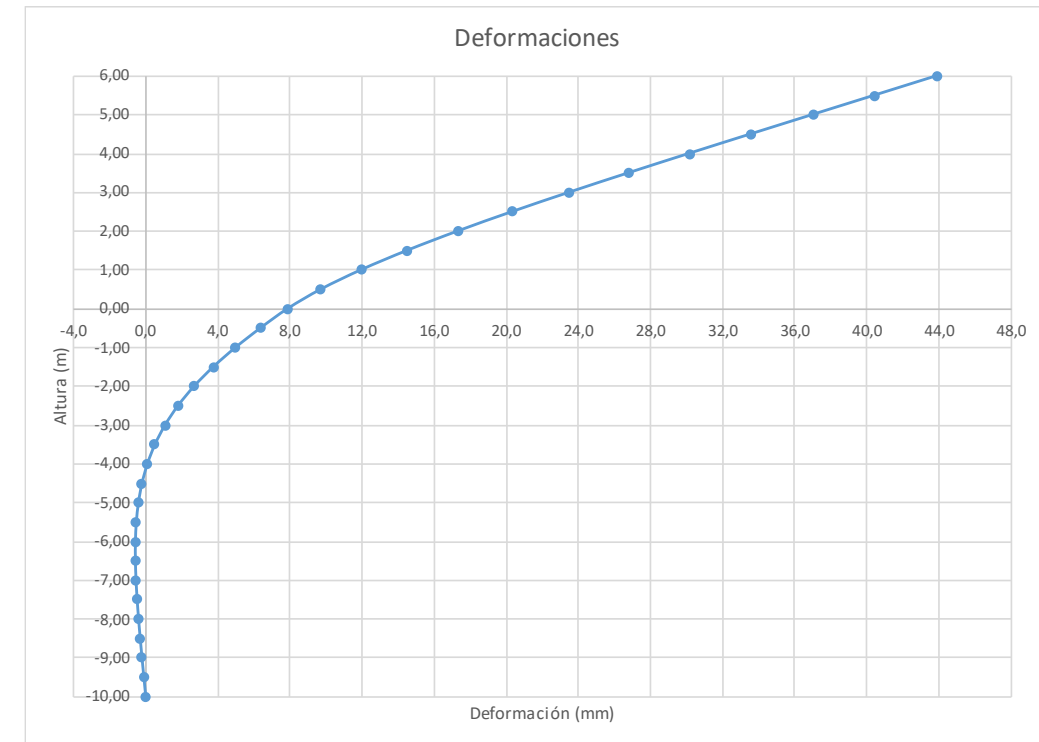


Figura 66. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,044	0,0069	6,00
2	VIENTO	0,040	0,0069	5,50
3	VIENTO	0,037	0,0069	5,00
4	VIENTO	0,034	0,0068	4,50
5	VIENTO	0,030	0,0067	4,00
6	VIENTO	0,027	0,0066	3,50
7	VIENTO	0,024	0,0064	3,00
8	VIENTO	0,020	0,0061	2,50
9	VIENTO	0,017	0,0058	2,00
10	VIENTO	0,015	0,0053	1,50
11	VIENTO	0,012	0,0047	1,00
12	VIENTO	0,010	0,0040	0,50
13	VIENTO	0,008	0,0031	0,00
14	VIENTO	0,006	0,0029	-0,50
15	VIENTO	0,005	0,0026	-1,00
16	VIENTO	0,004	0,0023	-1,50
17	VIENTO	0,003	0,0020	-2,00
18	VIENTO	0,002	0,0016	-2,50
19	VIENTO	0,001	0,0013	-3,00
20	VIENTO	0,001	0,0010	-3,50
21	VIENTO	0,000	0,0007	-4,00
22	VIENTO	0,000	0,0005	-4,50
23	VIENTO	0,000	0,0003	-5,00
24	VIENTO	-0,001	0,0002	-5,50
25	VIENTO	-0,001	0,0001	-6,00
26	VIENTO	-0,001	0,0000	-6,50
27	VIENTO	-0,001	-0,0001	-7,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
29	VIENTO	0,000	-0,0002	-8,00
30	VIENTO	0,000	-0,0002	-8,50
31	VIENTO	0,000	-0,0002	-9,00
32	VIENTO	0,000	-0,0002	-9,50
33	VIENTO	0,000	-0,0002	-10,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	43,91	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	17,24	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	7,89	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	3,13	OK < 5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

Dimensions  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement: [Button]

OK Cancel

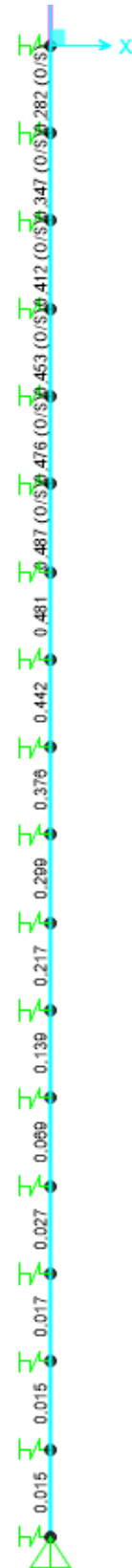
**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of Inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of Inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_3\_T3\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm²)	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
ØAsTrans (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,96
Med (kN*m)	50,59
Ved (kN)	22,35

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,84
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,84

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,010
cot θ	105,21

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
smax(m)	0,24

cm²/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.3.3.2.2.- Altura de pantalla 3 m Zona Central

Pilotes de 8,5 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

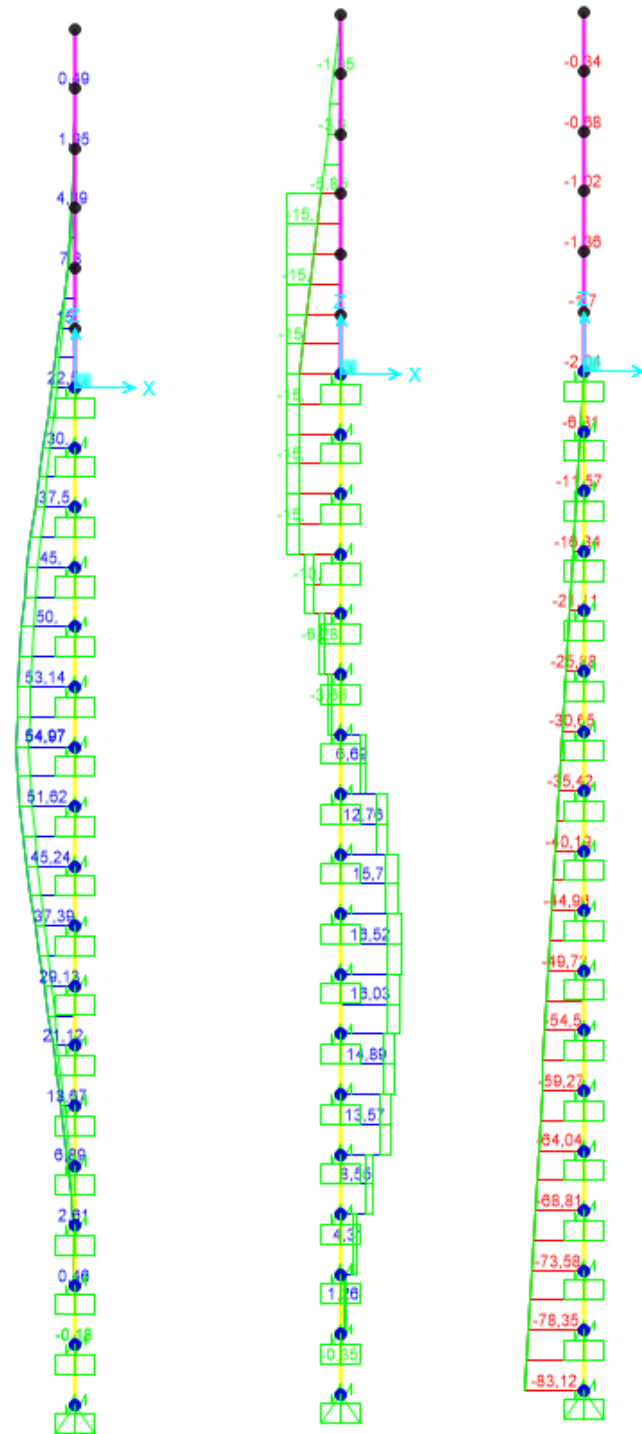


Figura 67. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)				
<b>Características geotécnicas del terreno</b>				
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato	
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90	
21,0 kN/m <sup>3</sup>	12,85 °	1,57	1,70	Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.
19,0 kN/m <sup>3</sup>	12,85 °	1,57	2,82	
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	4,58	
<b>Pilote y acciones</b>				
D=	0,60	m	Diámetro del pilote	
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)	
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.	
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>				
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.	
$e_{1Inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.	
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.	
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.	
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,88	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .	
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{2Inf}$	56,12	KN/m <sup>2</sup>		
$H_2$	1,70	m		
$E_2$	85,87	kN		
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,45	m		
$e_{3sup}$	56,12	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{3Inf}$	82,41	KN/m <sup>2</sup>		
$H_3$	0,88	m		
$E_3$	109,70	kN		
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,41	m		
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
$e_{4Inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>		
$H_4$	0,00	m		
$E_4$	0,00	kN		
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m		
$E=$	195,57	KN		
$R=$	156,57	KN		
$\Delta=$	0,81	m		
$L=$	4,29	m	Longitud de empotramiento del pilote.	
<b>Verificaciones de equilibrio</b>				
$H=E-R$	39,00	KN	OK	
$H(e+L-\Delta/2)=$	249,10	KN.m		
$E(dE-\Delta/2)=$	249,10	KN.m	OK	

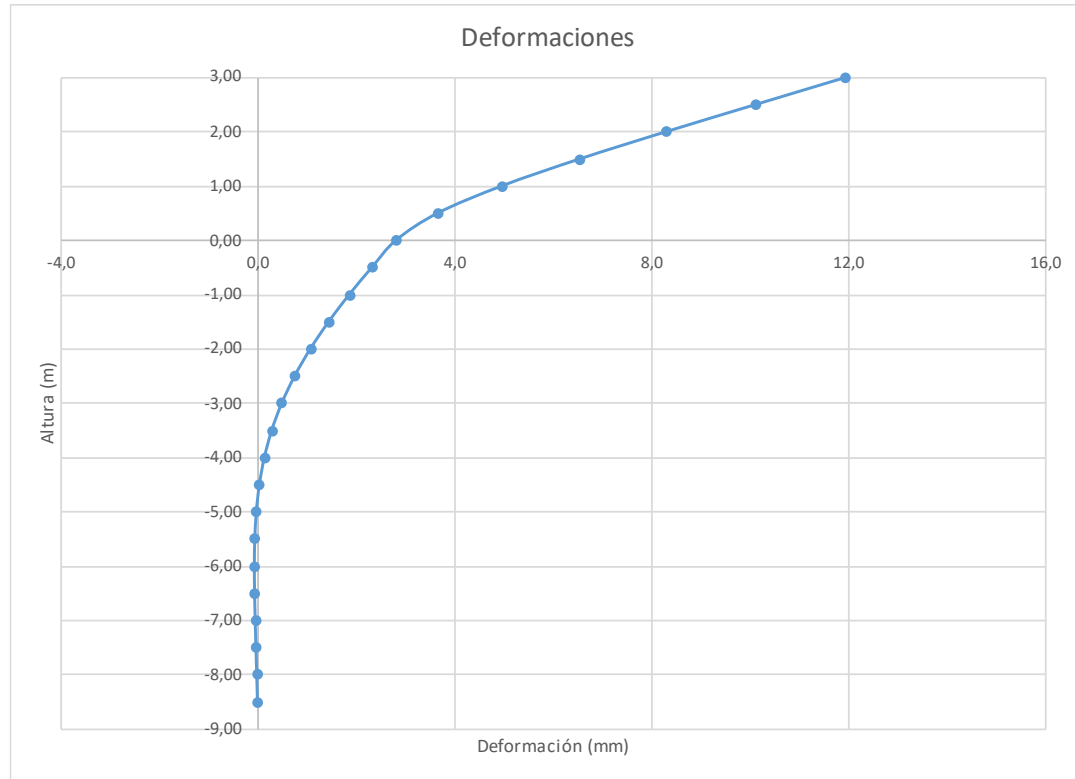


Figura 68. Deformada (Viento Característico).

Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,012	0,0037	3,00
2	VIENTO	0,010	0,0036	2,50
3	VIENTO	0,008	0,0036	2,00
4	VIENTO	0,007	0,0033	1,50
5	VIENTO	0,005	0,0029	1,00
6	VIENTO	0,004	0,0021	0,50
7	VIENTO	0,003	0,0010	0,00
8	VIENTO	0,002	0,0009	-0,50
9	VIENTO	0,002	0,0009	-1,00
10	VIENTO	0,001	0,0008	-1,50
11	VIENTO	0,001	0,0007	-2,00
12	VIENTO	0,001	0,0006	-2,50
13	VIENTO	0,000	0,0005	-3,00
14	VIENTO	0,000	0,0004	-3,50
15	VIENTO	0,000	0,0003	-4,00
16	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
17	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
18	VIENTO	0,000	0,0000	-5,50
19	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
20	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
21	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
22	VIENTO	0,000	0,0000	-7,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-8,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	11,96	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,13	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,82	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,00	OK<=5mm/r

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions  
 Diameter (D): 0,6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

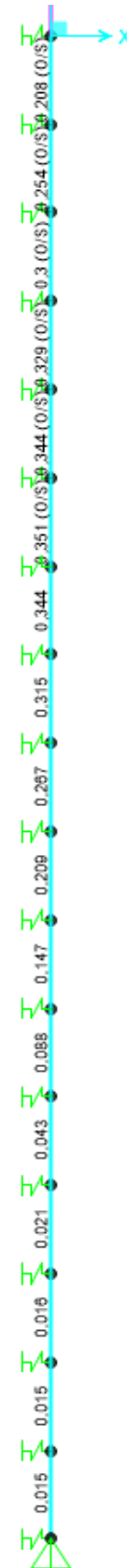
Section Name: Pilote 0.6

Properties	Value	Properties	Value
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK



Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MD\_3\_T3\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	44,96
Med (kN*m)	37,39
Ved (kN)	16,52

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
ØAsTrans- (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,16

<b>VRd,c (kN)</b>	146,84
<b>VRd,c min(kN)</b>	146,84

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,007
cot θ	142,35

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.3.4.- PP\_A1\_16\_MI\_1

#### 3.3.4.1.- Tramo 1

Este tramo se corresponde en altura de pantalla, geotecnia y orografía, con el tramo 3. PP\_A1\_16\_MI\_1.

#### 3.3.4.2.- Tramo 3

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción $\phi'$	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1-16-MI-1 (S-11)	0,0 m	2,7 m	2,7 m	6,5 m	R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	28	SC	21,5 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>	-	-	5 KN/m <sup>2</sup>	27°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	56 KN/m <sup>2</sup>	-	13500 KN/m <sup>2</sup>
	2,7 m	10,0 m	7,3 m		T <sub>ARC2</sub>	Tosco arenoso	53	CL	18,8 KN/m <sup>3</sup>	12,0 KN/m <sup>3</sup>	364 KN/m <sup>2</sup>	182 KN/m <sup>2</sup>	25 KN/m <sup>2</sup>	33°	4000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	70 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	22750 KN/m <sup>2</sup>

Tabla 19. Parámetros geotécnicos del tramo 3. PP\_A1\_16\_MI\_1

Zona en talud:

D=	0,60	Diámetro del pilote.											
	$\gamma_n$	$\phi$	Kp	Hestrato	z-z <sub>b</sub>	z-z <sub>2\phi</sub>	Z <sub>fincapa</sub>						
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0°	0,00	0,90	0,00	0,10	0,90	Este es el estrato que se desprecia del terreno.					
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	27°	2,66	1,80	0,00	1,80	2,70						
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	33°	3,39	7,30	6,47	7,30	10,00	<b>H<sub>b</sub>+H<sub>c</sub>= 6,41</b>					
$\alpha$ =	33,690	Ángulo de la berma con la horizontal											
H <sub>b</sub> =	3,53	Altura de berma											
B=	5,30	Base de la berma											
$\phi$ =	33,00	Adoptado como representativo del terreno bajo la berma											
H <sub>c</sub> =	2,88	Altura bajo la berma con empuje pasivo modificado											
Z <sub>2\phi</sub> =	0,80	Disminución de la altura del terreno al considerar el pilote a 2 $\phi$ .											
$\sigma_{vc}$ =	54,10	Tensión vertical en el punto C, sin contar peso de tierras sobre la berma											
K <sub>pc</sub> =	3,39	Valor del empuje en reposo del punto C.											
$\sigma'_{vc}$ =	110,62	Tensión vertical en el punto C, contando peso berma a 2 $\phi$ del pilote.											
K <sub>pc'</sub> =	1,66	Valor equivalente del empuje pasivo desde parte superior de la berma a 2 $\phi$ .											
$\phi'$ =	14,35°												
	$\gamma_n$	$\phi$	Kp	Hestrato	Valores "equivalentes a considerar" para tener en cuenta berma								
Estrato1:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	0,00°	0,00	0,90									
Estrato2:	21,5 kN/m <sup>3</sup>	14,35°	1,66	1,80									
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	14,35°	1,66	3,71	Considera K <sub>pc'</sub> y $\sigma_v$ descontando z2 $\phi$								
Estrato3:	18,8 kN/m <sup>3</sup>	33,00°	3,39	3,59	Considera K <sub>p</sub> que corresponde y $\sigma_v$ descontando H <sub>b</sub>								

#### 3.3.4.2.1.- Altura de pantalla 5 m Zona de Borde

Pilote de 10,0 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

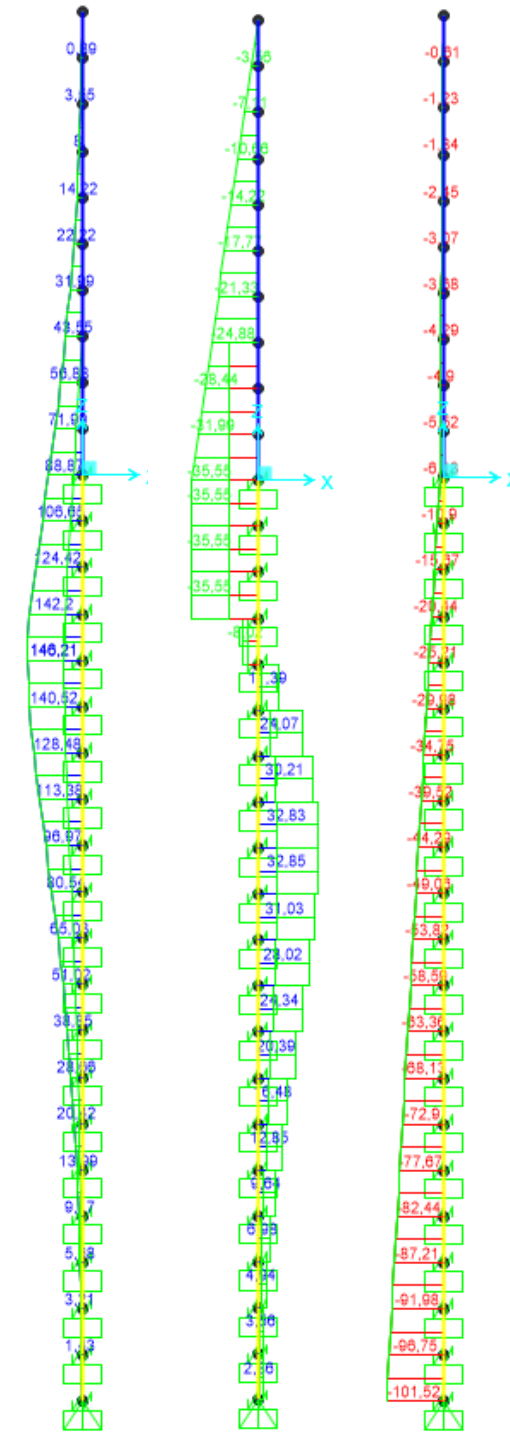


Figura 69. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m <sup>3</sup>	14,35 °	1,66	1,80
18,8 kN/m <sup>3</sup>	14,35 °	1,66	3,71
18,8 kN/m <sup>3</sup>	33,00 °	3,39	3,59
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	71,10	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	0,90	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	3,49	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	64,20	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,80	m	
$E_2$	104,01	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,99	m	
$e_{3sup}$	64,20	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	107,69	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	1,39	m	
$E_3$	215,70	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,64	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	319,71	KN	
R=	248,61	KN	
Δ=	1,00	m	
L=	5,09	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	71,10	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	504,24	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	504,24	KN.m	OK

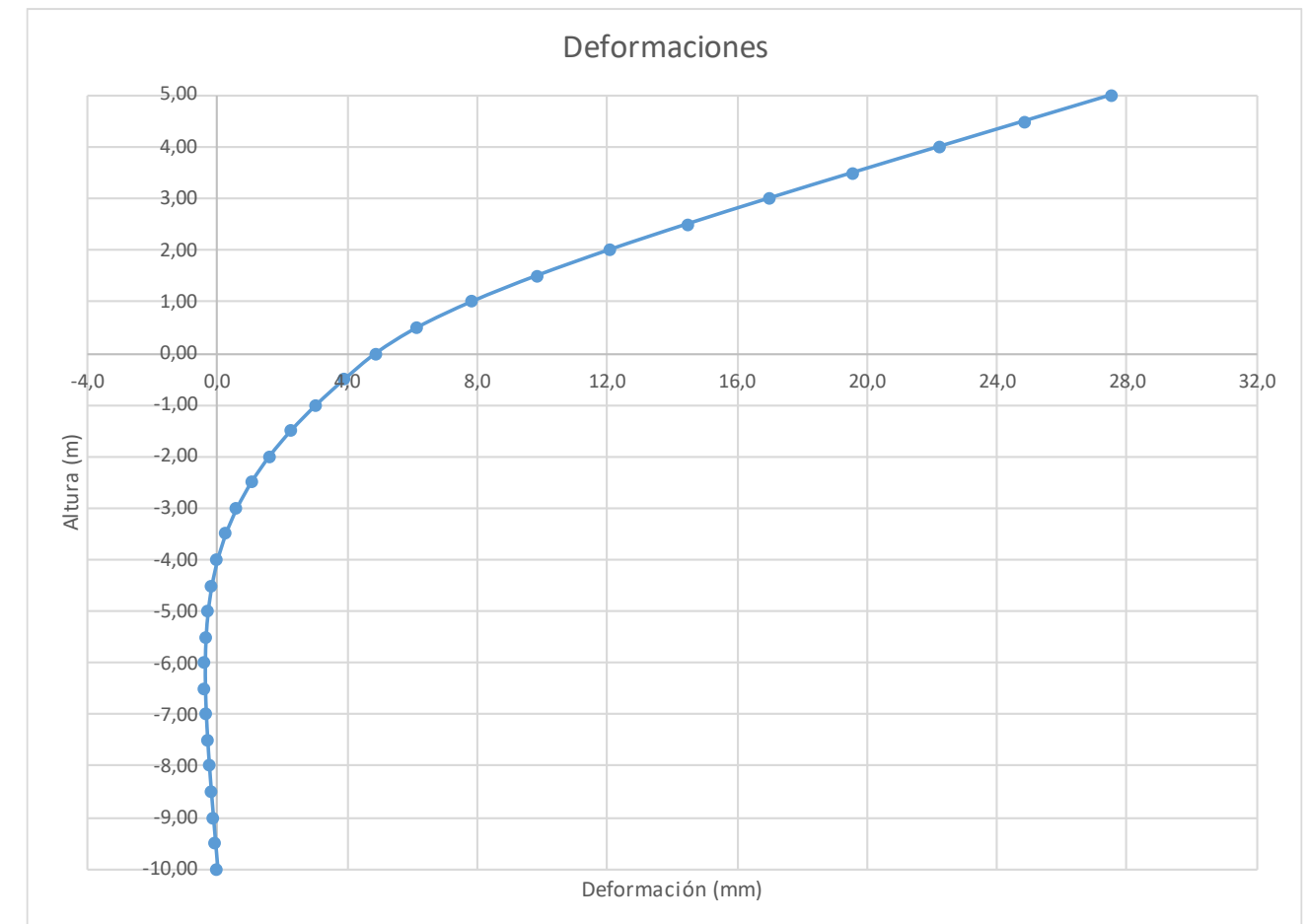


Figura 70. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,028	0,0053	5,00
2	VIENTO	0,025	0,0053	4,50
3	VIENTO	0,022	0,0053	4,00
4	VIENTO	0,020	0,0052	3,50
5	VIENTO	0,017	0,0051	3,00
6	VIENTO	0,014	0,0049	2,50
7	VIENTO	0,012	0,0046	2,00
8	VIENTO	0,010	0,0042	1,50
9	VIENTO	0,008	0,0036	1,00
10	VIENTO	0,006	0,0029	0,50
11	VIENTO	0,005	0,0020	0,00
12	VIENTO	0,004	0,0018	-0,50
13	VIENTO	0,003	0,0017	-1,00
14	VIENTO	0,002	0,0014	-1,50
15	VIENTO	0,002	0,0012	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0010	-2,50
17	VIENTO	0,001	0,0008	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0006	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0004	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0003	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0002	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50
29	VIENTO	0,000	-0,0001	-9,00
30	VIENTO	0,000	-0,0001	-9,50
31	VIENTO	0,000	-0,0001	-10,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	27,53	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	12,71	OK < Ls/150
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	4,88	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,99	OK <= 5mm/n

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration  
 Rectangular  
 Circular

Confinement Bars  
 Ties  
 Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

Dimensions  
 Diameter (d): 0,6

Section: [Diagram of circular section with reinforcement bars]

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

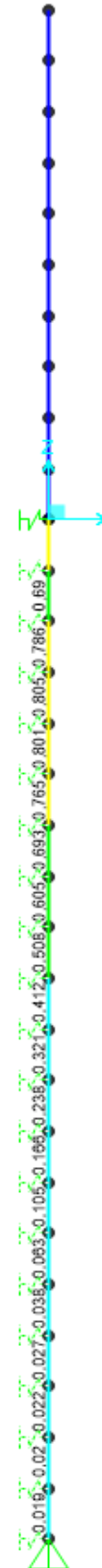
**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties	Value	Properties	Value
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_1\_T3\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	10,9
Med (kN*m)	106,65
Ved (kN)	35,55

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	8,04
Ø AsTrans. (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,003
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,04

<b>VRd,c (kN)</b>	142,37
<b>VRd,c min(kN)</b>	142,37

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,015
cot θ	66,14

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.3.4.2.2.- Altura de pantalla 5 m Zona Central

Pilotes de 8,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

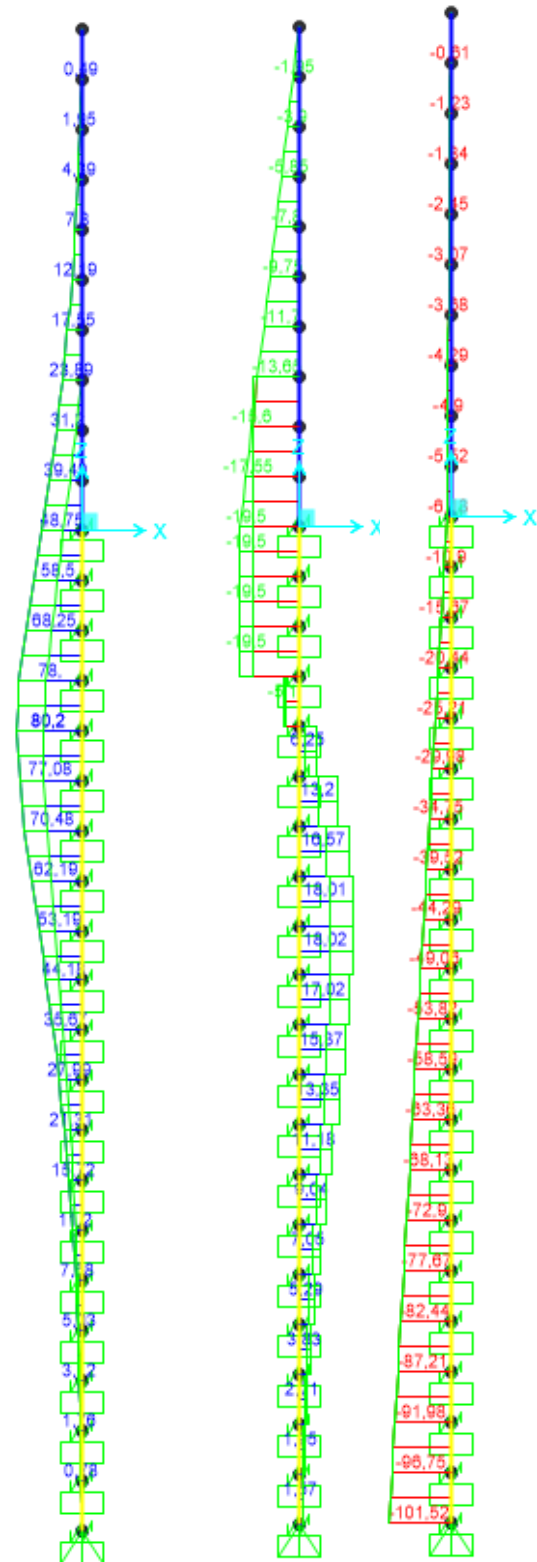


Figura 71. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0,00 °	0,00	0,90
21,5 kN/m3	14,35 °	1,66	1,80
18,8 kN/m3	14,35 °	1,66	3,71
18,8 kN/m3	33,00 °	3,39	3,59
Valores reducidos para considerar la berma frente a la pantalla.			
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	39,00	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	0,90	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,80	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	64,20	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,80	m	
E <sub>2</sub>	104,01	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,30	m	
e <sub>3sup</sub> =	64,20	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	85,98	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,70	m	
E <sub>3</sub>	94,38	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,33	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	198,39	KN	
R=	159,39	KN	
Δ=	0,80	m	
L=	4,20	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	39,00	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	245,60	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	245,60	KN.m	OK



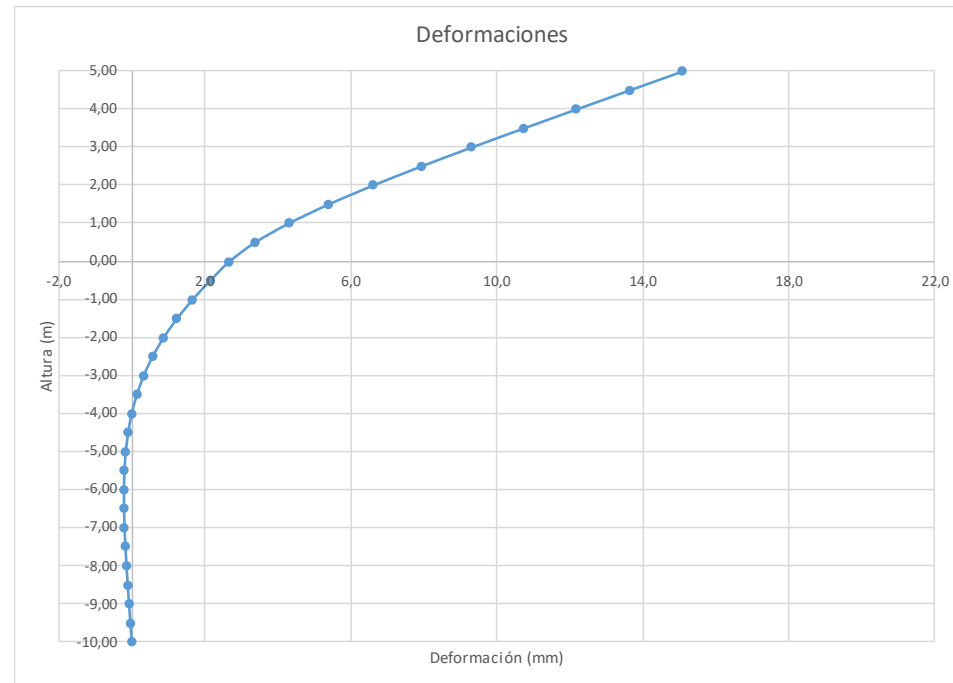


Figura 72. Deformada (Viento Característico).

Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,015	0,0029	5,00
2	VIENTO	0,014	0,0029	4,50
3	VIENTO	0,012	0,0029	4,00
4	VIENTO	0,011	0,0029	3,50
5	VIENTO	0,009	0,0028	3,00
6	VIENTO	0,008	0,0027	2,50
7	VIENTO	0,007	0,0025	2,00
8	VIENTO	0,005	0,0023	1,50
9	VIENTO	0,004	0,0020	1,00
10	VIENTO	0,003	0,0016	0,50
11	VIENTO	0,003	0,0011	0,00
12	VIENTO	0,002	0,0010	-0,50
13	VIENTO	0,002	0,0009	-1,00
14	VIENTO	0,001	0,0008	-1,50
15	VIENTO	0,001	0,0007	-2,00
16	VIENTO	0,001	0,0005	-2,50
17	VIENTO	0,000	0,0004	-3,00
18	VIENTO	0,000	0,0003	-3,50
19	VIENTO	0,000	0,0002	-4,00
20	VIENTO	0,000	0,0002	-4,50
21	VIENTO	0,000	0,0001	-5,00
22	VIENTO	0,000	0,0001	-5,50
23	VIENTO	0,000	0,0000	-6,00
24	VIENTO	0,000	0,0000	-6,50
25	VIENTO	0,000	0,0000	-7,00
26	VIENTO	0,000	-0,0001	-7,50
27	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,00
28	VIENTO	0,000	-0,0001	-8,50
29	VIENTO	0,00	-7,20E-05	-9,00
30	VIENTO	0,00	-7,40E-05	-9,50
31	VIENTO	0,00	-7,50E-05	-10,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	15,10	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,97	OK < $L_s/150$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,68	OK < 25 mm
Giro cabeza pilote	1,09	OK <= 5mm/m

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions  
 Diameter (D): 0.6

Material: HA-30  
 Concrete Reinforcement

Properties

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_1\_T3\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
Ø AsTrans (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	10,9
Med (kN*m)	58,5
Ved (kN)	19,5

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,04

<b>VRd,c (kN)</b>	142,37
<b>VRd,c min(kN)</b>	142,37

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,008
cot θ	120,60

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

### 3.3.5.- PP\_A1\_16\_MI\_2

#### 3.3.5.1.- Tramo 1

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	$\gamma$ seca	$\gamma$ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción $\phi$	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v	t fuste	q punta	
A1-16-MI-2 (S-14)	0,0 m	2,8 m	2,8 m		R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	23		19,0 KN/m <sup>3</sup>			10 KN/m <sup>2</sup>	33°	15000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	45 KN/m <sup>2</sup>		1400 KN/m <sup>2</sup>	
	2,8 m	5,8 m	3,0 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena de miga	63	SC	18,8 KN/m <sup>3</sup>	9,5 KN/m <sup>3</sup>		12 KN/m <sup>2</sup>	35°	55000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	12000*(Z/0,6)	
A1-16-MI-2 (S-12)	0,0 m	1,0 m	1,0 m		R <sub>AC</sub>	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>		5 KN/m <sup>2</sup>	27°	10000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	18 KN/m <sup>2</sup>		2000 KN/m <sup>2</sup>	
	1,0 m	6,0 m	5,0 m		T <sub>ARC2</sub>	Arena de miga	55	SC-SM	19,0 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>		15 KN/m <sup>2</sup>	33°	55000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	6000*(Z/0,6)	

Tabla 20. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_16\_MI\_2

#### 3.3.5.1.1.- Altura de pantalla 4 m Zona de Borde

Pilote de 9,0 m de largo. Se corresponde con los 5 primeros y últimos pilotes.

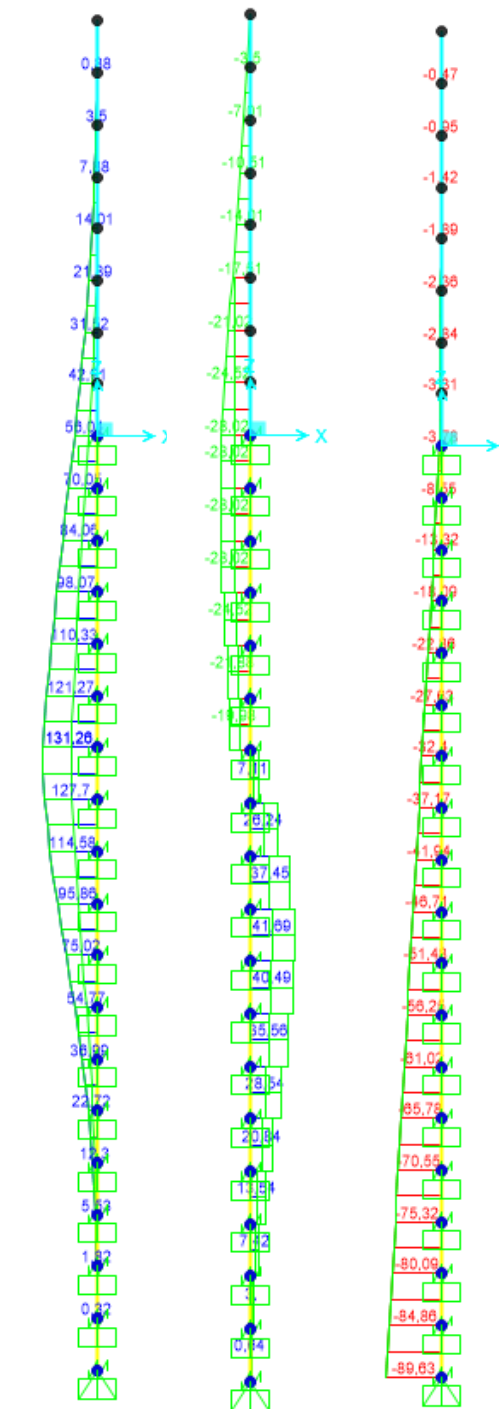


Figura 73. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	1,80
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,20
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	56,04	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,56	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	116,01	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,80	m	
$E_2$	187,94	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	1,03	m	
$e_{3sup}$	116,01	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	143,53	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,43	m	
$E_3$	99,72	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,21	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	287,66	KN	
R=	231,62	KN	
Δ=	0,69	m	
L=	3,91	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	56,04	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	312,12	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	312,12	KN.m	OK

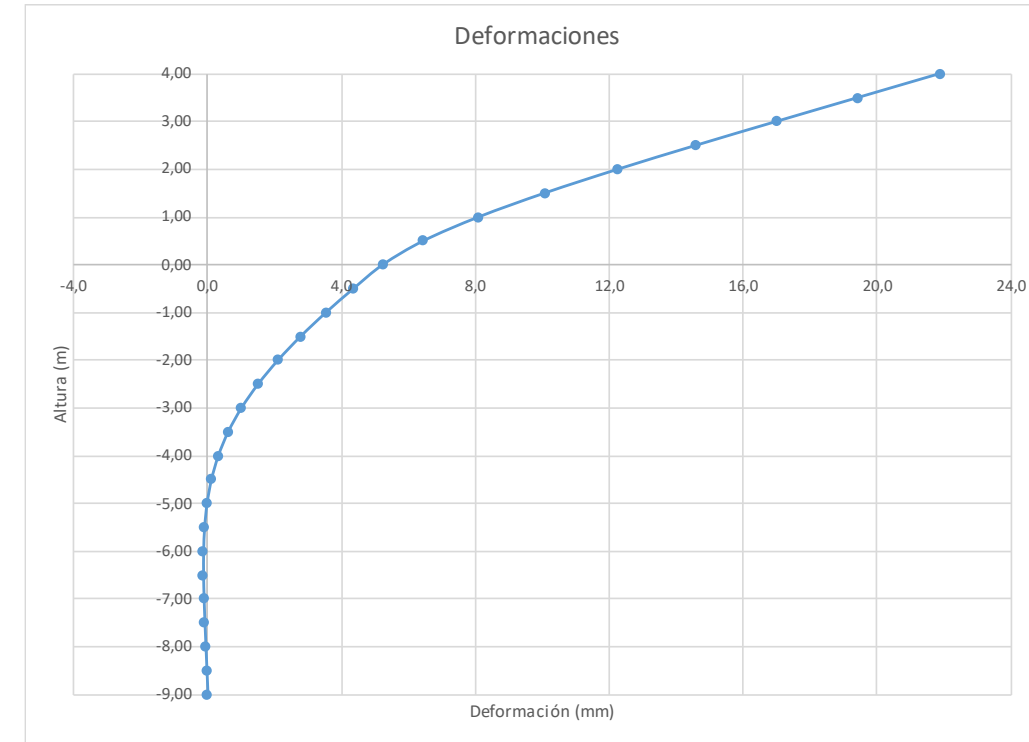


Figura 74. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,02189	0,004876	4,00
2	VIENTO	0,019449	0,00487	3,50
3	VIENTO	0,017012	0,004827	3,00
4	VIENTO	0,014605	0,004713	2,50
5	VIENTO	0,012273	0,004491	2,00
6	VIENTO	0,01008	0,004124	1,50
7	VIENTO	0,008106	0,003577	1,00
8	VIENTO	0,006452	0,002813	0,50
9	VIENTO	0,005234	0,001796	0,00
10	VIENTO	0,004357	0,001698	-0,50
11	VIENTO	0,003534	0,001578	-1,00
12	VIENTO	0,002777	0,001436	-1,50
13	VIENTO	0,002097	0,001273	-2,00
14	VIENTO	0,001503	0,001092	-2,50
15	VIENTO	0,001004	0,000895	-3,00
16	VIENTO	0,000607	0,000693	-3,50
17	VIENTO	0,000311	0,000504	-4,00
18	VIENTO	0,000105	0,00034	-4,50
19	VIENTO	-0,000027	0,000207	-5,00
20	VIENTO	-0,0001	0,000106	-5,50
21	VIENTO	-0,00013	0,000034	-6,00
22	VIENTO	-0,000132	-0,000013	-6,50
23	VIENTO	-0,000116	-0,00004	-7,00
24	VIENTO	-0,000091	-0,000054	-7,50
25	VIENTO	-0,000061	-0,00006	-8,00
26	VIENTO	-0,000031	-0,000061	-8,50
27	VIENTO	0	-0,000062	-9,00

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	21,89	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	9,47	OK < 30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	5,23	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,80	OK <= 5mm/r

**Reinforcement Data**

**Rebar Material**  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

**Design Type**  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

**Reinforcement Configuration**  
 Rectangular  
 Circular

**Confinement Bars**  
 Ties  
 Spiral

**Longitudinal Bars - Circular Configuration**  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 9  
 Longitudinal Bar Size: 16d

**Confinement Bars**  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

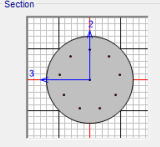
**Check/Design**  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Plote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Display Color: [Yellow]

**Dimensions**  
 Diameter (t): 0,6

**Section**  


**Material**: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Section Properties...  
 Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

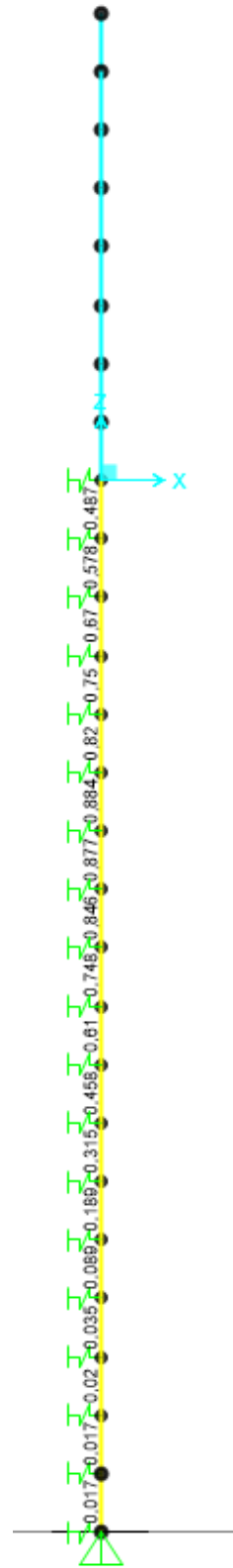
**Property Data**

Section Name: Plote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0

OK

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_2\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	4
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm <sup>2</sup> )	8,04
ØAsTrans (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	46,71
Med (kN*m)	95,86
Ved (kN)	41,69

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,003
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	147,07
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,07

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,018
cot θ	56,39

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03



### 3.3.5.1.2.- Altura de pantalla 4 m Zona Central

Pilotes de 9,00 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

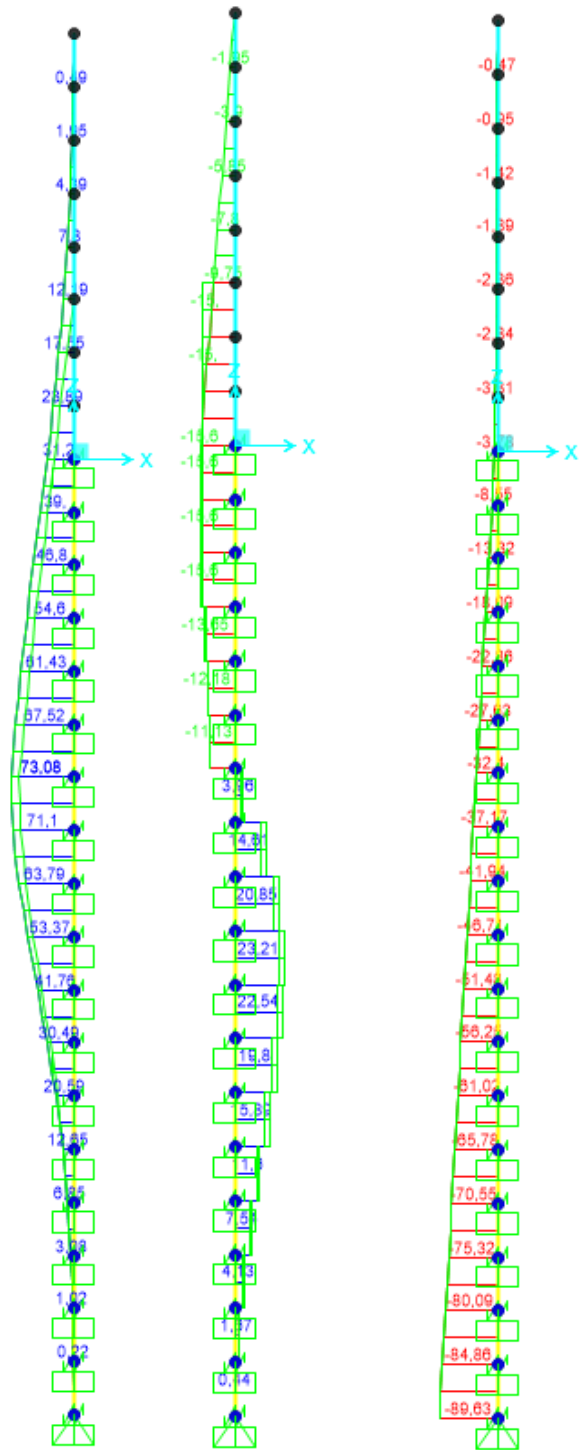
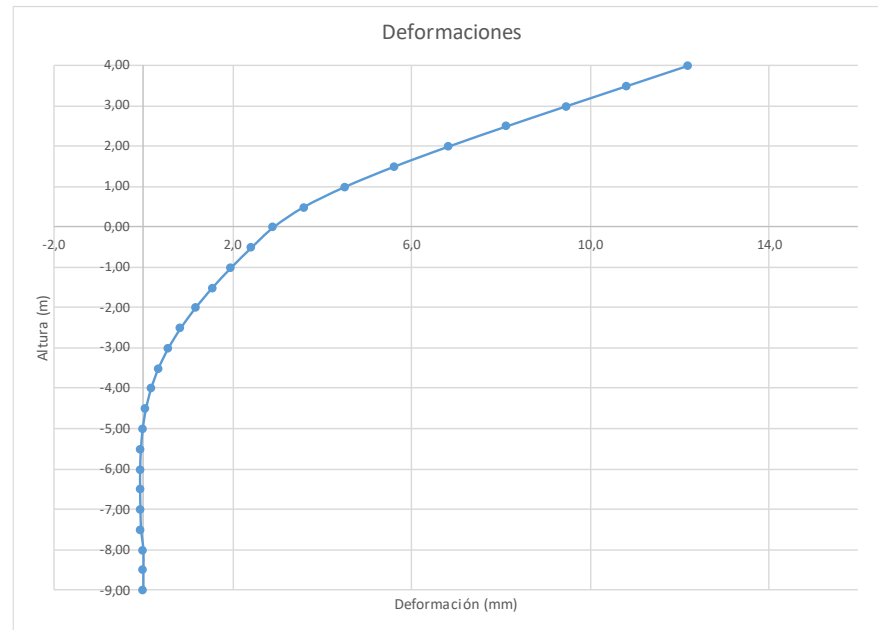


Figura 75. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	1,80
19,0 kN/m <sup>3</sup>	33 °	3,39	3,20
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	31,20	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	2,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	2,10	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
$e_{2sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$	113,98	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,77	m	
$E_2$	181,42	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,59	m	
$e_{3sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E=$	181,42	KN	
$R=$	150,22	KN	
$\Delta=$	0,56	m	
$L=$	3,33	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
$H=E-R$	31,20	KN	OK
$H(e+L-\Delta/2)=$	157,47	KN.m	
$E(dE-\Delta/2)=$	157,47	KN.m	OK



Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	12,19	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	5,27	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,91	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	1,00	OK<=5mm/m

Figura 76. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,012187	0,002714	4,00
2	VIENTO	0,010828	0,002711	3,50
3	VIENTO	0,009471	0,002688	3,00
4	VIENTO	0,008131	0,002624	2,50
5	VIENTO	0,006833	0,0025	2,00
6	VIENTO	0,005612	0,002296	1,50
7	VIENTO	0,004513	0,001991	1,00
8	VIENTO	0,003592	0,001566	0,50
9	VIENTO	0,002914	0,001	0,00
10	VIENTO	0,002426	0,000945	-0,50
11	VIENTO	0,001968	0,000878	-1,00
12	VIENTO	0,001546	0,000799	-1,50
13	VIENTO	0,001168	0,000709	-2,00
14	VIENTO	8,37E-04	0,000608	-2,50
15	VIENTO	0,000559	0,000499	-3,00
16	VIENTO	0,000338	0,000386	-3,50
17	VIENTO	0,000173	0,000281	-4,00
18	VIENTO	0,000058	0,000189	-4,50
19	VIENTO	-0,000015	0,000115	-5,00
20	VIENTO	-0,000055	0,000059	-5,50
21	VIENTO	-0,000072	0,000019	-6,00
22	VIENTO	-0,000073	-7,052E-06	-6,50
23	VIENTO	-0,000065	-0,000022	-7,00
24	VIENTO	-0,000051	-0,00003	-7,50
25	VIENTO	-0,000034	-0,000033	-8,00
26	VIENTO	-0,000017	-0,000034	-8,50
27	VIENTO	0	-0,000034	-9,00

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (d): 0,6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

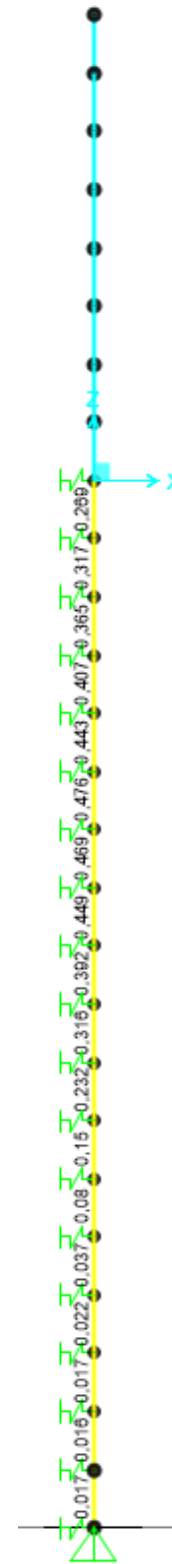
**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_2\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

ØAsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
ØAsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
ØAsTrans. (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	46,71
Med (kN*m)	53,37
Ved (kN)	23,21

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,17

<b>VRd,c (kN)</b>	147,07
<b>VRd,c min(kN)</b>	147,07

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,010
cot θ	101,32

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.3.5.2.- Tramo 3**

Este tramo se corresponde en altura de pantalla, geotecnia y orografía, con el tramo 1. PP\_A1\_16\_MI\_2.

**3.3.6.- PP\_A1\_16\_MI\_3**

**3.3.6.1.- Tramo 1**

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m <sup>3</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			c'	φ'	E	v	
A1-16-MI3 (S-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m			R <sub>Ac</sub> Rellenos antrópicos compactos	19		22,5 KN/m <sup>3</sup>	13,0 KN/m <sup>3</sup>			10 KN/m <sup>2</sup>	32°	2000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	38 KN/m <sup>2</sup>		16000 KN/m <sup>2</sup>
	3,2 m	5,8 m	2,6 m			T <sub>ARC2</sub> Arena de miga	55	SM	19,0 KN/m <sup>3</sup>	11,0 KN/m <sup>3</sup>			0 KN/m <sup>2</sup>	35°	55000 KN/m <sup>2</sup>	0,35	90 KN/m <sup>2</sup>	600 KN/m <sup>2</sup>	6000*(Z/0,6)

Tabla 21. Parámetros geotécnicos del tramo 1. PP\_A1\_16\_MI\_3

**3.3.6.1.1.- Altura de pantalla 3 m Zona de Borde**

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 6 primeros y últimos pilotes.

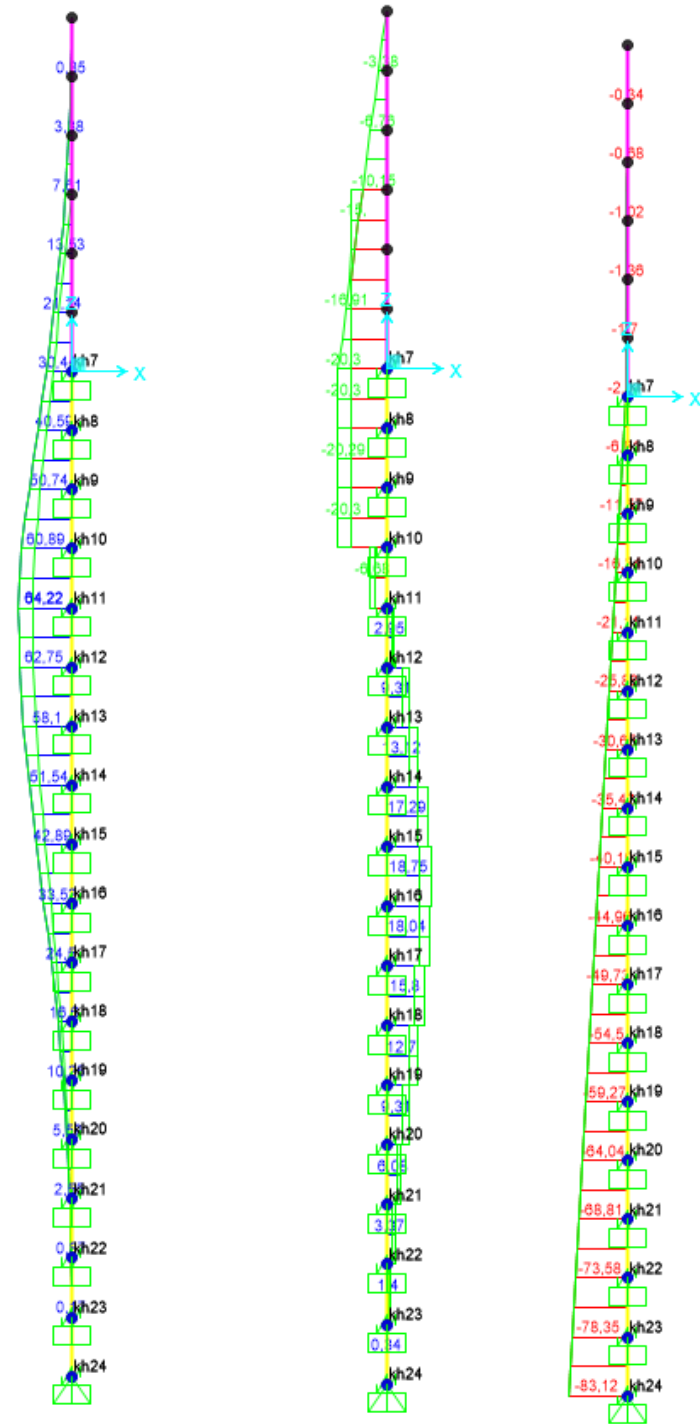


Figura 77. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0 °	0,00	1,00
22,5 kN/m3	32 °	3,25	2,20
19,0 kN/m3	35 °	3,69	2,60
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	40,59	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	2,13	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	131,35	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,79	m	
E <sub>2</sub>	212,05	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,60	m	
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	212,05	KN	
R=	171,46	KN	
Δ=	0,55	m	
L=	3,35	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	40,59	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	185,53	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	185,53	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

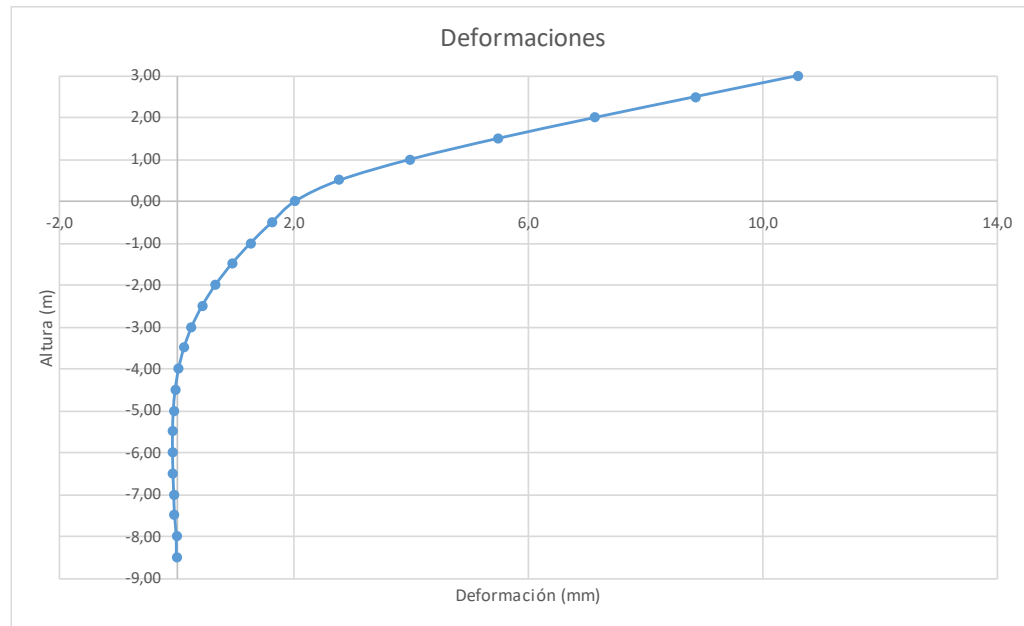
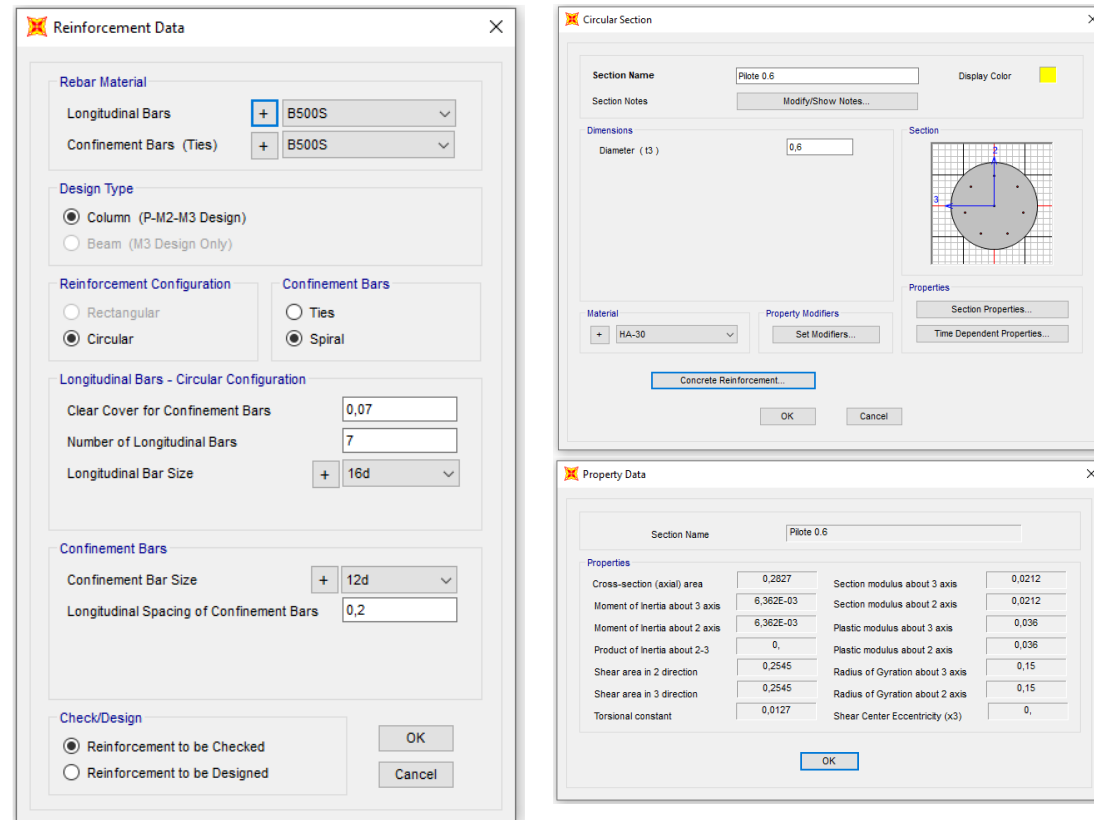


Figura 78. Deformaciones (Viento Característico).

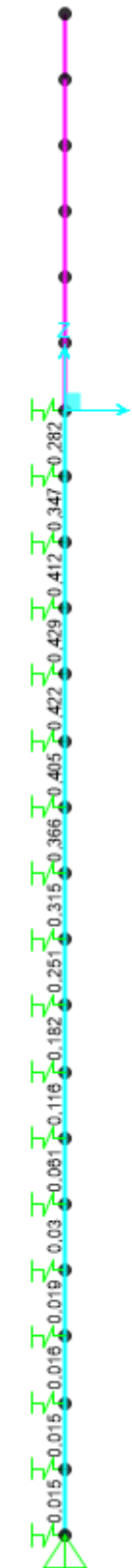
Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,01061	0,003464	3,00
2	VIENTO	0,008874	0,003452	2,50
3	VIENTO	0,007151	0,003366	2,00
4	VIENTO	0,005494	0,003133	1,50
5	VIENTO	0,003997	0,002679	1,00
6	VIENTO	0,002787	0,001931	0,50
7	VIENTO	0,002031	0,000815	0,00
8	VIENTO	0,001635	0,000759	-0,50
9	VIENTO	0,00127	0,000688	-1,00
10	VIENTO	0,000946	0,000601	-1,50
11	VIENTO	0,000669	0,000504	-2,00
12	VIENTO	0,000442	0,000404	-2,50
13	VIENTO	0,000264	0,00031	-3,00
14	VIENTO	0,000132	0,000225	-3,50
15	VIENTO	0,000041	0,000151	-4,00
16	VIENTO	-0,000018	0,000091	-4,50
17	VIENTO	-0,000005	0,000046	-5,00
18	VIENTO	-0,000063	0,000014	-5,50
19	VIENTO	-0,000063	-6,938E-06	-6,00
20	VIENTO	-0,000055	-0,000019	-6,50
21	VIENTO	-0,000043	-0,000026	-7,00
22	VIENTO	-0,000029	-0,000028	-7,50
23	VIENTO	-0,000015	-0,000029	-8,00
24	VIENTO	0	-0,000029	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	10,61	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	6,13	OK<30mm
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	2,03	OK<25 mm
Giro cabeza pilote	0,82	OK<=5mm/r





Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_3\_T1\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	16,34
Med (kN*m)	60,89
Ved (kN)	20,30

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,06

<b>VRd,c (kN)</b>	143,08
<b>VRd,c min(kN)</b>	143,08

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,009
cot θ	115,84

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.3.6.1.2.- Altura de pantalla 3 m Zona Central**

Pilotes de 8,50 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

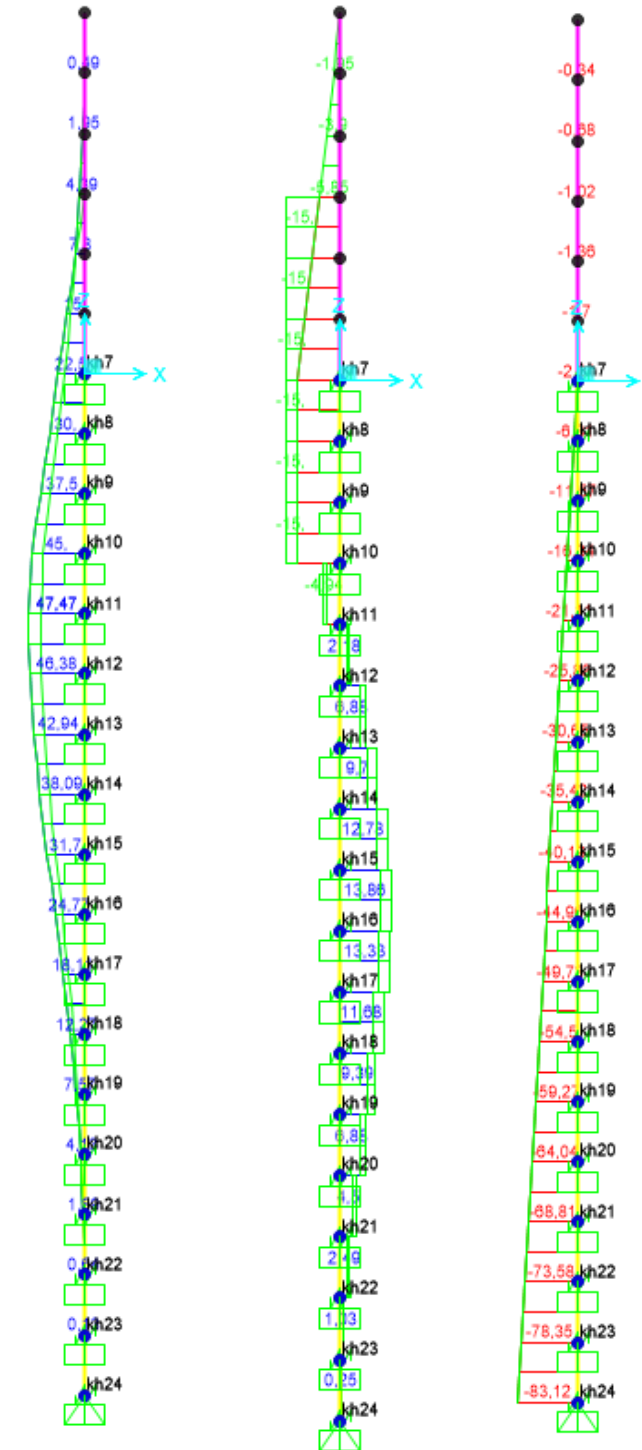


Figura 79. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
22,5 kN/m <sup>3</sup>	32 °	3,25	2,20
19,0 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	2,60
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	23,40	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,50	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,78	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	105,81	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,44	m	
$E_2$	137,61	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,48	m	
$e_{3sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$E$ =	137,61	KN	
$R$ =	114,21	KN	
$\Delta$ =	0,46	m	
$L$ =	2,90	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	23,40	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	97,65	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	97,65	KN.m	OK

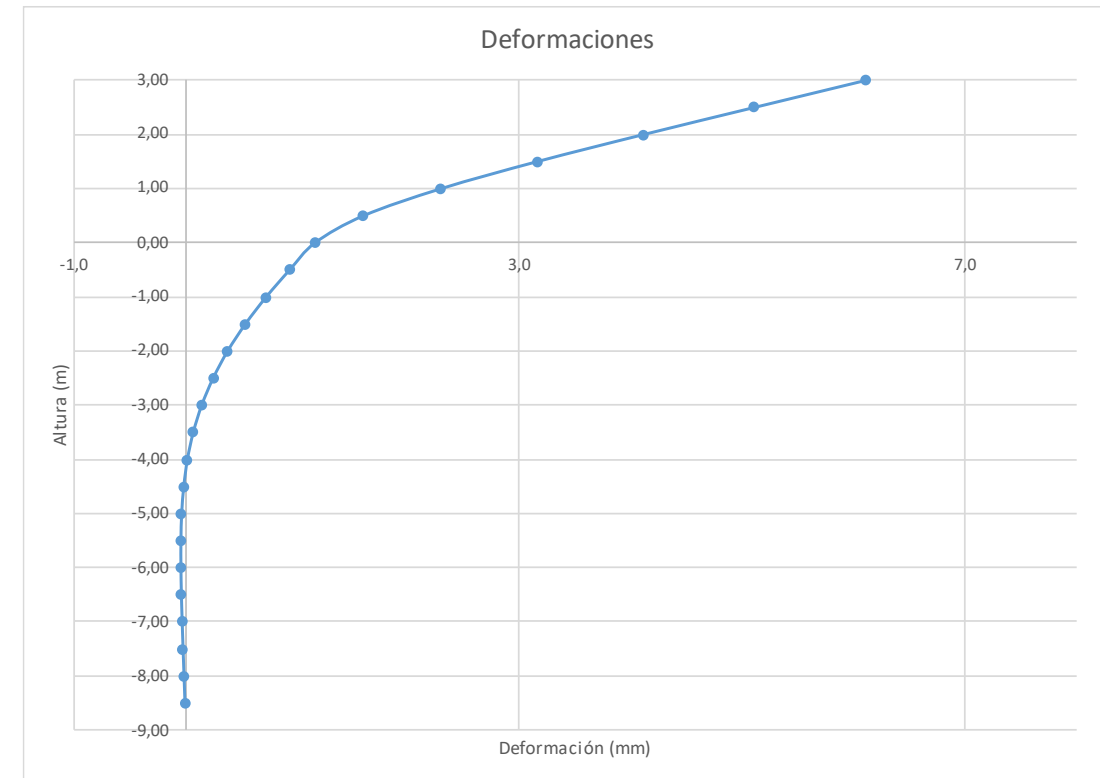


Figura 80. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,006116	0,001997	3,00
2	VIENTO	0,005116	0,00199	2,50
3	VIENTO	0,004122	0,001941	2,00
4	VIENTO	0,003167	0,001806	1,50
5	VIENTO	0,002304	0,001545	1,00
6	VIENTO	0,001607	0,001113	0,50
7	VIENTO	0,001171	0,00047	0,00
8	VIENTO	0,000943	0,000438	-0,50
9	VIENTO	0,000732	0,000397	-1,00
10	VIENTO	0,000545	0,000347	-1,50
11	VIENTO	0,000385	0,00029	-2,00
12	VIENTO	0,000255	0,000233	-2,50
13	VIENTO	0,000152	0,000179	-3,00
14	VIENTO	7,60E-05	0,00013	-3,50
15	VIENTO	0,000023	0,000087	-4,00
16	VIENTO	-0,00001	0,000053	-4,50
17	VIENTO	-0,000029	0,000027	-5,00
18	VIENTO	-0,000036	8,075E-06	-5,50
19	VIENTO	-0,000036	-0,000004	-6,00
20	VIENTO	-0,000032	-0,000011	-6,50
21	VIENTO	-0,000025	-0,000015	-7,00
22	VIENTO	-0,000017	-0,000016	-7,50
23	VIENTO	-8,443E-06	-0,000017	-8,00
24	VIENTO	0	-0,000017	-8,50

**Reinforcement Data**

Rebar Material  
 Longitudinal Bars: B500S  
 Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  Circular  
 Confinement Bars:  Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration  
 Clear Cover for Confinement Bars: 0,07  
 Number of Longitudinal Bars: 7  
 Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars  
 Confinement Bar Size: 12d  
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6  
 Section Notes: Modify/Show Notes...  
 Diameter (D): 0,6

Material: HA-30  
 Property Modifiers: Set Modifiers...  
 Concrete Reinforcement...  
 OK Cancel

**Property Data**

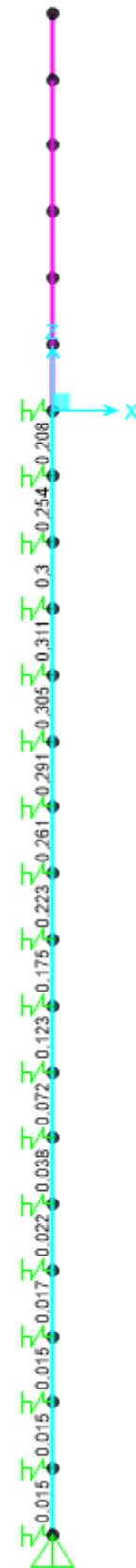
Section Name: Pilote 0.6

Properties			
Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0

OK

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	6,12	OK<30mm
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	3,54	
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,17	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,47	OK<=5mm/m

Grado utilización de la armadura:



**Diseño a Cortante - Eurocódigo 2**

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_3\_T1\_Pilote Zona Central

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	16,34
Med (kN*m)	45,00
Ved (kN)	15,00

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
Yc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,06

**Armadura:**

∅AsLong 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅AsLong 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
AsLong (cm2)	6,03
∅AsTrans. (mm)	12

<b>VRd,c (kN)</b>	143,08
<b>VRd,c min(kN)</b>	143,08

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,006
cot θ	156,78

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

Asw (cm2)	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
Fywd	434,78
Aswmin/s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**3.3.6.2.- Tramo 2**

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel tréptico	UG	Descripción	SPT	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión	Fricción	Elasticidad		Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (kN/m <sup>2</sup> )
	Inicio	Fin									qu	su=0.5*qu			c'	φ'	E	v	
A116_MI_3(S18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m		R <sub>ac</sub>	Rellenos antrópicos compactos	19		22,5 kN/m <sup>3</sup>	13,0 kN/m <sup>3</sup>			10 kN/m <sup>2</sup>	32°	2000 kN/m <sup>2</sup>	0,35	38 kN/m <sup>2</sup>		16000 kN/m <sup>2</sup>
	3,2 m	5,8 m	2,6 m		T <sub>arec2</sub>	Arena de miga	55	SM	19,0 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>			0 kN/m <sup>2</sup>	35°	55000 kN/m <sup>2</sup>	0,35	90 kN/m <sup>2</sup>	600 kN/m <sup>2</sup>	6000*(20/6)

Tabla 22. Parámetros geotécnicos del tramo 2. PP\_A1\_16\_MI\_3

**3.3.6.2.1.- Altura de pantalla 2 m Zona de Borde**

Pilote de 8,50 m de largo. Se corresponde con los 3 primeros y últimos pilotes.



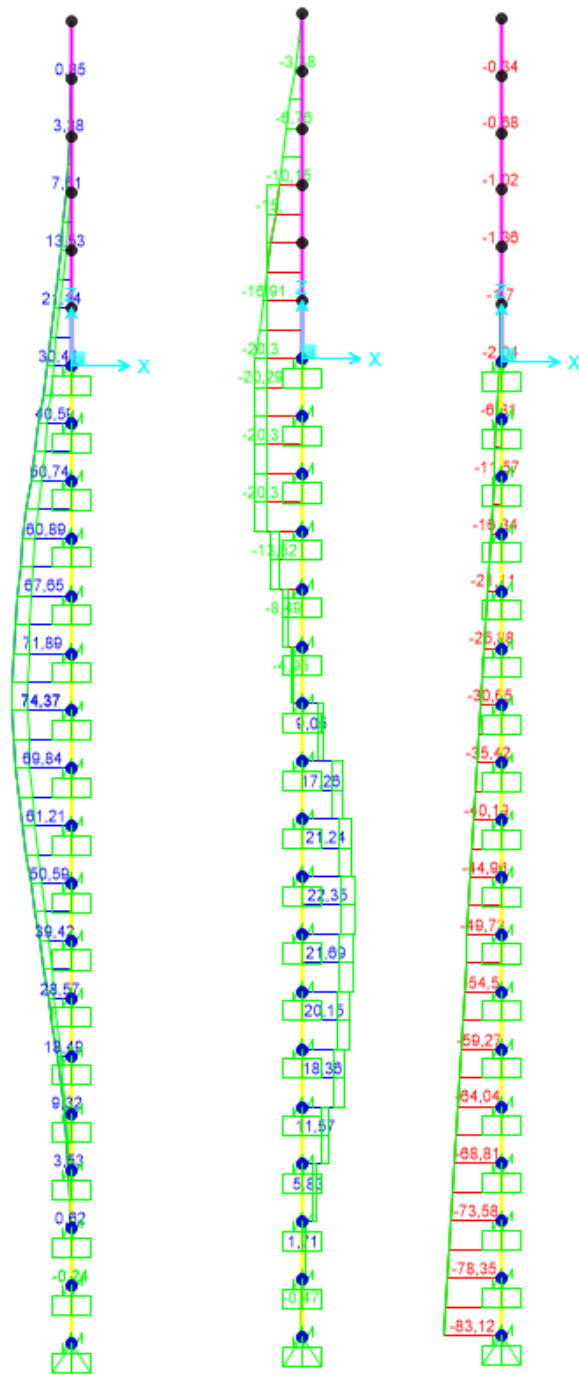


Figura 81. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
Yn	$\phi$	Kp	Hestrato
0,0 kN/m3	0°	0,00	1,00
22,5 kN/m3	32°	3,25	2,20
19,0 kN/m3	35°	3,69	2,60
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	24,84	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
e <sub>1sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
e <sub>1inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
H <sub>1</sub>	1,00	m	Altura del estrato i.
E <sub>1</sub>	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
cdg1 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	1,74	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L-Δ.
e <sub>2sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>2inf</sub> =	103,23	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	1,41	m	
E <sub>2</sub>	130,98	kN	
cdg2 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,47	m	
e <sub>3sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>3inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>3</sub>	0,00	m	
E <sub>3</sub>	0,00	kN	
cdg3 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
e <sub>4sup</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
e <sub>4inf</sub> =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
H <sub>4</sub>	0,00	m	
E <sub>4</sub>	0,00	kN	
cdg4 <sub>(desde(L-Δ))</sub>	0,00	m	
E=	130,98	KN	
R=	106,14	KN	
Δ=	0,44	m	
L=	2,85	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	24,84	KN	OK
H(e+L-Δ/2)=	90,12	KN.m	
E(dE-Δ/2)=	90,12	KN.m	OK

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

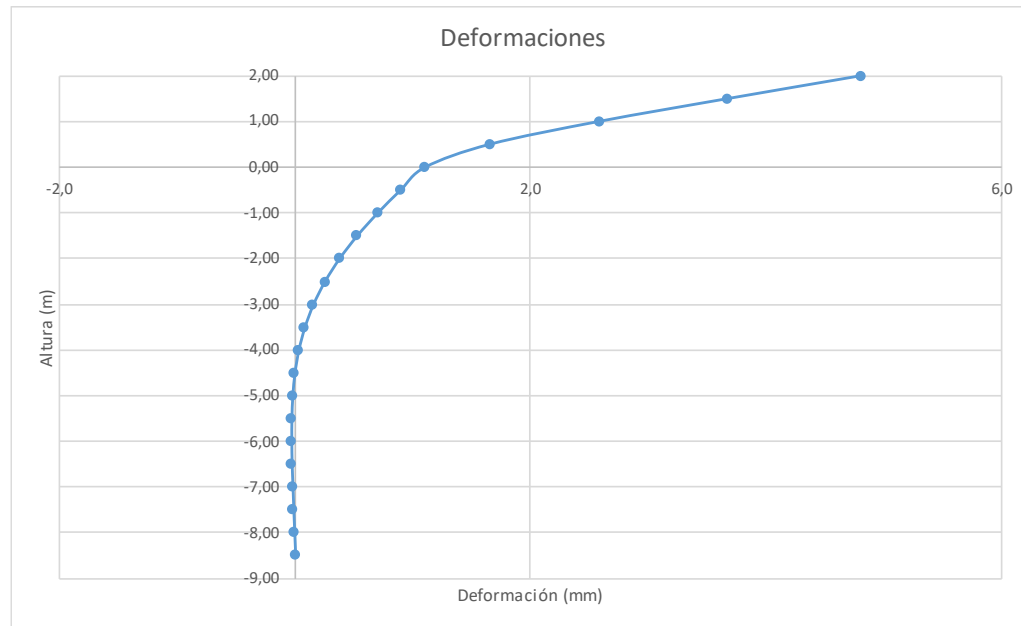
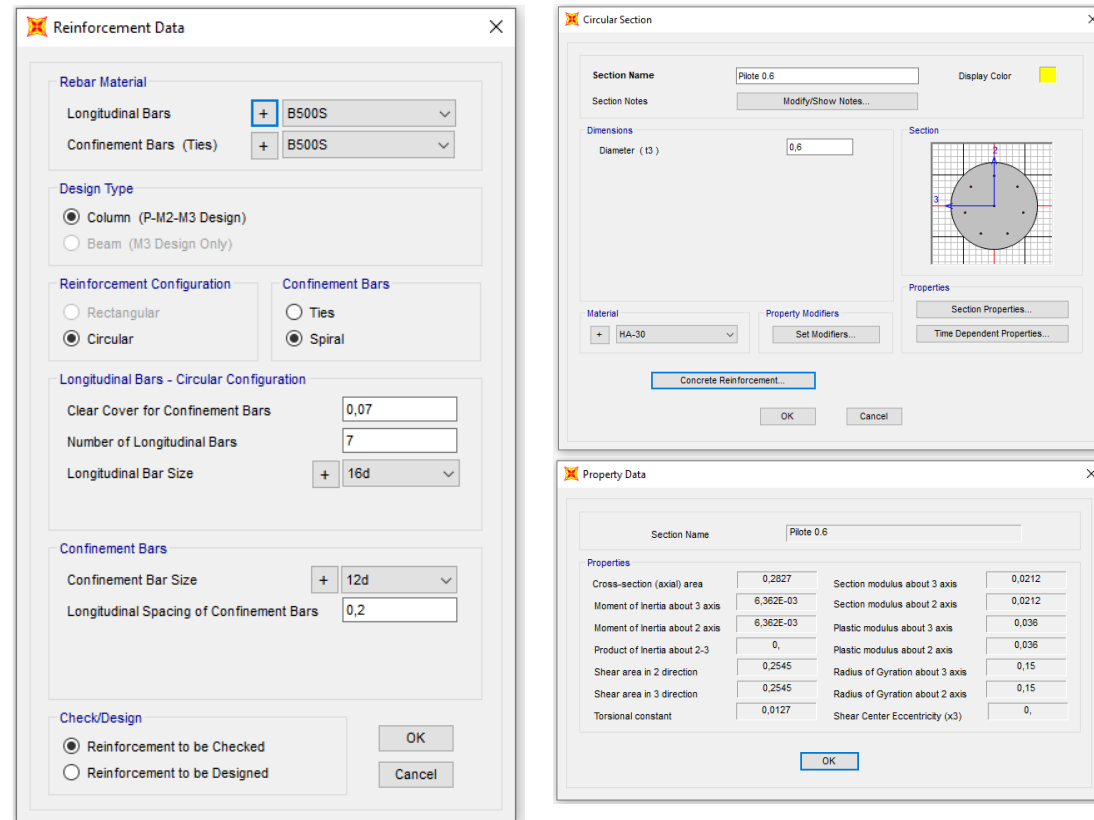


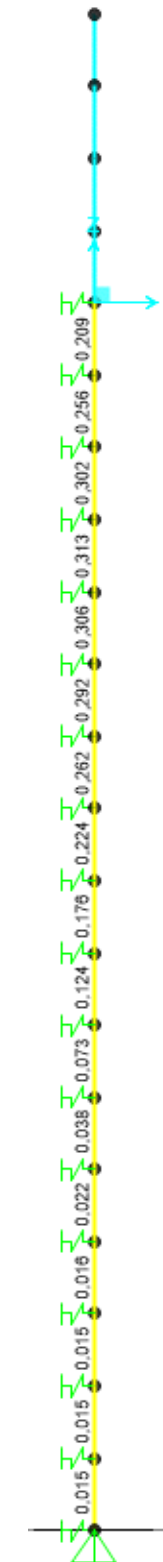
Figura 82. Deformaciones (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,004809	0,002256	2,00
2	VIENTO	0,003678	0,002227	1,50
3	VIENTO	0,002583	0,002027	1,00
4	VIENTO	0,001653	0,001484	0,50
5	VIENTO	0,001103	0,000426	0,00
6	VIENTO	0,000894	0,000402	-0,50
7	VIENTO	0,0007	0,000368	-1,00
8	VIENTO	0,000525	0,000324	-1,50
9	VIENTO	0,000375	0,000274	-2,00
10	VIENTO	0,000251	0,000222	-2,50
11	VIENTO	0,000153	0,000172	-3,00
12	VIENTO	0,00008	0,000126	-3,50
13	VIENTO	0,000028	0,000086	-4,00
14	VIENTO	-5,322E-06	0,000053	-4,50
15	VIENTO	-0,000024	0,000028	-5,00
16	VIENTO	-0,000032	9,538E-06	-5,50
17	VIENTO	-0,000033	-2,439E-06	-6,00
18	VIENTO	-0,00003	-0,00000967	-6,50
19	VIENTO	-0,000023	-0,000014	-7,00
20	VIENTO	-0,000016	-0,000015	-7,50
21	VIENTO	-8,014E-06	-0,000016	-8,00
22	VIENTO	0	-0,000016	-8,50

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	4,81	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	2,85	OK<Ls/100
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	1,10	OK<25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,43	OK<=5mm/r



Grado utilización de la armadura:



Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_3\_T2\_Pilote Zona Borde

**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	15,20
Med (kN*m)	45,00
Ved (kN)	15,00

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
γc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,05

<b>VRd,c (kN)</b>	142,93
<b>VRd,c min(kN)</b>	142,93

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,006
cot θ	156,78

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
S <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

3.3.6.2.2.- Altura de pantalla 2 m Zona Central

Pilotes de 8,5 m de largo. Se corresponde con los pilotes dispuestos fuera de las zonas de borde.

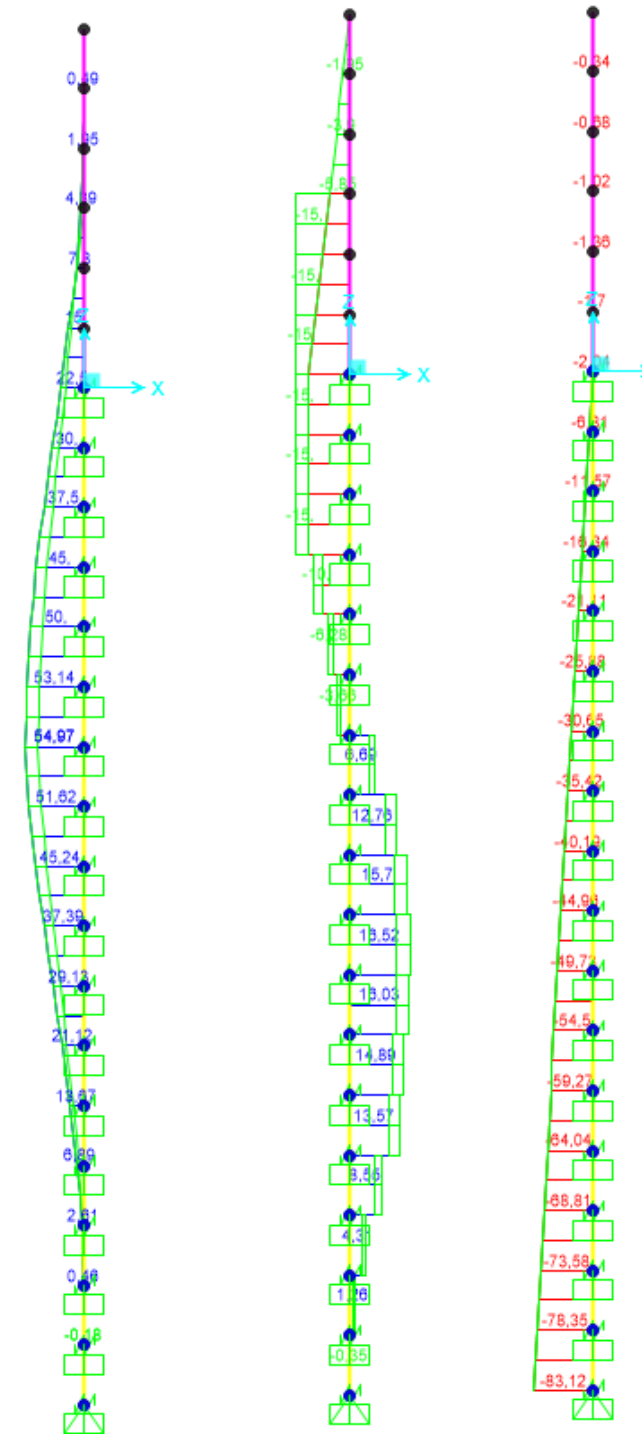


Figura 83. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (kN, m).

LONGITUD NECESARIA DE PILOTE POR RESISTENCIA HORIZONTAL DEL TERRENO (5.12 Guía de cimentaciones)			
<b>Características geotécnicas del terreno</b>			
$\gamma_n$	$\phi$	$K_p$	Hestrato
0,0 kN/m <sup>3</sup>	0 °	0,00	1,00
22,5 kN/m <sup>3</sup>	32 °	3,25	2,20
19,0 kN/m <sup>3</sup>	35 °	3,69	2,60
<b>Pilote y acciones</b>			
D=	0,60	m	Diámetro del pilote
H=	15,60	KN	Fuerza horizontal (Combinación característica con factor=3)
e=	1,00	m	Altura de aplicación de la carga sobre el terreno.
<b>E capacidad resistente del terreno en los distintos estratos</b>			
$e_{1sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte superior del estrato i.
$e_{1inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	Capacidad resistente parte inferior del estrato i.
$H_1$	1,00	m	Altura del estrato i.
$E_1$	0,00	kN	Capacidad resistente del estrato i.
$cdg1_{(desde(L-\Delta))}$	1,51	m	Distancia al cdg de capacidad pasiva desde L- $\Delta$ .
$e_{2sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{2inf}$ =	86,01	KN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	1,17	m	
$E_2$	90,91	kN	
$cdg2_{(desde(L-\Delta))}$	0,39	m	
$e_{3sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{3inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_3$	0,00	m	
$E_3$	0,00	kN	
$cdg3_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
$e_{4sup}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$e_{4inf}$ =	0,00	KN/m <sup>2</sup>	
$H_4$	0,00	m	
$E_4$	0,00	kN	
$cdg4_{(desde(L-\Delta))}$	0,00	m	
E=	90,91	KN	
R=	75,31	KN	
$\Delta$ =	0,37	m	
L=	2,54	m	Longitud de empotramiento del pilote.
<b>Verificaciones de equilibrio</b>			
H=E-R	15,60	KN	OK
H(e+L- $\Delta$ /2)=	52,41	KN.m	
E(dE- $\Delta$ /2)=	52,41	KN.m	OK

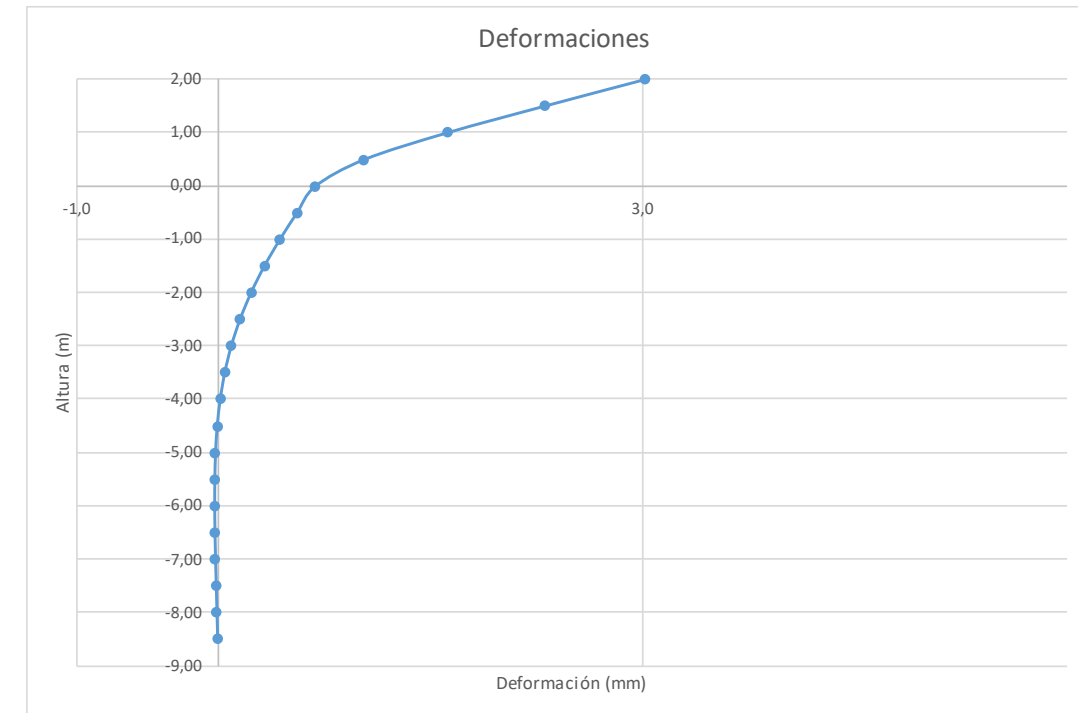


Figura 84. Deformada (Viento Característico).

Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	R2	z
Text	Text	m	Radians	m
1	VIENTO	0,00302	0,001417	2,00
2	VIENTO	0,00231	0,001399	1,50
3	VIENTO	0,001622	0,001273	1,00
4	VIENTO	0,001038	0,000932	0,50
5	VIENTO	0,000692	0,000268	0,00
6	VIENTO	0,000561	0,000252	-0,50
7	VIENTO	0,00044	0,000231	-1,00
8	VIENTO	0,00033	0,000204	-1,50
9	VIENTO	0,000236	0,000172	-2,00
10	VIENTO	0,000158	0,000139	-2,50
11	VIENTO	0,000096	0,000108	-3,00
12	VIENTO	0,00005	0,000079	-3,50
13	VIENTO	0,000018	0,000054	-4,00
14	VIENTO	-3,34E-06	0,000033	-4,50
15	VIENTO	-0,000015	0,000017	-5,00
16	VIENTO	-0,00002	0,00000599	-5,50
17	VIENTO	-0,000021	-1,532E-06	-6,00
18	VIENTO	-0,000019	-6,073E-06	-6,50
19	VIENTO	-0,000015	-8,497E-06	-7,00
20	VIENTO	-9,996E-06	-9,589E-06	-7,50
21	VIENTO	-5,033E-06	-9,973E-06	-8,00
22	VIENTO	0	-0,00001	-8,50

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

Deformación		
<b>Movimiento en cabeza de poste</b>		
$\delta_{\text{cabeza poste}}$	3,02	
$\delta_{\text{descontando cimentación}}$	1,79	OK < $L_s/100$
<b>Movimiento en cabeza de pilote</b>		
$\delta_{\text{cabeza pilote}}$	0,69	OK < 25 mm
<b>Giro cabeza pilote</b>	0,27	OK <= 5mm/m

Grado utilización de la armadura:

**Reinforcement Data**

Rebar Material

Longitudinal Bars: B500S

Confinement Bars (Ties): B500S

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars: 0,07

Number of Longitudinal Bars: 7

Longitudinal Bar Size: 16d

Confinement Bars

Confinement Bar Size: 12d

Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0,2

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK Cancel

**Circular Section**

Section Name: Pilote 0.6

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Diameter (d): 0,6

Section:

Material: HA-30

Property Modifiers: Set Modifiers...

Section Properties: Section Properties... Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

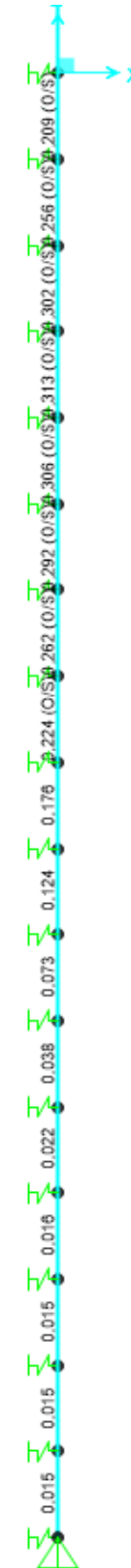
**Property Data**

Section Name: Pilote 0.6

Properties

Cross-section (axial) area	0,2827	Section modulus about 3 axis	0,0212
Moment of inertia about 3 axis	6,362E-03	Section modulus about 2 axis	0,0212
Moment of inertia about 2 axis	6,362E-03	Plastic modulus about 3 axis	0,036
Product of inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,036
Shear area in 2 direction	0,2545	Radius of Gyration about 3 axis	0,15
Shear area in 3 direction	0,2545	Radius of Gyration about 2 axis	0,15
Torsional constant	0,0127	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

OK





## Diseño a Cortante - Eurocódigo 2

**Título de la sección:** PP\_A1\_16\_MI\_3\_T2\_Pilote Zona Central**Materiales:**

Fck	30
Fyk	500

**Geometría:**

b (m)	0,49
d (m)	0,6
Ac(mm <sup>2</sup> )	282743,3
Cover (mm)	75
d (m)	0,505

**Esfuerzos:**

Situación	Persistent
Ned (kN)	15,20
Med (kN*m)	45,00
Ved (kN)	15,00

**Armadura:**

∅A <sub>sLong</sub> 1ª capa (mm)	16
nº barras(1ª capa)	3
∅A <sub>sLong</sub> 2ª capa (mm)	0
nº barras(2ª capa)	0
Separación entre capas. (mm)	0
A <sub>sLong</sub> (cm <sup>2</sup> )	6,03
∅ A <sub>sTrans</sub> (mm)	12

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

CRd,c	0,12
γc	1,5
k	1,63
ρ1	0,002
k1	0,15
σcp (Mpa)	0,05

<b>VRd,c (kN)</b>	142,93
<b>VRd,c min(kN)</b>	142,93

No es necesaria armadura de cortante

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

αcw	1
z (m)	0,455
v1	0,6
fcd (Mpa)	20

<b>VRd,max 1</b>	1068,98
<b>VRd,max 2</b>	1068,98
θ (rad.)	0,006
cot θ	156,78

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> )	2,26
s (m)	0,2
z (m)	0,455
F <sub>ywd</sub>	434,78
A <sub>swmin</sub> /s	3,78
s <sub>tmax</sub> (m)	0,24

cm<sup>2</sup>/m

<b>VRd,s (kN)</b>	446,98
-------------------	--------

**APÉNDICE Nº3: PASO SOBRE ESTRUCTURAS**



**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1_14,25_DI .....</b>	<b>5</b>
2.1.- PP_A1_14.25_MD_1 TRAMO 3.....	5
<b>3.- PASO SOBRE TABLEROS DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.....</b>	<b>6</b>
3.1.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PERFILES .....	9
3.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIÓN AL TABLERO .....	11

**TABLAS**

Tabla 1. Tramos de pantalla dispuestos sobre estructuras existentes. ....	6
---	---

**FIGURAS**

Figura 1. Acción retirada de Nieve. ....	7
Figura 2. Acción Viento.....	7
Figura 3. Acción -Viento. ....	8
Figura 4. Acción debida al efecto dinámico del paso de vehículos. ....	8
Figura 5. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m). ....	9
Figura 6. Resultado ELU_NIEVE reacciones. ....	9
Figura 7. Resultado acciones dinámicas. ....	9

**FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Bóveda existente sobre la que se sitúa la pantalla acústica.....	5
--	---



## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente apéndice recoge los cálculos de la solución para la sujeción de los postes a su paso por las estructuras existentes. A lo largo de todo el tramo nos encontramos con tres casuísticas distintas cuyo cálculo pasamos a incluir a continuación. En todos los casos la altura de la pantalla es de 2 m, y por tanto las acciones debidas a la retirada de nieve son las que condicionan el diseño.

## 2.- ZONA DE ACTUACIÓN A-1\_14,25\_DI

### 2.1.- PP\_A1\_14.25\_MD\_1 TRAMO 3

En esta zona la carretera discurre sobre una doble bóveda de hormigón. El talud de la carretera se encuentra contenido por un emboquille, también de hormigón que impide que las tierras de la cobertera invadan la vía inferior.



Fotografía 1. Bóveda existente sobre la que se sitúa la pantalla acústica.

Se propone una cimentación directa, por medio de una zapata continua bajo la pantalla y centrada de 1.45 m de ancho y 0.6 m de canto.

Las acciones consideradas son las de dimensionamiento del poste metálico de 2 m de alto y como ya se ha indicado, es la acción de la retirada de nieve la que condiciona el diseño:



**H=2m. NIEVE**

Y= transversal.

**Estabilidad al Deslizamiento:**

**Dimensiones Zapata**

X1(m)=	1,45
Y1(m)=	4,00
Canto <sub>1</sub> (m)=	0,60
X2(m)=	1,45
Y2(m)=	4
Canto2(m):	1E-14
Cota fondo exc.=	-0,62

**Dimensiones del Plinto:**

X(m)=	0,285	Área fuste=	0,05415
Y(m)=	0,190		
Alto(m)=	2,00E-02		

**Acciones sometido Parte Superior Plinto:**

CP		SCU+W+Nieve	
Fz(T)=	-0,24	Fz(T)=	0,00
Fx(T)=	0 long	Fx(T)=	1,02
Fy(T)=	0 trans	Fy(T)=	0,00
Mx(Tm)=	0 Tt	Mx(Tm)=	0,00
My(Tm)	0,00 ML	My(Tm)	1,53

**TOTALES**

Fz(T)=	-0,24
Fx(T)=	1,02
Fy(T)=	0,00
Mx(Tm)=	0,00
My(Tm)	1,53
Tagθ=	0,70

Fdes(T)=	1,02	Y <sub>Tierras</sub> (T/m <sup>3</sup> )=	1,80
PP <sub>Zapata1</sub> =	8,70 T.	PP <sub>Tierras1</sub> =	0,00
PP <sub>Zapata2</sub> =	0,00	PP <sub>Tierras2</sub> =	0,21
PP <sub>Plinto</sub> =	0,00 T.	PP <sub>Tierras3</sub> =	0,00
Festab=	6,26 T.	Festab' =	6,40
Y <sub>Desliz</sub> =	6,14	Y <sub>Desliz</sub> =	6,28
<b>Sin peso Tierras</b>		<b>Con peso Tierras</b>	

**Esfuerzos en la zapata ELU:**

	1,384	2,11	2,93	-2,87
--	-------	------	------	-------

**Zapata rígida Armado x (My):**

σ <sub>1</sub> (T/m <sup>2</sup> )	σ <sub>2</sub> (T/m <sup>2</sup> )	X	σ <sub>x</sub> (T/m <sup>2</sup> )	R <sub>1dx</sub> (T)	X <sub>1</sub>	F <sub>dTerreno</sub> (T)	F <sub>z+T</sub> (T)
4,44	-0,20	0,725	2,11	2,37	0,41	2,15	-1,29

**Zapata rígida Armado y (Mx):**

σ <sub>1</sub> (T/m <sup>2</sup> )	σ <sub>2</sub> (T/m <sup>2</sup> )	Y	σ <sub>y</sub> (T/m <sup>2</sup> )	R <sub>1dy</sub> (T)	Y <sub>1</sub>	F <sub>dTerreno</sub> (T)	F <sub>z+T</sub> (T)
2,11	2,11	2	2,11	4,23	1,00	4,09	-4,01

**Tensiones en el terreno:**

**Sin tierras**

Fz(T)= -8,94

Mx(T.m)= 0,00 Δσ(T/m<sup>2</sup>)= 0,00

My(T.m)= 2,16 Δσ(T/m<sup>2</sup>)= 1,54

σ<sub>media</sub>= 1,54 T/m<sup>2</sup>.

σ <sub>1</sub> =	3,08 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>2</sub> =	0,00 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>3</sub> =	3,08 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>4</sub> =	0,00 T/m <sup>2</sup> .

**Con tierras**

Fz(T)= -9,15

σ<sub>media</sub>= 1,58 T/m<sup>2</sup>.

σ <sub>1</sub> =	3,12 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>2</sub> =	0,04 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>3</sub> =	3,12 T/m <sup>2</sup> .
σ <sub>4</sub> =	0,04 T/m <sup>2</sup> .

**Estabilidad al Levantamiento:**

**Sin tierras**

Y<sub>Lev</sub>= No levanta

**Con tierras**

Y<sub>Lev</sub>= No levanta

**Estabilidad al Vuelco:**

M<sub>volY</sub>(T.m)= 2,16

M<sub>volX</sub>(T.m)= 0,00

**Sin tierras**

M<sub>estY</sub>(T.m)= 6,48

M<sub>estX</sub>(T.m)= 17,88

V<sub>vuelcoY</sub>= 3,00

V<sub>vuelcoX</sub>= #iDIV/0!

**Con tierras**

M<sub>estY</sub>(T.m)= 6,63

M<sub>estX</sub>(T.m)= 18,29

V<sub>vuelcoY</sub>= 3,07

V<sub>vuelcoX</sub>= #iDIV/0!

**Acciones ELU:**

Fz(T)= -0,24

Fx(T)= 1,53

Fy(T)= 0,00

Mx(Tm)= 0,00

My(Tm)= 2,29

Mx(T.m)= 0,00

My(T.m)= 3,24

Δσ<sub>x</sub>(T/m<sup>2</sup>)= 0,00

Δσ<sub>y</sub>(T/m<sup>2</sup>)= 2,31

Vdx (T)	A <sub>sx</sub> (cm <sup>2</sup> /m)
0,85	0,47

Vdx (T)	A <sub>sx</sub> (cm <sup>2</sup> /m)
0,08	2,37

**3.- PASO SOBRE TABLEROS DE ESTRUCTURAS EXISTENTES**

Se ha definido una única solución para el anclaje de la pantalla a las estructuras existentes que se emplea en los siguientes tramos:

PANTALLAS ACÚSTICAS PROPUESTAS				
Zona de Actuación	Nombre	Tramo	Altura (m)	Tipo de solución
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1	3	2	Cimentación directa sobre paso inferior.
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_2	3	2	Estructura metálica anclada a estructura existente sin cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	3	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	5	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1	8	2	Estructura metálica anclada a estructura existente sin cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_3	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_1	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.
A-1_16_DI	PP_A1_16_MI_2	2	2	Estructura metálica anclada a estructura existente con cambio de pretil existente.

Tabla 1. Tramos de pantalla dispuestos sobre estructuras existentes.

Aunque la solución es la misma, se siguen dos procedimientos distintos de cara a su instalación. En los casos en los que la estructura cuente con pretil metálico, la sujeción de los postes al tablero se realizará por medio de anclaje mecánicos al canto del voladizo.

En aquellos casos en los que la estructura no cuente con pretil metálico, se realizará la sustitución de la barrera existente por un pretil adecuado al nivel de contención. En este caso se propone la instalación de un pretil tipo Mosa -20, por homogeneidad con el tramo. Para ello será necesario realizar el recrecido del tablero donde se dejarán embebidos los pernos que servirán para la sujeción de los postes al tablero. Se seguirá el siguiente proceso constructivo:

- Corte y retirada de la barrera existente.
- Hidrodemolición del borde del tablero dejando vistas las armaduras para la conexión con el tramo a recrecer.
- Colocación del armado correspondiente a la viga lateral de apoyo del pretil.
- Empalme del armado del voladizo existente con el tramo a recrecer.
- Colocación de los pernos de anclaje de los postes para las barreras.
- Hormigonado de la viga de apoyo del pretil que recrece el tablero.

- Colocación del pretil metálico.
- Colocación de la estructura metálica de sujeción de las pantallas, anclada a los pernos hormigonados.

Para el cálculo del elemento de sujeción se han considerado las mismas cargas debidas que en el dimensionamiento del poste, y de nuevo es la acción de retirada de la nieve la que condicional el dimensionamiento, aunque se han considerado todas.

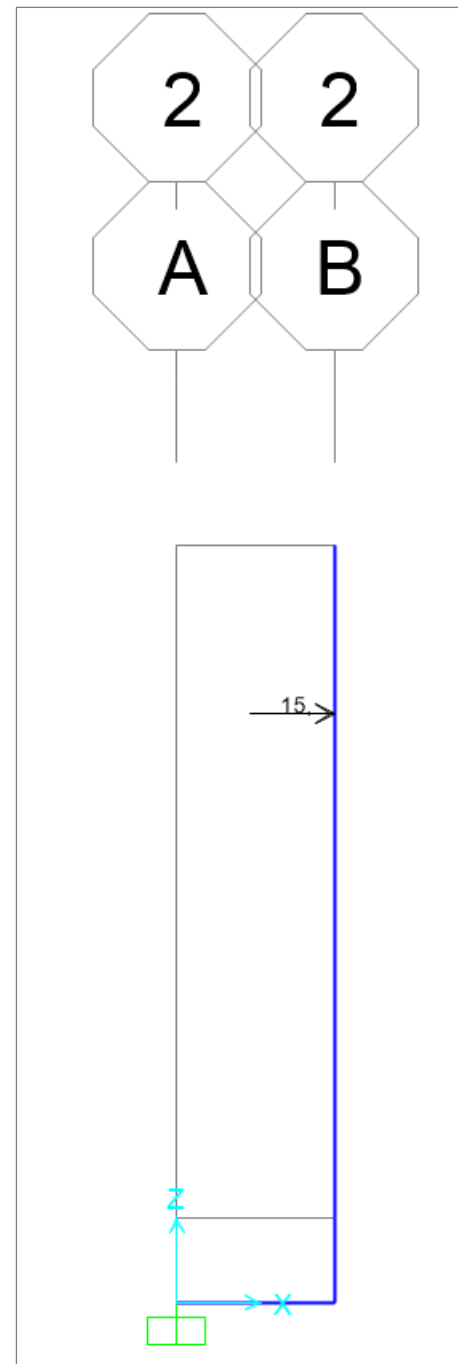


Figura 1. Acción retirada de Nieve.

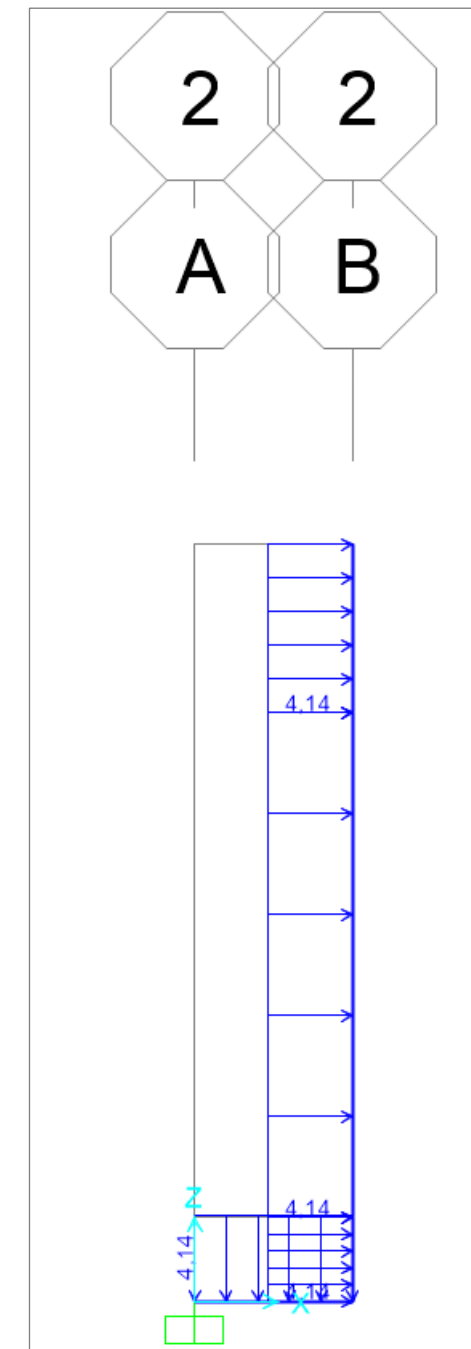


Figura 2. Acción Viento.

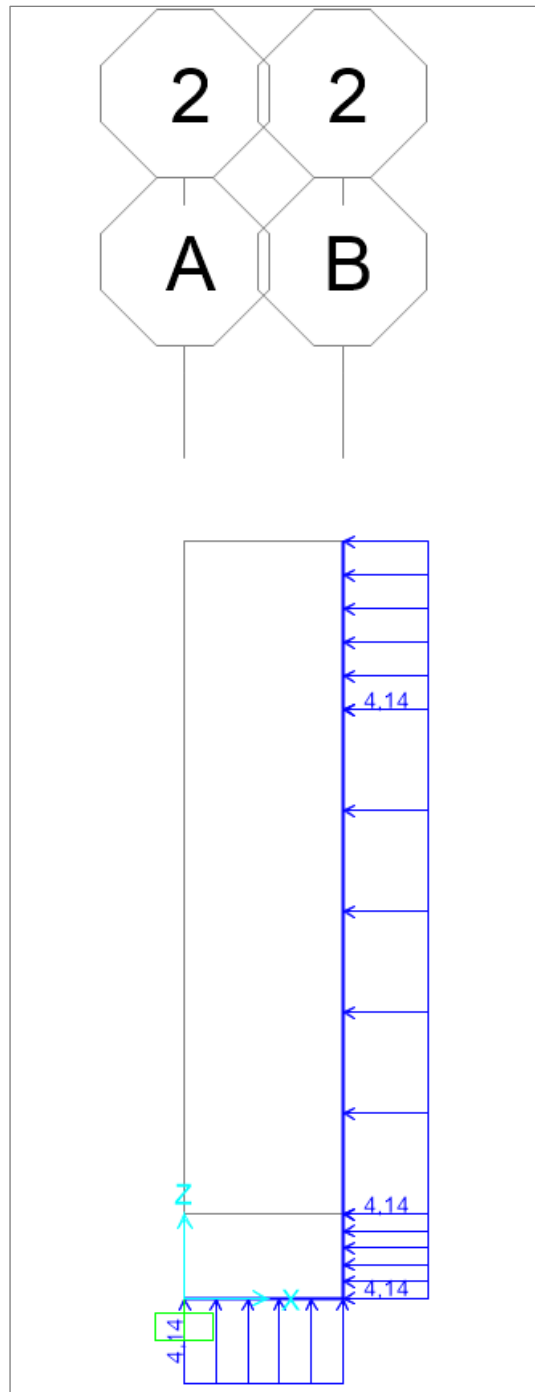


Figura 3. Acción -Viento.

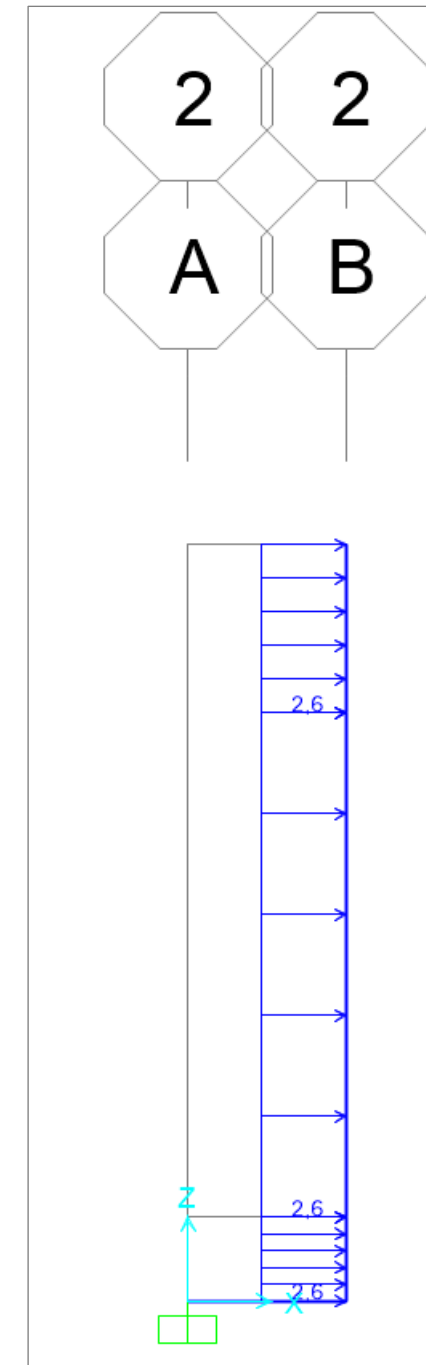


Figura 4. Acción debida al efecto dinámico del paso de vehículos.

Los resultados obtenidos del modelo, el caso pésimo es la acción debida al  $ELU\_NIEVE=1.35 PP+1.5$  Nieve:

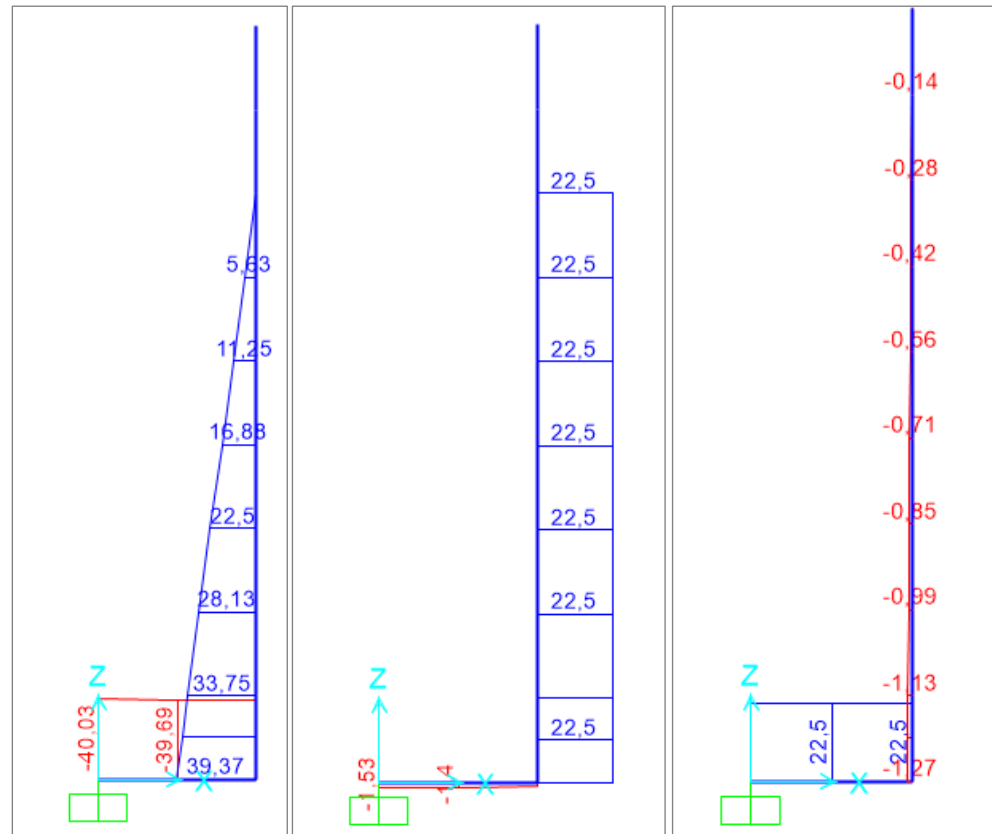


Figura 5. Esfuerzos M, V, N Envolvente ELU (KN, m).

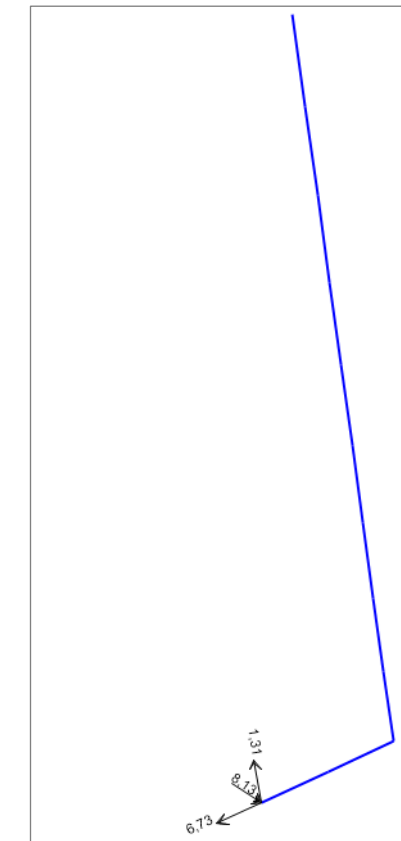


Figura 7. Resultado acciones dinámicas.

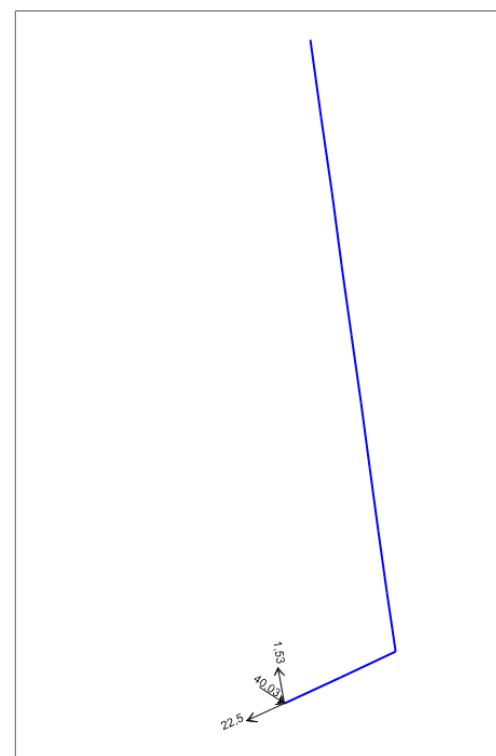


Figura 6. Resultado ELU\_NIEVE reacciones.

### 3.1.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PERFILES

Los esfuerzos pésimos se producen en la sección de empotramiento con el lateral del tablero. Se incluye a continuación su dimensionamiento:

HEB-160 pp=	0,418 KN/m				
N <sub>Ed</sub> =	-22,50 KN	M <sub>yEd</sub> =	40,03 KN.m	V <sub>Ed</sub> =	1,53 KN
HEB-160 pp=	0,418 KN/m	M <sub>zEd</sub> =	0 KN.m		
A=	54,3 cm <sup>2</sup>	r=	15 mm	S <sub>x</sub> =	177 cm <sup>3</sup>
h=	160 mm	I <sub>x</sub> =	2490 cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> =	311 cm <sup>3</sup>
b=	160 mm	i <sub>x</sub> =	6,78 cm	W <sub>y</sub> =	111 cm <sup>3</sup>
h <sub>1</sub> =	104 mm	I <sub>y</sub> =	889 cm <sup>4</sup>	W <sub>plx</sub> =	311 cm <sup>3</sup>
e <sub>1</sub> =	13 mm	i <sub>y</sub> =	4,05 cm	W <sub>ply</sub> =	111 cm <sup>3</sup>
e=	8 mm	I <sub>z</sub> =	25,7216 cm <sup>4</sup>		

Clasificación del alma (Chapa flexo-comprimida)

f <sub>y</sub> =	275	f <sub>u</sub> =	430
ε=	0,92		
c/t=h <sub>1</sub> /e=	13,00		
α=	0,451		

Clase 1

Clasificación de las alas (comprimida)

c/t=((b-e-2r)/2)/e<sub>1</sub>= 4,69

Clase 1

Coefficientes parciales para los valores característicos de resistencia:

- γ<sub>M0</sub>= 1,05 De las secciones transversales independientes de su clase.
- γ<sub>M1</sub>= 1,05 A inestabilidad, evaluada mediante comprobaciones de elemento.
- γ<sub>M2</sub>= 1,25 A rotura de secciones transversales en tracción.
- γ<sub>M3</sub>= 1,25 Resistencia al deslizamiento uniones con tornillos pretensados.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

(6.1 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

σ <sub>x,Ed</sub> =	124,57 Mpa
τ <sub>Ed</sub> =	1,84 Mpa

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 = 0,226 \leq 1$$

**O.k**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

(6.2 UNE-EN 1993-1-1:2008. Conservadora)

N <sub>pl,Rd</sub> =	1422,14 KN	(6.6 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
N <sub>c,Rd</sub> =	1422,14 KN	(6.10 UNE-EN 1993-1-1:2008.)		
M <sub>y,Rd</sub> =	81,45 KN.m	(6.14 UNE-EN 1993-1-1:2008.)	M <sub>pl,y,Rd</sub> =	81,45 KN.m
M <sub>z,Rd</sub> =	29,07		M <sub>pl,z,Rd</sub> =	29,07 KN.m

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,476 \leq 1$$

**O.k**

Esfuerzo cortante:

A <sub>f</sub> =	2080 mm <sup>2</sup> Área de un ala.
A <sub>w</sub> =	1072 mm <sup>2</sup> Área del alma.
A <sub>f</sub> /A <sub>w</sub> =	1,94
τ <sub>Ed</sub> =	1,43 Mpa (6.21) UNE-EN 1993-1-1:2008.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3} \gamma_{M0})} = 0,009 \leq 1$$

**O.k**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A <sub>v</sub> =	1764 mm <sup>2</sup>	(6.2.6 (3a)) UNE-EN 1993-1-1:2008.
V <sub>pl,Rd</sub> =	266,74 KN	(6.18) UNE-EN 1993-1-1:2008.

Flexión y cortante:

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,01 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión

Resistencia reducida a flexión:

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1\right)^2 = 0,977187558$$

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 6,27 Mpa

$$M_{y,V,Rd} = \frac{W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w}}{\gamma_{M0}} f_y \quad \text{con } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>y,V,Rd</sub>= 81,45 KN.m

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} = 0,491 \leq 1$$

**O.k**

Flexión y esfuerzo axial:

N<sub>Ed</sub> ≤ 0,25 N<sub>pl,Rd</sub> ? Si

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad ? \text{ Si} \quad \text{No es necesario reducir la resistencia plástica a flexión}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed}/N_{pl,Rd}\right)^2\right] \quad (6.32 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

M<sub>N,Rd</sub>= 81,43 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,492 \leq 1$$

**O.k**

Flexión, esfuerzo cortante y esfuerzo axial:

V<sub>Ed</sub>/V<sub>pl,Rd</sub>= 0,01 Puede despreciarse el esfuerzo cortante sobre la resistencia a flexión+Axil

(1-ρ)f<sub>y</sub>= 6,27 Mpa

N<sub>Rd</sub>= 1422,14 KN

M<sub>Rd</sub>= 81,45 KN.m

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed}/N_{pl,Rd}\right)^2\right]$$

M<sub>N,Rd</sub>= 81,43 KN.m

$$M_{Ed}/M_{N,Rd} = 0,492 \leq 1$$

**O.k**

**Resistencia a pandeo de elementos:**

Elementos uniformes en C:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6.50 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

$L_{cr} = 4 \text{ m}$  Consideramos poste empotrado  $L_{cr} = 2htotal$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon = 86,803$$

$\bar{\lambda} = 0,680 = \lambda_y$   $N_{cr,y} = 3232,50 \text{ KN}$

Curva de pandeo, secciones de perfiles laminados (pandeo alrededor de y-y):

$h/b = 1$   $b$  Tabla 6.2 eje y-y

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,34$  Coeficiente de imperfección para la curva de pandeo (Tabla 6.1)

$\phi = 0,813$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,795 = \chi_y$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = 1130,70 \text{ KN} \quad (6.47 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \boxed{-0,020 \leq 1 \text{ O.k}}$$

Elementos uniformes sometidos a flexión:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = W_{y,c} \pi^2 E_a i_c^2 C_1 / l_p^2$$

$C_1 = 1,880$  Viga empotrada

$M_{cr} = 151,50 \text{ KN.m}$

$\bar{\lambda}_{LT} = 1,000$   $N_{cr,LT} = 1493,25 \text{ KN}$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Curva de pandeo: I laminada  $h/b = 1$  a

$\alpha_{LT} = 0,21$

$\phi_{LT} = 1,084$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (6.56 \text{ UNE-EN } 1993-1-1:2008.)$$

$\chi_{LT} = 0,666$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$M_{b,Rd} = 54,21 \text{ KN.m}$

**COMPROBACIÓN A FATIGA:**

Esfuerzos que producen fatiga. Carga dinámica por el paso KN.m

$V = +- 1,31 \text{ KN}$	$M = +- 8,13$	Carrera de tensiones que producen las cargas de fatiga.
$\Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k) =$	$41,83 \text{ Mpa}$	
$\Delta\tau(\gamma_{Ff} Q_k) =$	$2,52 \text{ Mpa}$	

Carrera de tensión debido a los valores frecuentes de  $\psi_1 Q_k$  Código Estructura Anejo 27 (8.1)

$\Delta\sigma = 25,10$	$\leq 1,5 f_v = 412,50$	<b>O.k</b>
$\Delta\tau = 1,51$	$\leq 1,5 f_y / \sqrt{3} = 238,16$	<b>O.k</b>

$\gamma_{Mf} = 1,15$  (Tabla 3.1 EN 1993-1-9:2005. Método Integridad asegurada, Consecuencias de fallo leves)

$\Delta\sigma_c = 80,00$  Valor de la categoría del detalle. Tabla 8.5, detalle 1.

Tensiones nominales de amplitud constante: resistencia a fatiga.

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6 \quad \text{con } m = 3 \text{ para } N_R \leq 5 \times 10^6$$

$\Delta\sigma_D = 58,94 \text{ Mpa}$ . Límite de fatiga bajo amplitud constante.

$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf} = 51,26$	<b>Mpa.</b>	$\geq 41,83 = \gamma_{Ff} \Delta\sigma(\gamma_{Ff} Q_k)$	<b>O.k</b>
--	-------------	--	------------

**3.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIÓN AL TABLERO**

$N_{Ed} = -22,50 \text{ KN}$   $M_{yEd} = 40,03 \text{ KN.m}$   $V_{Ed} = 1,53 \text{ KN}$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$f_y = 275 \text{ Mpa}$   $f_u = 430 \text{ MPa}$

$d = 24 \text{ mm}$  Diámetro nominal del perno.  $A_s =$

$d_0 = 26 \text{ mm}$  Diámetro del agujero.

$d_m = 38,8 \text{ mm}$  Media distancia de la tuerca.

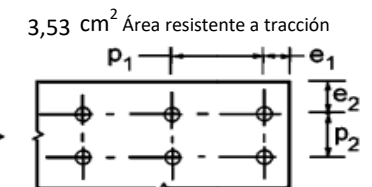
$e_2 = 41 \text{ mm}$   $p_2 = 228 \text{ mm}$

$e_1 = 55 \text{ mm}$   $p_1 = 240 \text{ mm}$

$t_p = 20 \text{ mm}$  Espesor de la chapa bajo el tornillo o tuerca.

Dimensiones Chapa base:  $B = 310 \text{ mm}$  x  $N = 350 \text{ mm}$

Nº pernos por fila = 2





**Resistencia de cálculo de apoyos del poste con placa base:**

(6.2.8) EN 1993-1-8:2005

$F_{T,1,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd})$  **Resistencia de cálculo a tracción de la parte izda de la unión.**

$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$  Alma en tracción del pilar bajo el ala izda. (6.15) EN 1993-1-8:2005

$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s)$  (6.15) EN 1993-1-8:2005

$s=r_c = 15$

$a_b = 4$

$t_{fb} = 13$

$b_{eff,t,wc} = 164,31$

$t_{wc} = 8,00$

$\omega = 1$

$F_{t,wc,Rd} = 344,28 \text{ KN}$

$F_{t,pl,Rd}$ : placa base en flexión bajo el ala izda del pilar.

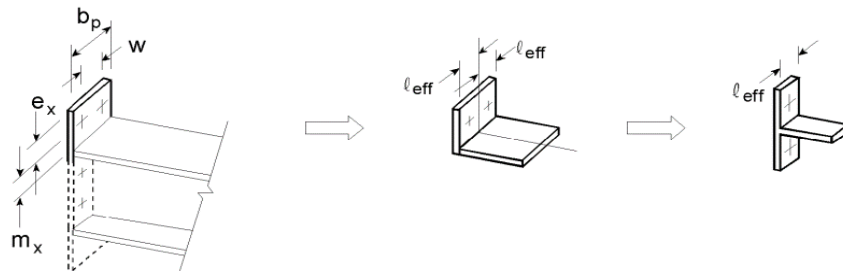
$l_{eff,nc} = 80$

$m_x = 40$

$e_x = 55$

$w = 228$

(Tabla 6.6) EN 1993-1-8:2005



$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$  (Tabla 6.2) EN 1993-1-8:2005

$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$  4,19 KN.m

$F_{T,1,Rd} = 419,05 \text{ KN}$

$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$

$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$  4,19 KN.m

$F_{T,2,Rd} = 319,04 \text{ KN}$

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$  406,66 KN

$F_{t,pl,Rd} = 319,04$

$F_{T,1,Rd} = 319,04 \text{ KN}$

$F_{T,r,Rd} = \text{Min}(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = 319,04 \text{ KN}$

**Resistencia de cálculo a compresión de la parte izda de la unión**

$F_{C,l,Rd} = \text{Min}(F_{c,pl,Rd}; F_{c,fc,Rd})$

$F_{c,pl,Rd}$ : hormigón a compresión bajo el ala izda del pilar.

$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}$  (6.4) EN 1993-1-8:2005

$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff})$  (6.6) EN 1993-1-8:2005

$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$  (6.63) EN 1992-1-1:2011

$\beta = 0,667$

$f_{jd} = 33,33 \text{ Mpa}$  (6.5) EN 1993-1-8:2005

$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} = 21,04 \text{ mm}$

$b_{eff} = 55,08 \text{ mm}$

$l_{eff} = 202,08 \text{ mm}$

$F_{C,Rd} = 370,99 \text{ KN}$

$F_{c,fc,Rd}$ : ala izda y alma en compresión. (6.21) EN 1993-1-8:2005

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$  554,10 KN

$F_{C,l,Rd} = 370,99 \text{ KN}$

**Resistencia de cálculo de compresión de la parte derecha de la unión**

$F_{C,r,Rd} = \text{Min}(F_{c,pl,Rd}; F_{c,fc,Rd}) = 370,99 \text{ KN}$

$Z_{T,r} = Z_{T,l} = 120 \text{ mm}$

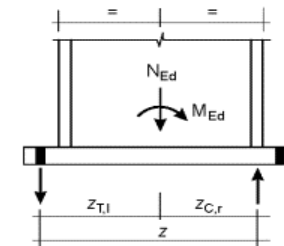
$Z_{C,r} = Z_{C,l} = 80 \text{ mm}$

**Valor de cálculo del momento resistente a flexión  $M_{j,Rd}$**  (Tabla 6.7 EN 1993-1-8:2008)

$M_{Ed} = 40,03 \text{ KN.m}$

$N_{Ed} = 22,50 \text{ KN}$ . Negativo =Compresión.

$e = 1,779 \text{ m}$



Parte izda a T y dcha a C:

$z = 200 \text{ mm}$

$M_{j,Rd} = \text{El menor de } \frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} \text{ y } \frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1}$

$\frac{F_{T,1,Rd} z}{z_{C,r} / e + 1} = 61,06 \text{ KN.m}$

$\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,1} / e - 1} = 79,57 \text{ KN.m}$

$M_{j,Rd} = 61,06 \text{ KN.m} \geq 40,03 \text{ KN.m}$

**Resistencia a cortante de la unión:**

$$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 56,03 \text{ KN}$$

$$F_{vb,Rd} = 56,03 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n F_{vb,Rd}$$

$$F_{f,Rd} = C_{fd} N_{c,Ed} = -4,50 \text{ KN}$$

$F_{v,Rd} = 219,61 \text{ KN}$	$>$	$V_{Ed} = 1,53 \text{ KN O.k}$
--------------------------------	-----	--------------------------------

**Comprobación de los pernos:**

$$F_{v,Ed} = 0,38 \text{ KN} \quad F_{t,Ed} = 100,08 \text{ KN}$$

Acero  $f_{yb} = 8,8 \text{ Mpa}$   $f_{ub} = 800 \text{ Mpa}$

$$f_{yb} = 640 \text{ Mpa} \quad f_{ub} = 800$$

**Resistencia de cálculo a cortante.**  
 $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 135,55 \text{ KN}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

$F_{v,Rd} = 135,55 \text{ KN}$	$\geq$	$F_{v,Ed} = 0,38 \text{ KN O.k}$
--------------------------------	--------	----------------------------------

$$\alpha_v = 0,6$$

**Resistencia de cálculo al aplastamiento.**  
 $F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$  (Tabla 3.4) EN 1993-1-8:2005

En dirección carga= Extremo

$$\alpha_b = 1,000$$

En dirección perpendicular a la carga: Borde

$$k_1 = 2,50$$

$F_{b,Rd} = 412,80 \text{ KN}$	$\geq$	$F_{v,Ed} = 0,38 \text{ KN O.k}$
--------------------------------	--------	----------------------------------

**Resistencia de cálculo tracción.**  
 $F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 203,33 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 100,08 \text{ KN O.k}$   
 (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

$$K_2 = 0,9 \text{ Tornillos de cabeza no abellanada.}$$

**Resistencia de cálculo al punzonamiento.**  
 $B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 503,18 \text{ KN} \geq F_{t,Ed} = 100,08 \text{ KN O.k}$   
 (Tabla 3.4) EN 1993-4-8:2005

**Comprobación al deslizamiento:**

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} \quad (3.6a) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 197,68 \text{ KN} \quad (3.7) \text{ EN 1993-4-8:2005}$$

$$k_s = 1 \text{ Tornillos en agujeros normalizados.}$$

$$\mu = 0,2$$

$F_{s,Rd} = 31,63 \text{ KN}$	$\geq$	$F_{v,Ed} = 0,38 \text{ KN O.k}$
-------------------------------	--------	----------------------------------

**Tracción y cortante combinados:**

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} = 18,82 \text{ KN} \quad (3.8) \text{ EN 1993-1-8:2005}$$

$F_{s,Rd} = 18,82 \text{ KN}$	$>$	$F_{v,Ed} = 0,38 \text{ KN O.k}$
-------------------------------	-----	----------------------------------

**Dimensionamiento de la chapa base y cartelas:**

Flexión en la zona comprimida:

$$M_{Ed} = 1,49 \text{ KN.m}$$

Flexión en el lado traccionado:

$$M_{Ed} = 12,76 \text{ KN.m}$$

Cartelas:  $h_{min} = 50 \text{ mm}$   $h_{max} = 185 \text{ mm}$

$n^{\circ} = 1$  x  $12 \text{ mm}$

Placa base:  $310$  x  $20$

$$I_x = 7258547,48 \text{ mm}^4$$

$$v = 22,74 \text{ mm} \quad v' = 114,76 \text{ mm}$$

$M_{Rd} = 13,91 \text{ KN.m}$	$\geq$	$12,76 \text{ KN}$	$\text{O.K}$
-------------------------------	--------	--------------------	--------------

**Comprobación a fatiga de los pernos:**

$$\Sigma F_{pernos} = 40,65 \text{ KN}$$

$$F_{perno} = 20,33 \text{ KN}$$

$$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k) = 57,58 \text{ Mpa} \quad \Delta\sigma_c = 50$$

$$K_s = (30/d)^{1/4} = 1$$

$$\Delta\sigma_{c,red} = K_s \Delta\sigma_c = 50 \text{ Tabla 8.1}$$

$$\Delta\sigma_D = 36,84 \text{ Mpa. Límite de fatiga bajo amplitud constante.}$$

$\Delta\sigma_D / \gamma_{MF} = 32,04$	$\text{Mpa.}$	$\geq$	$0,00 = \gamma_{FF} \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k)$	$\text{O.k}$
--	---------------	--------	--	--------------

$$\Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k) = 3,71$$

$$\Delta\tau_c = 100 \text{ Tabla 8.1}$$

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{1/5} \Delta\tau_c = 0,457 \Delta\tau_c$$

$$\Delta\tau_L = 45,73 \text{ Umbral de daño.}$$

$\Delta\tau_L / \gamma_{MF} = 39,77$	$\text{Mpa.}$	$\geq$	$3,71 = \gamma_{FF} \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k)$	$\text{O.k}$
--------------------------------------	---------------	--------	--	--------------

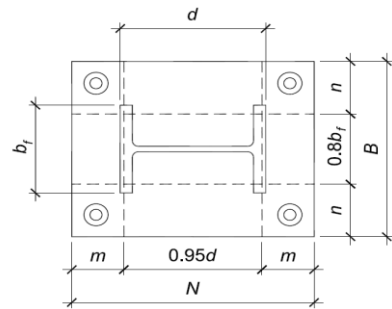
**AISC-01 STEEL DESIGN GUIDE. BASE PLATE AND ANCHOR ROD DESIGN:**

**Actions:**

$P_r = -22,50$  KN  
 $M_r = 40,03$  KN.m  $e = -1,77911$  m  
 $V_r = 1,53$  KN

**Base Plate:**

$N = 350$  mm  $b_f = d = 160,00$  mm  
 $B = 310$  mm  $t_f = 13,00$  mm  
 $f = 120$  mm  $e_{crit} = 0,176095$  m  
 Material: S 275  $F_y = 275$  Mpa



**Spread Footing:**

$A_1 = 0,11$  m<sup>2</sup>  $f'_c = 30$  Mpa  
 $A_2 = 0,89$  m<sup>2</sup>  $\phi = 0,65$   
 Type of Column Base Plate: Base Plate with Large Momentes

**Anchor Rod:**

Material: Acero 8.8  $F_u = 800$  MPa  
 $\phi = 24$  mm  $A_r = 452,3893$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{ef} = 300$  mm  $A_{brg} = 861,53$  mm<sup>2</sup>  
 $A_{N0} = 0,45$  m<sup>2</sup>  $A_N = 0,57$  m<sup>2</sup>  
 $ca_1 = 130$  mm  $s = 240$  mm  
 $ca_{1shear} = 130$  mm  
 $A_{vc0} = 0,076$  m<sup>2</sup>  $A_{vc} = 0,123$  m<sup>2</sup>

$raiz(A_1/A_2) = 2,86$   
 $f_{p(max)} = 33,15$  MPa  
 $q_{max} = 10276,50$  KN/m

$$\left(f + \frac{N}{2}\right)^2 \geq \frac{2P_r(e+f)}{q_{max}} \quad (3.4.4)$$

$$\left(f + \frac{N}{2}\right)^2 = 87025$$

$$\frac{2P_r(e+f)}{q_{max}} = 7265,12 \text{ o.k}$$

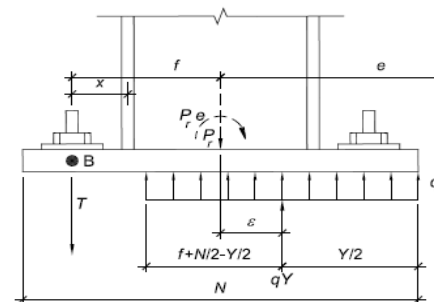
$$Y = 12,58 \text{ mm} \quad (3.4.3)$$

$$T = 151,80 \text{ KN} \quad (3.4.2)$$

$$m = 111,00 \text{ mm} \quad (3.1.3)$$

$$f_{p(max)} = \phi(0,85f'_c) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad (3.1.1)$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2$$



**2.-ANCHOR ROD SIZE:**

**Tension in Anchor rod:**

$n^{\circ}$  Rods = 2  
 $N_{ua} = 75,90$  KN

**Steel Strength in tension:**

Design tensile strength =  $(0.75)(0.75)F_u A_b = 0.5625F_u A_b$

$\phi N_{sa} = 203,58$  KN  $\phi N_{sa} \geq R_u$  O.k

**Concrete pullout strength in tension: D.5.3**

$\phi N_p = \phi \psi_4 A_{brg} 8f'_c$   $\psi_4 = 1,4$

$\phi N_p = 83,03$  KN  $\phi N_p \geq R_u$  O.k

**Concrete breakout Strength of Anchor Group in tension: D.5.2**

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$\psi_{ec,N} = 1$

$\psi_{ed,N} = 0,786666667$

$\psi_{c,N} = 1,4$

$\psi_{cp,N} = 0,902777778$

$$N_b = k_c \lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1,5}$$

$K_c = 7$  anclaje postintalado

$\lambda = 1$  Hormigón de peso normal

$N_b = 199,22$  KN

$N_{cb} = 250,90$  KN

$N_{cbg} = 250,90$  KN

$\phi N_{cbg} = 175,63$  KN  $\phi N_{cbg} \geq R_u$  O.k

$R_u = 151,80$  KN

**Concrete side-face blowout strength of headed Anchor in tension:**

Single headed anchor: ACI318-11 D5.4

$\phi N_{sb} = 121,74$  KN  $\phi N_{sb} \geq R_u$  O.k

Multiple headed anchor

$\phi N_{sbg} = 159,20$  KN  $\phi N_{sbg} \geq R_u$  O.k

$R_u = 151,80$  KN

$\phi N_n = 79,60$   $N_{ua}/\phi N_n = 0,95$

**Shear in Anchor Rods:**

$V_{ua} = 0,38$  KN

**Steel Strength in shear:**

$\phi V_{sa} = 152,00$  KN ACI 318-11 D.6.1.2  $\phi V_{sa} \geq V_{ua}$  O.k

Concrete brakeout strength in shear:

$\phi V_{cbg} = 62,61$  KN

$V_u = 0,77$

$\phi V_{cbg} \geq V_{ua}$  O.k

Concrete pryout strength of anchor in shear:

$\phi V_{cp} = 351,26$  KN  $\phi V_{cp} \geq V_{ua}$  O.k

$\phi V_n = 31,30$   $V_{ua}/\phi V_n = 0,01$

**Interaction of tensile and shear forces:**

$N_{ua}/\phi N_n + V_{ua}/\phi V_n = 0,97 < 1,2$  ACI 318-11 D-42 O.K

5403454-W-DE-A1(0)-118\_03

**APÉNDICE Nº4: TABLAS RESUMEN**



**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- POSTES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- PLACAS DE ANCLAJE .....</b>	<b>7</b>
<b>4.- PILOTES .....</b>	<b>8</b>





## 1.- INTRODUCCIÓN

Se presentan a continuación las tablas resúmenes de resultados del cálculo de postes, placas de anclajes y pilotes.

## 2.- POSTES

Zona acústica	Id pantalla planta general	P.K. inicial	P.K. final	Número Perfil inicial	Número Perfil final	Distancia entre perfiles	Altura pantalla	Altura terraplén máxima	Borde o Interior	Perfil metálico	kN/m Borde	KN/m Interior	Axil base servicio (kN)	Flector base servicio (kN/m)	Cortante base servicio (kN)
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1(1)	0+000	0+236	1	59	4	5	0	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
	PP_A1_13,2_MD_1(2)	0+000	0+096	1	25	4	5	2,2	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
	PP_A1_13,2_MD_1(3)	0+000	0+180	1	46	4	5	0	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1(1)	0+000	0+112	1	29	4	5	0	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
	PP_A1_14,25_MD_1(2)	0+000	0+100	1	27	4	5	2,5	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
		0+100	0+144	28	36	4	2	0	Borde	HEB - 140	4,15	-	0,66	15,00	10,00
									Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00
	0+144	0+316	37	80	4	6	0	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44	
								Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90	
	PP_A1_14,25_MD_2(1)	0+000	0+040	1	11	4	6	1,25	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44
									Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90
	PP_A1_14,25_MD_2(2)	0+000	0+136	1	35	4	6	3,2	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44
									Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90
	0+136	0+176	36	45	4	2	0	Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00	
								Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00	
	PP_A1_14,25_MI_1	0+000	0+088	1	23	4	5	2	Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
	PP_A1_14,25_MI_2(1)	0+000	0+040	1	11	4	6	0	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44
									Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90
PP_A1_14,25_MI_2(2)	0+000	0+140	1	36	4	6	0	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44	
								Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90	

Zona acústica	Id pantalla planta general	P.K. inicial	P.K. final	Número Perfil inicial	Número Perfil final	Distancia entre perfiles	Altura pantalla	Altura terraplén máxima	Borde o Interior	Perfil metálico	kN/m Borde	KN/m Interior	Axil base servicio (kN)	Flector base servicio (kN/m)	Cortante base servicio (kN)	
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1(1)	0+000	0+180	1	46	4	4	4	Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89	
									Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39	
									Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89	
									Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39	
									Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00	
									Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00	
									Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89	
									Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39	
									Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00	
									Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00	
									Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89	
									Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39	
									Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72	
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99	
									Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00	
									Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00	
									Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72	
									Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99	
		PP_A1_16_MD_2	0+000	0+160	1	41	4	6	2,9	Borde	HEB - 300	5,24	-	6,89	94,31	31,44
										Interior		-	2,82	6,89	50,71	16,90
										Borde	HEB - 180	4,51	-	1,51	29,29	13,53
										Interior		-	2,6	1,51	15,00	10,00
										Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00
										Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00
										Borde	HEB - 180	4,51	-	1,51	29,29	13,53
										Interior		-	2,6	1,51	15,00	10,00
										Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
										Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
										Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00
										Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00
										Borde	HEB - 260	4,74	-	4,56	59,30	23,72
										Interior		-	2,6	4,56	32,47	12,99
										Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89
										Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39
										Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00
										Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00
									Borde	HEB - 220	4,67	-	2,81	37,38	18,89	
									Interior		-	2,6	2,81	20,78	10,39	
									Borde	HEB - 180	4,51	-	1,51	29,29	13,53	
									Interior		-	2,6	1,51	15,00	10,00	
									Borde	HEB - 160	4,15	-	0,66	15,00	10,00	
									Interior		-	2,6	0,66	15,00	10,00	

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

## 3.- PLACAS DE ANCLAJE

Zona acústica	Id pantalla planta general	P.K. inicial	P.K. final	Número Perfil inicial	Número Perfil final	Altura pantalla	Axil base servicio (kN)	Flector base servicio (kN/m)	Cortante base servicio (kN)	Axil base ELU (kN)	Flector base ELU (kN/m)	Cortante base ELU (kN)	Ancho x Largo x Espesor (mm)	Nº de pernos / Diámetro (mm) / Longitud (mm)
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1(1)	0+000	0+236	1	59	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
	PP_A1_13,2_MD_1(2)	0+000	0+096	1	25	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
	PP_A1_13,2_MD_1(3)	0+000	0+180	1	46	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1(1)	0+000	0+112	1	29	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
	PP_A1_14,25_MD_1(2)	0+000	0+100	1	27	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
		0+100	0+144	28	36	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
	PP_A1_14,25_MD_2(1)	0+144	0+316	37	80	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550
		0+000	0+040	1	11	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550
	PP_A1_14,25_MD_2(2)	0+000	0+136	1	35	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550
		0+136	0+176	36	45	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
	PP_A1_14,25_MI_1	0+000	0+088	1	23	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
PP_A1_14,25_MI_2(1)	0+000	0+040	1	11	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550	
PP_A1_14,25_MI_2(2)	0+000	0+140	1	36	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550	
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1(1)	0+000	0+180	1	46	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500
	PP_A1_16_MD_1(2)	0+000	0+048	1	12	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500
		0+048	0+100	13	25	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
		0+100	0+432	26	109	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500
		0+432	0+480	110	120	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
		0+480	0+600	121	152	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500
		0+600	0+700	153	175	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
		0+700	0+744	186	187	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
	0+744	0+864	188	217	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500	
	PP_A1_16_MD_2	0+000	0+160	1	41	6	6,89	94,31	31,44	9,30	141,46	47,15	360 x 550 x 30	4 / 30 / 550
	PP_A1_16_MD_3	0+000	0+116	1	29	3	1,51	29,29	13,53	2,03	30,43	20,29	230 x 350 x 20	4 / 20 / 475
		0+116	0+176	30	44	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
	PP_A1_16_MI_1	0+176	0+244	45	62	3	1,51	29,29	13,53	2,03	30,43	20,29	230 x 350 x 20	4 / 20 / 475
		0+000	0+100	1	24	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
		0+100	0+160	25	40	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450
	PP_A1_16_MI_2	0+160	0+332	41	80	5	4,56	59,30	23,72	6,16	88,94	35,58	300 x 470 x 25	4 / 24 / 500
		0+000	0+348	1	88	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500
0+348		0+396	89	98	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450	
PP_A1_16_MI_3	0+396	0+492	99	124	4	2,81	37,38	18,89	3,79	56,07	28,03	280 x 430 x 25	4 / 24 / 500	
	0+000	0+128	1	33	3	1,51	29,29	13,53	2,03	30,43	20,29	230 x 350 x 20	4 / 20 / 475	
	PP_A1_16_MI_3	0+128	0+252	36	64	2	0,66	15,00	10,00	0,89	22,5	15	190 x 285 x 20	4 / 16 / 450

### 4.- PILOTES

Zona acústica	Id pantalla planta general	P.K. inicial	P.K. final	N° Pilote inicial	N° Pilote final	Diámetro pilote	Altura pantalla	Altura terraplén	Geotecnia	Borde Interior	Longitud de pilote	ELU Flexión		ELU Cortante			Armadura longitudinal	Cercos	Desplazamiento en cabeza (mm)	Giro en cabeza (mm/m)
												Md KN.m	Nd KN	Md KN.m	Vd KN	Nd KN				
A-1_13,2_D	PP_A1_13,2_MD_1(1)	0+000	0+236	1	59	0,6	5	0	A	Borde	6,5	99,31	10,9	88,88	35,55	6,13	7Ø16	cØ12a20	0,98	0,75
										Interior	5,5	51,16	10,9	48,75	19,5	6,13	7Ø16	cØ12a20	0,12	0,27
	PP_A1_13,2_MD_1(2)	0+000	0+096	1	25	0,6	5	2,2	B	Borde	8	158,56	29,98	118,8	53,92	44,29	9Ø16	cØ12a20	5,33	2,1
										Interior	8	86,97	29,98	50,38	29,58	49,06	7Ø16	cØ12a20	2,92	1,15
	PP_A1_13,2_MD_1(3)	0+000	0+180	1	46	0,6	5	0	C	Borde	7,5	142,2	20,44	90,83	46,41	44,29	9Ø16	cØ12a20	3,36	1,6
										Interior	7,5	78	20,44	49,82	25,46	44,29	7Ø16	cØ12a20	1,84	0,88
A-1_14,25_DI	PP_A1_14,25_MD_1(1)	0+000	0+112	1	29	0,6	5	0	D	Borde	8,5	147,83	25,21	109,08	43,95	44,29	9Ø16	cØ12a20	4,15	1,81
										Interior	8,5	81,09	25,21	59,83	24,41	44,29	7Ø16	cØ12a20	2,27	0,99
	PP_A1_14,25_MD_1(2)	0+000	0+100	1	27	0,6	5	2,5	E	Borde	7,5	146,79	25,21	97,98	49,47	39,52	9Ø16	cØ12a20	3,55	1,66
										Interior	7,5	80,52	25,21	53,75	27,13	39,52	7Ø16	cØ12a20	1,95	0,91
		0+144	0+316	37	80	0,6	6	0	E	Borde	7,5	212,69	28,37	163,35	73,24	37,91	9Ø20	cØ12a20	4,62	2,32
										Interior	7,5	114,46	28,37	87,91	39,41	37,91	7Ø16	cØ12a20	2,49	1,25
	PP_A1_14,25_MD_2(1)	0+000	0+040	1	11	0,6	6	1,25	F	Borde	7	212,22	23,6	150,01	68,16	37,91	9Ø20	cØ12a20	4,19	2,2
										Interior	7	114,21	23,6	80,73	36,68	37,91	7Ø16	cØ12a20	2,25	1,19
	PP_A1_14,25_MD_2(2)	0+000	0+136	1	35	0,6	6	3,2	G	Borde	8,5	224,43	28,37	154,81	64,83	47,45	9Ø20	cØ12a20	7,37	2,99
										Interior	8,5	120,78	28,37	83,31	34,89	47,45	7Ø16	cØ12a20	3,97	1,61
	PP_A1_14,25_ML_1	0+000	0+088	1	23	0,6	5	2	H	Borde	8,5	142,4	25,21	93,44	41,55	39,52	9Ø16	cØ12a20	3,52	1,66
										Interior	8,5	78,11	25,21	51,25	22,79	39,52	7Ø16	cØ12a20	1,93	0,91
	PP_A1_14,25_ML_2(1)	0+000	0+040	1	11	0,6	6	0	I	Borde	7,5	212,22	-23,6	149,52	69,09	-37,91	9Ø20	cØ12a20	4,18	2,2
										Interior	7,5	114,21	-23,6	80,47	37,18	-37,91	7Ø16	cØ12a20	2,25	1,18
PP_A1_14,25_ML_2(2)	0+000	0+140	1	36	0,6	6	0	I	Borde	7,5	212,22	-23,6	149,52	69,09	-37,91	9Ø20	cØ12a20	4,18	2,2	
									Interior	7,5	114,21	-23,6	80,47	37,18	-37,91	7Ø16	cØ12a20	2,25	1,18	
A-1_16_DI	PP_A1_16_MD_1(1)	0+000	0+180	1	46	0,6	4	4	J	Borde	11,5	114,29	-32,4	78,68	29,04	-61,01	7Ø16	cØ12a20	7,84	2,18
										Interior	11,5	63,63	-37,17	54,6	15,6	-18,09	7Ø16	cØ12a20	4,37	1,21
		0+000	0+048	1	12	0,6	4	0	K	Borde	9	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20	4,43	1,58
										Interior	9	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20	2,47	0,88
		0+100	0+432	26	109	0,6	4	0	K	Borde	9	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20	4,43	1,58
										Interior	9	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20	2,47	0,88
	PP_A1_16_MD_1(2)	0+480	0+600	121	152	0,6	4	3	K	Borde	9	107,87	-27,63	61,65	32,31	-51,48	7Ø16	cØ12a20	4,43	1,58
										Interior	9	60,06	-27,63	34,32	17,99	-51,48	7Ø16	cØ12a20	2,47	0,88
		0+600	0+700	153	175	0,6	5	2,9	K	Borde	8,5	155,22	-29,98	104,2	58,39	-49,06	9Ø20	cØ12a20	5,78	2,19
										Interior	8,5	85,14	-29,98	57,16	32,03	-49,06	7Ø16	cØ12a20	3,17	1,2
		0+744	0+864	188	217	0,6	5	2,2	K	Borde	8,5	155,22	-29,98	104,2	58,39	-49,06	9Ø20	cØ12a20	5,78	2,19
										Interior	8,5	85,14	-29,98	57,16	32,03	-49,06	7Ø16	cØ12a20	3,17	1,2
	PP_A1_16_MD_2	0+000	0+160	1	41	0,6	6	2,9	L	Borde	10	224,16	-28,37	155,54	50,99	-47,44	9Ø20	cØ12a20	7,89	3,13
										Interior	10	116,21	-28,37	88,08	26,67	-42,68	7Ø16	cØ12a20	3,74	1,56
	PP_A1_16_MD_3	0+000	0+116	1	29	0,6	3	0	M	Borde	8,5	74,37	-30,65	50,59	22,35	-44,96	7Ø16	cØ12a20	2,82	1
										Interior	8,5	54,97	-30,65	37,39	16,52	-44,96	7Ø16	cØ12a20	1,62	0,58
		0+176	0+244	45	62	0,6	3	3	M	Borde	8,5	74,37	-30,65	50,59	22,35	-44,96	7Ø16	cØ12a20	7,89	3,13
										Interior	8,5	54,97	-30,65	37,39	16,52	-44,96	7Ø16	cØ12a20	2,82	1
	PP_A1_16_ML_1	0+000	0+100	1	24	0,6	5	3	N	Borde	10	146,21	-25,21	106,65	35,55	-10,9	9Ø16	cØ12a20	4,88	1,99
										Interior	10	80,2	-25,21	58,5	19,5	-10,9	7Ø16	cØ12a20	2,68	1,09
	0+160	0+332	41	80	0,6	5	4,2	N	Borde	10	146,21	-25,21	106,65	35,55	-10,9	9Ø16	cØ12a20	4,88	1,99	
									Interior	10	80,2	-25,21	58,5	19,5	-10,9	7Ø16	cØ12a20	2,68	1,09	
PP_A1_16_ML_2	0+000	0+348	1	88	0,6	4	0	O	Borde	9	131,26	-32,4	95,86	41,69	-46,71	9Ø16	cØ12a20	5,23	1,8	
									Interior	9	73,08	-32,4	53,37	23,21	-46,71	7Ø16	cØ12a20	2,91	1	
	0+396	0+492	99	124	0,6	4	0	O	Borde	9	131,26	-32,4	95,86	41,69	-46,71	9Ø16	cØ12a20	5,23	1,8	
									Interior	9	73,08	-32,4	53,37	23,21	-46,71	7Ø16	cØ12a20	2,91	1	
PP_A1_16_ML_3	0+000	0+128	1	33	0,6	3	0	P	Borde	8,5	64,22	-21,11	60,89	20,3	-16,34	7Ø16	cØ12a20	2,03	0,82	
									Interior	8,5	47,47	-21,11	45	15	-16,34	7Ø16	cØ12a20	1,17	0,47	
	0+128	0+252	36	64	0,6	2	0	P	Borde	8,5	47,47	-19,97	45	15	-15,2	7Ø16	cØ12a20	1,1	0,43	
									Interior	8,5	47,47	-19,97	45	15	-15,2	7Ø16	cØ12a20	0,69	1,79	

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03

Geotecnia		Datos																
A	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 3,4 m	3,4 m			R <sub>ac</sub>	9	CL-SC	21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	18 KN/m²	6000 KN/m²		
		3,4 m 3,7 m	0,3 m			T <sub>arc1</sub>	42	CL	18,4 KN/m²	8,5 KN/m²	180 KN/m²	23 KN/m²	32°	20000 KN/m² 0,35	70 KN/m²	22500 KN/m²		
		3,7 m 8,5 m	4,8 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC	21,0 KN/m²	11,0 KN/m²		20 KN/m²	30°	50000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
B	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,5 m	1,5 m			R <sub>ac</sub>	9	CL-SC	21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	18 KN/m²	3000 KN/m²		
		1,5 m 3,0 m	1,5 m			T <sub>arc1</sub>	33	SC	19,0 KN/m²	11,0 KN/m²		10 KN/m²	33°	80000 KN/m² 0,35	66 KN/m²	15000 KN/m²		
		3,0 m 8,6 m	5,6 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC	19,0 KN/m²	11,0 KN/m²		15 KN/m²	33°	90000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
C	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 0,7 m	0,7 m			Q <sub>cl</sub>	13		20 KN/m²	11 KN/m²		9 KN/m²	30°	18000 KN/m² 0,35	26 KN/m²	3500 KN/m²		
		0,7 m 3,0 m	2,3 m			T <sub>arc2</sub>	45	SM	18,0 KN/m²	10,0 KN/m²		0 KN/m²	35°	55000 KN/m² 0,35	90 KN/m²	30000 KN/m²		
		3,0 m 8,9 m	5,9 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC	19,0 KN/m²	11,0 KN/m²		10 KN/m²	33°	80000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
D	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,0 m	1,0 m			Q <sub>cl</sub>	6		18,0 KN/m²	9,0 KN/m²		0 KN/m²	27°	5000 KN/m² 0,35	13 KN/m²	2000 KN/m²		
	1,0 m 9,8 m	8,8 m			T <sub>arc2</sub>	45	SC	19,0 KN/m²	10,0 KN/m²		15 KN/m²	33°	100000 KN/m² 0,35	89 KN/m² 360 KN/m²	6000*(Z/0,6)			
E	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,0 m	1,0 m			R <sub>ac</sub>	9		21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	18 KN/m²	2000 KN/m²		
		1,0 m 9,2 m	8,2 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC-SM	19,0 KN/m²	11,0 KN/m²		15 KN/m²	33°	55000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
F	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,2 m	1,2 m			Q <sub>cl</sub>	18		36 KN/m²							6000 KN/m²		
		1,2 m 4,6 m	3,4 m			T <sub>arc1</sub>	38		79 KN/m²							49000 KN/m²		
		4,6 m 5,2 m	0,6 m			T <sub>arc2</sub>	63		90 KN/m²							8000 KN/m² 12000(Z/0,6)		
G	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,0 m	1,0 m			R <sub>ac</sub>	9		18 KN/m²							2000 KN/m²		
		1,0 m 9,4 m	8,4 m			T <sub>arc2</sub>	53		90 KN/m²							600 KN/m² 6000*(Z/0,6)		
H	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,2 m	1,2 m			R <sub>ac</sub>	9		21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	18 KN/m²	2400 KN/m²		
		1,2 m 2,8 m	1,6 m			T <sub>arc1</sub>	38	SC	20,0 KN/m²	12,0 KN/m²		20 KN/m²	33°	130000 KN/m² 0,35	76 KN/m²	28000 KN/m²		
		2,8 m 6,0 m	3,2 m			T <sub>arc2</sub>	54	CL	16,5 KN/m²	7,0 KN/m²	546 KN/m²	273 KN/m²	35 KN/m²	30°	150000 KN/m² 0,35	70 KN/m² 600 KN/m²	34130 KN/m²	
I	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 1,2 m	1,2 m			Q <sub>cl</sub>	18		19,0 KN/m²	12,0 KN/m²		10 KN/m²	33°	10000 KN/m² 0,35	10 KN/m²	6000 KN/m²		
		1,2 m 4,6 m	3,4 m			T <sub>arc1</sub>	38		18,8 KN/m²	9,5 KN/m²		15 KN/m²	35°	75000 KN/m² 0,35	79 KN/m²	49000 KN/m²		
		4,6 m 5,2 m	0,6 m			T <sub>arc2</sub>	63		19,0 KN/m²	15,0 KN/m²		15 KN/m²	33°	100000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
J	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 4,5 m	4,5 m			R <sub>ac</sub>	18	SC	18,0 KN/m²	10,0 KN/m²		9 KN/m²	39°	5 KN/m² 0,35	35 KN/m²	2250 KN/m²		
		4,5 m 10,0 m	5,5 m			T <sub>arc1</sub>	43	CL	18,8 KN/m²	9,5 KN/m²		190 KN/m²	39°	5 KN/m² 0,35	70 KN/m² 600 KN/m²	75*CU/0,6		
K	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 3,2 m	3,2 m			R <sub>ac</sub>	9		21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	18 KN/m²	6400 KN/m²		
		3,2 m 6,2 m	3,0 m			T <sub>arc2</sub>	35		18,8 KN/m²	9,5 KN/m²		15 KN/m²	35°	75000 KN/m² 0,35	70 KN/m²	31000 KN/m²		
		6,2 m 7,6 m	1,4 m			T <sub>arc2</sub>	63		19,0 KN/m²	15,0 KN/m²		10 KN/m²	33°	80000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)		
L	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 2,8 m	2,8 m			R <sub>ac</sub>	16	SM	19,3 KN/m²	11,0 KN/m²		0 KN/m²	31°	2000 KN/m² 0,35	33 KN/m²	14000 KN/m²		
	2,8 m 7,0 m	4,2 m			T <sub>arc2</sub>	63	CL	18,8 KN/m²	12,0 KN/m²		190 KN/m²	25 KN/m²	33°	4000 KN/m² 0,35	70 KN/m² 600 KN/m²	23750 KN/m²		
M	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 2,6 m	2,6 m			R <sub>ac</sub>	14		21,0 KN/m²	10,0 KN/m²		10 KN/m²	30°	1 KN/m² 0,35	28 KN/m²	5200 KN/m²		
		2,6 m 6,3 m	3,7 m			T <sub>arc2</sub>	39	SC	19,0 KN/m²	10,5 KN/m²	719 KN/m²	355 KN/m²	15 KN/m²	33°	80000 KN/m² 0,35	58 KN/m²	31500 KN/m²	
		6,3 m 10,9 m	4,6 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC	19,0 KN/m²	10,5 KN/m²	630 KN/m²	315 KN/m²	15 KN/m²	33°	80000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000(Z/0,6)	
N	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 2,7 m	2,7 m			R <sub>ac</sub>	28	SC	21,5 KN/m²	11,0 KN/m²		5 KN/m²	27°	10000 KN/m² 0,35	56 KN/m²	13500 KN/m²		
		2,7 m 10,0 m	7,3 m			T <sub>arc2</sub>	53	CL	18,8 KN/m²	12,0 KN/m²		364 KN/m²	182 KN/m²	25 KN/m²	33°	4000 KN/m² 0,35	70 KN/m² 600 KN/m²	22750 KN/m²
O	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 2,8 m	2,8 m			R <sub>ac</sub>	23		19,0 KN/m²			10 KN/m²	33°	15000 KN/m² 0,35	45 KN/m²	1400 KN/m²		
		2,8 m 5,8 m	3,0 m			T <sub>arc2</sub>	63	SC	18,8 KN/m²	9,5 KN/m²		12 KN/m²	35°	55000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	12000*(Z/0,6)		
P	Actuación	Cotas niveles Inicio Fin	Espe sor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	y seca	y sum	Compresión simple qu su=0,5*qu	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad E v	Cálculo pilote t fuste q punta	Coefficiente de balasto horizontal Kh (KN/m²)		
		0,0 m 3,2 m	3,2 m			R <sub>ac</sub>	19		22,5 KN/m²	13,0 KN/m²		10 KN/m²	32°	2000 KN/m² 0,35	38 KN/m²	16000 KN/m²		
		3,2 m 5,8 m	2,6 m			T <sub>arc2</sub>	55	SM	19,0 KN/m²	11,0 KN/m²		0 KN/m²	35°	55000 KN/m² 0,35	90 KN/m² 600 KN/m²	6000*(Z/0,6)		

5403454-W-DE-A1(1)-118\_03