



A1 ANEJO DE CÁLCULO

PROYECTO BÁSICO DE TERMINAL EXTERIOR DE ATRAQUE PARA CRUCEROS DE TAMAÑO MEDIO EN BENIDORM (ALICANTE). TERMINAL DE PASAJEROS.



Índice

1	Objetivo	17 -	8.3.1	Autorización de uso del forjado	48 -
2	Normativa utilizada	17 -	8.3.2	Comprobaciones de resistencia	49 -
3	Materiales que componen la terminal.....	17 -	8.3.3	Comprobaciones de fisuración	50 -
4	Bases de cálculo	17 -	8.3.4	Comprobaciones de flecha	51 -
5	Acciones consideradas	18 -			
5.1	Acciones permanentes.....	18 -			
5.1.1	Peso propio.....	18 -			
5.1.2	Cargas muertas.....	18 -			
5.2	Acciones permanentes de valor no constante	18 -			
5.2.1	Acciones reológicas	18 -			
5.3	Acciones variables.....	19 -			
5.3.1	Sobrecargas de uso.....	19 -			
5.3.2	Viento	19 -			
5.4	Acciones accidentales	20 -			
5.4.1	Sismo.....	20 -			
6	Resistencia al fuego.....	24 -			
6.1	Datos generales	24 -			
6.2	Comprobaciones	24 -			
7	Combinación de acciones.....	25 -			
7.1	Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	26 -			
8	Comprobaciones	27 -			
8.1	Notación.....	27 -			
8.2	Pilares.....	27 -			
8.2.1	Cálculo del pilar P1	27 -			
8.2.2	Resumen de esfuerzos y comprobaciones	43 -			
8.2.3	Desplazamiento de pilares	47 -			
8.3	Forjado y vigas	48 -			



1 Objetivo

El objetivo de este anejo es el desarrollo y justificación de los cálculos realizados a la estructura de la terminal de pasajeros.

Para la realización de las acciones de embarque y desembarque es necesario tener un edificio en donde realizar las tareas de control de pasajeros a demás de servir como sala de espera, dicha estructura será utilizada como Terminal de pasajeros y como almacén para los útiles necesarios para el funcionamiento y mantenimiento de la obra de atraque.

2 Normativa utilizada

La normativa utilizada en el cálculo es la siguiente:

- Instrucción de hormigón EHE-08.
- Norma de construcción sismorresistente NCRS-02.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.

3 Materiales que componen la terminal

Los materiales empleados para la ejecución de la estructura, con la denominación establecida en la normativa utilizada, son los siguientes:

- Hormigón armado: HA-30/P/20/IIIa
- Acero pasivo: B 500-S

4 Bases de cálculo

Siguiendo las indicaciones de la normativa utilizada se han fijado para el cálculo las hipótesis de partida siguientes:

- Tipo de ambiente marino, aéreo al ser un elemento por encima del nivel de pleamar y según la tabla 8.2.2 de la EHE-08, adoptamos un ambiente IIIa

- El recubrimiento nominal de las armaduras según la EHE-08 Art.37.2.4 será de 40mm al ser la suma de el recubrimiento mínimo de 30mm (sacado de la tabla 37.2.4.1.b de la EHE-08) por el tipo de ambiente IIIa y 10mm de margen de recubrimiento.
- La apertura máxima de fisura que vamos a permitir es 0.2mm según la tabla 5.1.1.2 de la EHE-08 siendo hormigón armado y el tipo de ambiente IIIa.
- Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	3.50	3.50
0	Cimentación				0.00

- Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coef. de empotramiento		Coef. de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
			Cabeza	Pie	X	Y	
Para todos los pilares	1	35x35	0.30	1.00	0.70	0.70	2.00

- Datos del forjado:

Nombre	Descripción
PREVALESA DITECO T18, 25+5, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS Fabricante: PREVALESA DITECO T18 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: 30 = 25 + 5 (cm) Intereje: 70 cm (simple) y 81 cm (doble) Hormigón obra: HA-30, Yc=1.5 Hormigones viguetas: HA-40, Yc=1.5 Acero pretensar: Y 1860 C Aceros negativos: B 500 S, Ys=1.15 Peso propio: 3.75 kN/m ² (simple) y 4.30 kN/m ² (doble)

5 Acciones consideradas

El código técnico de la edificación, CTE, y la EHE-08 clasifican las acciones en la edificación en dos grupos, acciones permanentes y acciones variables, dentro del primer grupo entran todas las cargas procedentes del peso propio de los materiales que forman la estructura el peso del material de cubierta y el peso de todo lo que gravite de forma permanente o largos periodos de tiempo con valor fijo en posición y magnitud sobre la estructura. En cuanto a las acciones variables son todas aquellas que pueden variar en función del tiempo o del uso como pueden ser la sobrecarga de uso, cargas de viento y cargas de nieve.

- Acciones permanentes (G):
 - Peso propio de la estructura
 - Cargas muertas
- Acciones variables (Q):
 - Sobrecarga de uso
 - Cargas de viento
 - Carga de nieve
 - Acción térmica
- Acciones accidentales;
 - Acción sísmica

5.1 Acciones permanentes

Las acciones permanentes son producidas por el peso de los distintos elementos que forman la estructura, así como las cargas muertas que pueden gravitar sobre la estructura.

5.1.1 Peso propio

Esta acción es la correspondiente al peso de los elementos de la estructura, el peso específico que tomamos para el hormigón armado es de 25 kN/m^3

5.1.2 Cargas muertas

Las cargas muertas son debidas a los elementos no estructurales que gravitan sobre nuestra estructura.

En nuestro caso, teniendo en cuenta el DB-SE-AE del CTE, hemos considerado que sobre nuestra losa de cimentación actúa una carga muerta de $1,6 \text{ kN/m}^2$ debido al forjado sanitario tipo Cavit, este elemento lo consideramos como una carga muerta ya que es la forma de introducirlo en el programa de cálculo CYPE. Sumándole a esta carga muerta la carga de un solado de piedra incluyendo el material de agarre de $1,5 \text{ kN/m}^2$ todo esto nos da una carga muerta en la solera de la cimentación de $3,1 \text{ kN/m}^2$.

Para la cubierta, teniendo en cuenta el mismo Documento Básico, asumimos una carga muerta de $2,5 \text{ kN/m}^2$ al considerar una cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava.

Tabla 1 - Cargas muertas

Planta	Cargas muertas (kN/m^2)
Cubierta	2.5
Cimentación	3.1

5.2 Acciones permanentes de valor no constante

5.2.1 Acciones reológicas

El valor característico de las acciones reológicas se ha obtenido partir de los valores característicos de las deformaciones provocadas por la retracción y la fluencia.

5.2.1.1 Fluencia

La deformación debida a la fluencia del hormigón bajo carga constante es proporcional a la deformación elástica instantánea según un coeficiente de proporcionalidad ϕ . Este coeficiente varía a lo largo del tiempo en función de la historia de las cargas del elemento de hormigón considerado, de la humedad relativa del ambiente, del espesor o menor dimensión de la pieza, de la composición del hormigón, etc. Su valor en el instante “t” en el que se evalúa la fluencia, se obtiene según lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

5.2.1.2 Retracción

La deformación debida a la retracción del hormigón es función de la humedad relativa del ambiente, del espesor o menor dimensión de la pieza, de la cuantía de armadura, de la composición del hormigón, del tiempo transcurrido desde su puesta en obra, etc.

El valor de la deformación unitaria ε_t por retracción en el instante “t”, en el que se evalúa la retracción, se obtiene según lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

La armadura dispuesta en la estructura cumple las cuantías geométricas mínimas establecidas por el artículo 42º de la EHE, por lo que se controla la fisuración debida a las deformaciones impuestas por la retracción.

5.3 Acciones variables

5.3.1 Sobrecargas de uso

A efectos del cálculo de la estructura, se considera actuando en la losa de cimentación (sobre el forjado sanitario) según la tabla 3.1 del DB-SE-AE (CTE) y teniendo en cuenta una subcategoría C3, una sobrecarga uniforme de 5 KN/m².

Para la cubierta, teniendo en cuenta el mismo Documento Básico y la misma tabla, dotándola de una subcategoría G1 (Cubiertas accesibles únicamente para la conservación con inclinación menor al 20%) se le atribuye una sobrecarga uniforme de 1 KN/m²

Tabla 2 - Sobrecargas de uso

Planta	Sobrecargas de Uso (KN/m ²)
Cubierta	1.0
Cimentación	5.0

5.3.2 Viento

Para el cálculo de la acción del viento hemos tenido en cuenta el DB-SE-AE del CTE. Por la situación de nuestro proyecto que está dentro del mar y por su localización al estar en la ciudad de Benidorm, tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Zona eólica: B
- Grado de aspereza: I. Borde del mar o de un lago

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría

del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D del DB-SE-AE.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2 del DB-SE-AE, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4 que encontramos en el DB-SE-AE del CTE, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

Tabla 3 - Coeficientes de la acción del viento

Viento X				Viento Y		
q_b (KN/m ²)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.45	0.12	0.70	-0.30	0.23	0.70	-0.30

Tabla 4 - Anchos de banda

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	15.00	30.00

Tabla 5 - Coeficientes de carga del viento

Dirección	Coeficientes de carga
X (+/-)	1.00
Y (+/-)	1.00



Tabla 6 - Cargas de viento

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Cubierta	28.547	57.094

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

5.4 Acciones accidentales

5.4.1 Sismo

Norma utilizada: **NCSE-02** (Norma de Construcción Sismorresistente)

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

5.4.1.1 Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) $a_b : 0.090 \text{ g}$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) $K : 1.00$

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

Ω : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) $\Omega : 4.00 \%$

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

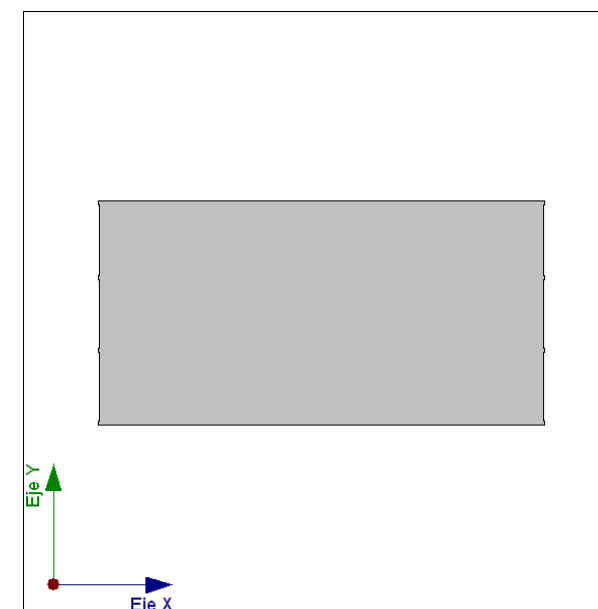
Fracción de sobrecarga de uso : 0.60

Fracción de sobrecarga de nieve : 0.50

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

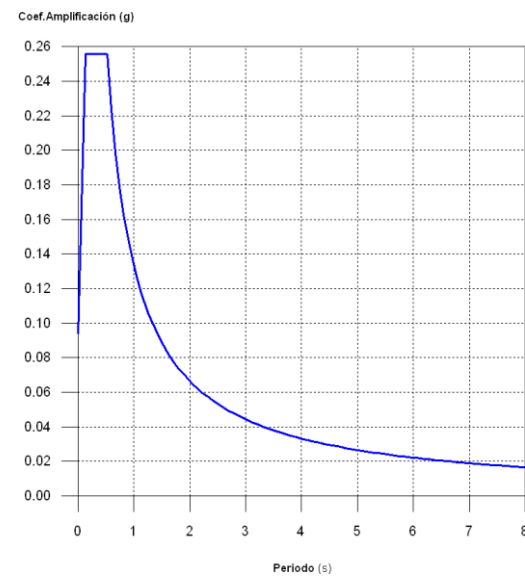
Acción sísmica según Y





5.4.1.2 Espectro de cálculo

Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

Donde:

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.256 g.

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c : Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) $a_c : 0.094 \text{ g}$

S : Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) $S : 1.04$

a_b : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) $a_b : 0.090 \text{ g}$

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo $\rho : 1.00$

C : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) $C : 1.30$

v : Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) $v : 1.09$

Ω : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) $\Omega : 4.00 \%$

T_A : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) $T_A : 0.13 \text{ s}$

T_B : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) $T_B : 0.52 \text{ s}$

K : Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) $K : 1.00$

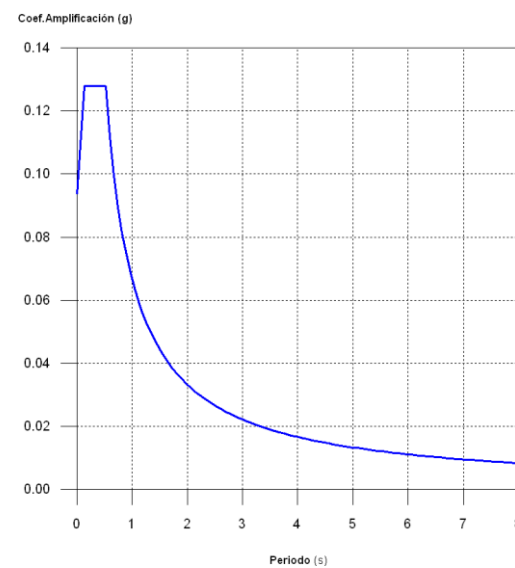
C : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) $C : 1.30$

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II



Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.



β : Coeficiente de respuesta β : 0.55

ν : Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) ν : 1.09

Ω : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) Ω : 4.00 %

μ : Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) μ : 2.00

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c : Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) a_c : 0.094 g

K : Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) K : 1.00

C : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) C : 1.30

T_A : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) T_A : 0.13 s

T_B : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

T_B : 0.52 s

5.4.1.3 Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	L_{gz}	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.345	0.0003	0.9994	0.0358	0 %	100 %	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 3.78952 \text{ mm}$	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 3.78952 \text{ mm}$
Modo 2	0.313	0.9946	0.0003	0.1039	99.99 %	0 %	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 3.1088 \text{ mm}$	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 3.1088 \text{ mm}$
Modo 3	0.297	0.0068	0.0152	1	0.01 %	0 %	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 2.79975 \text{ mm}$	$R = 2$ $A = 1.255 \text{ m/s}^2$ $D = 2.79975 \text{ mm}$
Total					100 %	100 %		

T : Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y : Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz} : Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y : Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

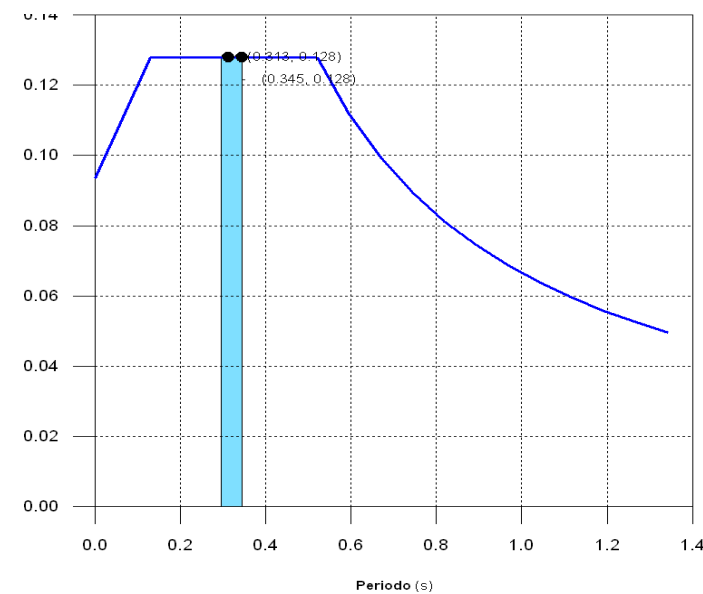
R : Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A : Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D : Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.



Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Tabla 7- Hipótesis de Sismo

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.345	0.128
Modo 2	0.313	0.128

5.4.1.4 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

Tabla 8 - Características mecánicas de cubierta

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e_x (m)	e_y (m)
Cubierta	(15.02, 7.50)	(15.03, 7.47)	-0.01	0.03

c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

e_x : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

e_y : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta

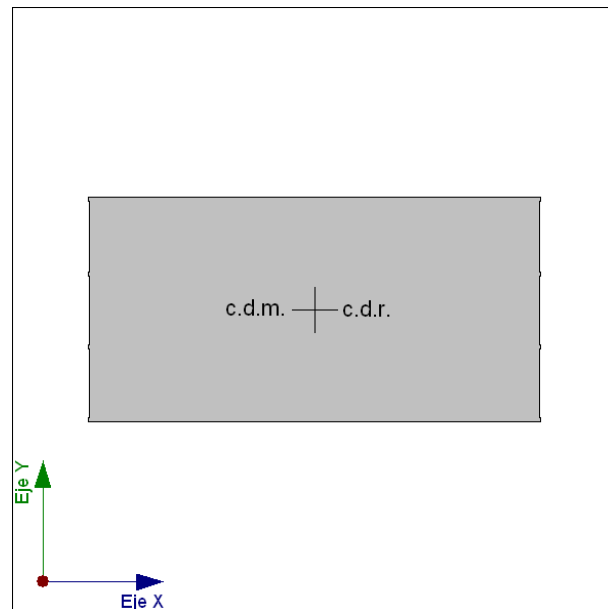


Fig 1. Representación del c.d.m de la cubierta

6 Resistencia al fuego

6.1 Datos generales

Norma: CTE DB SI - Anejo C: Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado.

Referencias:

R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos.

F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.

a_m : distancia equivalente al eje de las armaduras (CTE DB SI - Anejo C - Fórmula C.1).

$a_{mín}$: distancia mínima equivalente al eje exigida por la norma para cada tipo de elemento estructural.

b: menor dimensión de la sección transversal.

$b_{mín}$: valor mínimo de la menor dimensión exigido por la norma.

Rev. mín. nec.: espesor de revestimiento mínimo necesario.

Comprobaciones:

– Generales:

Distancia equivalente al eje: $a_m \geq a_{mín}$ (se indica el espesor de revestimiento necesario para cumplir esta condición cuando resulte necesario).

Dimensión mínima: $b \geq b_{mín}$.

– Particulares:

Se han realizado las comprobaciones particulares para aquellos elementos estructurales en los que la norma así lo exige.

Datos por planta				
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón	
			Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros
Cubierta	R 90	-	Mortero de yeso	Mortero de yeso

6.2 Comprobaciones

Pilares R 90						
$b_{mín}$: 250 mm; $a_{mín}$: 30 mm						
Refs.	Cara X		Cara Y		Rev. mín. nec. Mortero de yeso	Estado
	bx	am	by	am		
P1 a P28	350	46	350	46	---	Cumple

Cubierta - Forjado de viguetas R 90						
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--



Paño	Forjado	am	amín	Rev. mín. nec. Mortero de yeso	Estado
U1, U2 y U3	PREVALESA DITECO T18, 25+5, De hormigón	3	40	40	Cumple

7 Combinación de acciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación
- Sin coeficientes de combinación

-Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

7.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

8 Comprobaciones

8.1 Notación

Todas las comprobaciones se hacen con el armado que esta especificado para cada elemento en el documento Anejo de Armados y en los planos de armado.

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

- **Disp.:** Disposiciones relativas a las armaduras
- **Arm.:** Armadura mínima y máxima
- **Q:** Estado límite de agotamiento frente a cortante
- **N,M:** Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales

8.2 Pilares

En todos los pilares son el mismo tipo de comprobaciones, por tanto y con el fin de no repetir la comprobación en los 28 pilares, solo adjuntare el cálculo del pilar 1 ([Punto 8.1.2.1 Cálculo del pilar P1](#)) y añadiré unas tablas resumen con el resultado de cada pilar ([Punto 8.1.2.2 Resumen de esfuerzos y comprobaciones](#))

8.2.1 Cálculo del pilar P1

Datos del pilar en Cubierta		
	Geometría	
	Dimensiones	: 35x35 cm
	Tramo	: 0.000/3.500 m
	Altura libre	: 3.15 m
	Recubrimiento geométrico	: 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido	: 15 mm
	Materiales	
	Hormigón	: HA-30, Yc=1.5
	Acero	: B 500 S, Ys=1.15
	Longitud de pandeo	
	Plano ZX	: 2.21 m
	Plano ZY	: 2.21 m
	Armadura longitudinal	
	Esquina	: 4Ø16
	Cuantía	: 0.66 %
	Estribos	
	Perimetral	: 1eØ6
	Separación	: 6 - 20 - 10 cm

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

$$350.00 \text{ mm} \geq 250.00 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$246 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{min} : 20 \text{ mm}$$

$$s_1 : 20 \text{ mm}$$

$$s_2 : 19 \text{ mm}$$

$$s_3 : 16 \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : 15 \text{ mm}$$

ϕ_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\phi_{max} : 16 \text{ mm}$$

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$$262 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm} \quad \checkmark$$

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$$16 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm} \quad \checkmark$$



Estribos

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .	s_{min}	:	20	mm
	s_1	:	20	mm
	s_2	:	19	mm
	s_3	:	6	mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.	d_a	:	15	mm
ϕ_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.	ϕ_{max}	:	6	mm

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro ϕ_t cumplan (Artículo 42.3.1):

$$60 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm} \quad \checkmark$$
$$60 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

ϕ_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.	ϕ_{min}	:	16	mm
b_{min} : Dimensión mínima de la sección.	b_{min}	:	350.00	mm
	6 mm	\geq	4 mm	\checkmark

Donde:

ϕ_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.	ϕ_{max}	:	16	mm
--	--------------	---	----	----

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura, en pilares con barras de acero $f_{yk}=500\text{MPa}$ debe cumplir:

$$0.0066 \geq 0.0040 \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal mín. para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$321.70 \text{ kN} \geq 6.83 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.	A'_s	:	8.04	cm ²
$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.	$f_{yc,d}$:	400.00	MPa

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d	:	68.35	kN
-------------------------------------	-------	---	-------	----

Armadura longitudinal máx. para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$321.70 \text{ kN} \leq 2450.00 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.	A'_s	:	8.04	cm ²
$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.	$f_{yc,d}$:	400.00	MPa

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd}	:	20.00	MPa
--	----------	---	-------	-----

A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c	:	1225.00	cm ²
---	-------	---	---------	-----------------



Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.017 \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : 10.59 \quad \text{kN}$$

$$V_{rd1,y} : 2.69 \quad \text{kN}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1} : 642.60 \quad \text{kN}$$

$$\eta : 0.139 \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd2} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd2,x} : 10.59 \quad \text{kN}$$

$$V_{rd2,y} : 2.69 \quad \text{kN}$$

V_{u2} : Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$V_{u2} : 78.38 \quad \text{kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Xexc.-).

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

$$V_{u1} : 642.60 \quad \text{kN}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : 1.00$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : -0.99 \quad \text{MPa}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : 53.73 \quad \text{kN}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : 1225.00 \quad \text{cm}^2$$

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : 4.02 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 434.78 \quad \text{MPa}$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : 12.00 \quad \text{MPa}$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : 30.00 \quad \text{MPa}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : 20.00 \quad \text{MPa}$$

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : 350.00 \quad \text{mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : 306.00 \quad \text{mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : 90.0 \quad \text{grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : 45.0 \quad \text{grados}$$



Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : 642.60 \text{ kN}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : 1.00$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón, calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : -0.99 \text{ MPa}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : 53.73 \text{ kN}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : 1225.00 \text{ cm}^2$$

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : 4.02 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 434.78 \text{ MPa}$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : 12.00 \text{ MPa}$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : 30.00 \text{ MPa}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : 20.00 \text{ MPa}$$

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : 350.00 \text{ mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : 306.00 \text{ mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : 90.0 \text{ grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje.

$$\theta : 45.0 \text{ grados}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Xexc.-).

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : 59.15 \text{ kN}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : 78.38 \text{ kN}$$

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : 350.00 \text{ mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : 306.00 \text{ mm}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : 1.5$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : 1.81$$

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : 30.00 \text{ MPa}$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : 30.00 \text{ MPa}$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : 0.44 \text{ MPa}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : 53.73 \text{ kN}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : 1225.00 \text{ cm}^2$$



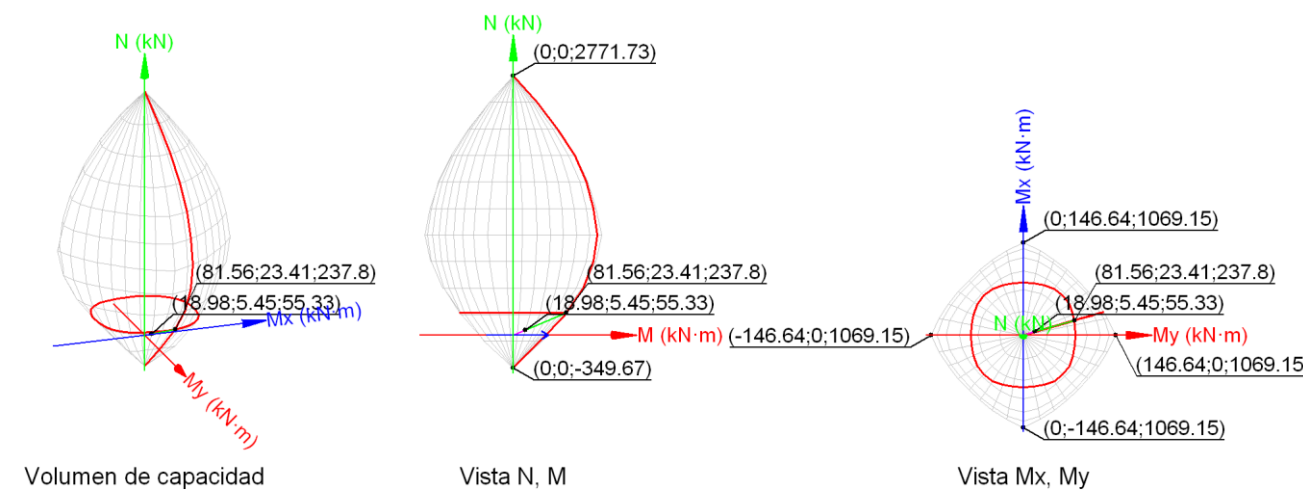
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd}	:	20.00	MPa	absorbida por las armaduras.				
ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.	ρ_l	:	0.0038						
					N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d	:	53.73	kN
					A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c	:	1225.00	cm ²
A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción.	A_s	:	4.02	cm ²	f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd}	:	20.00	MPa
Cortante en la dirección Y:					ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.	ρ_l	:	0.0038	
El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:									
	V_{u2}	:	59.15	kN	A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción.	A_s	:	4.02	cm ²
con un valor mínimo de:									
	$V_{u2,min}$:	78.38	kN					
Donde:									
b_0 : Anchura neta mínima del elemento.	b_0	:	350.00	mm					
d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.	d	:	306.00	mm					
γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.	γ_c	:	1.5						
ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.	ξ	:	1.81						
f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm ² .	f_{cv}	:	30.00	MPa					
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.	f_{ck}	:	30.00	MPa					
σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión	σ'_{cd}	:	0.44	MPa					

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa+0.9·V(-Xexc.-).

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.233 \quad \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mín.

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.	N_{ed}	:	55.33	kN
M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.	$M_{ed,x}$:	5.45	kN·m
	$M_{ed,y}$:	18.98	kN·m

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.	N_{Rd}	:	237.80	kN
M_{Rd} : Momentos de agotamiento.	$M_{Rd,x}$:	23.41	kN·m
	$M_{Rd,y}$:	81.56	kN·m

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$e_{e,x}$:	342.98	mm
$e_{e,y}$:	98.45	mm

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

e_{min}	:	20.00	mm
h	:	350.00	mm
e_0	:	342.98	mm

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

M_d	:	18.98	kN·m
-------	---	-------	------

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d	:	55.33	kN
-------	---	-------	----

En el eje y:

e_{min}	:	20.00	mm
h	:	350.00	mm
e_0	:	98.45	mm

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.



Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.	M_d	:	5.45	kN·m
N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d	:	55.33	kN

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : 21.82$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0	:	2.205	m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c	:	10.10	cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c	:	1225.00	cm ²
I : Inercia.	I	:	125052.08	cm ⁴
	λ_{inf}	:	100.00	

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2	:	98.45	mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1	:	98.45	mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h	:	350.00	mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C	:	0.24	

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte. $v : 0.02$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d	:	55.33	kN
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd}	:	20.00	MPa
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c	:	1225.00	cm ²

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : 21.82$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0	:	2.205	m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c	:	10.10	cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c	:	1225.00	cm ²
I : Inercia.	I	:	125052.08	cm ⁴
	λ_{inf}	:	100.00	

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2	:	342.98	mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1	:	342.98	mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h	:	350.00	mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C	:	0.24	

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

v : 0.02

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d : 55.33 kN

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd} : 20.00 MPa

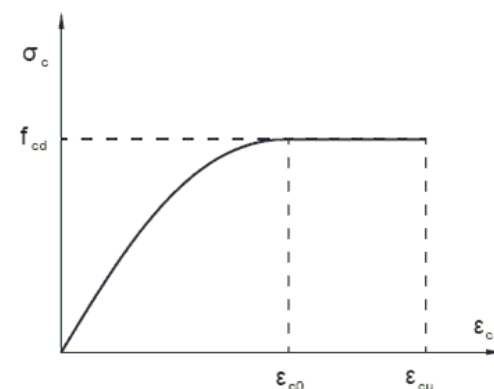
A_c : Área total de la sección de hormigón.

A_c : 1225.00 cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- Diagramas de cálculo.
- El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd} : 20.00 MPa

ϵ_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

ϵ_{cd} : 0.0020

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

ϵ_{cu} : 0.0035

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

α_{cc} : 1.00

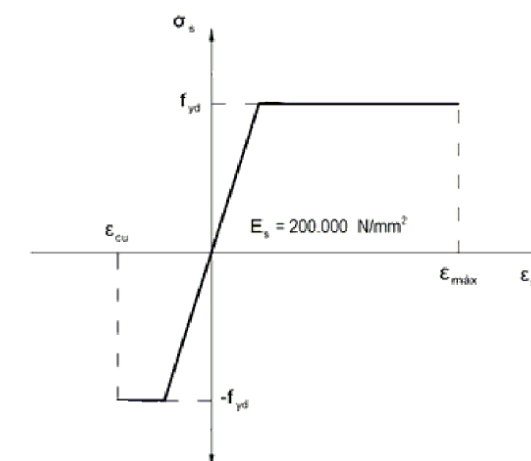
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

f_{ck} : 30.00 MPa

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

γ_c : 1.5

- Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 434.78 MPa

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

ϵ_{max} : 0.0100

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

ϵ_{cu} : 0.0035

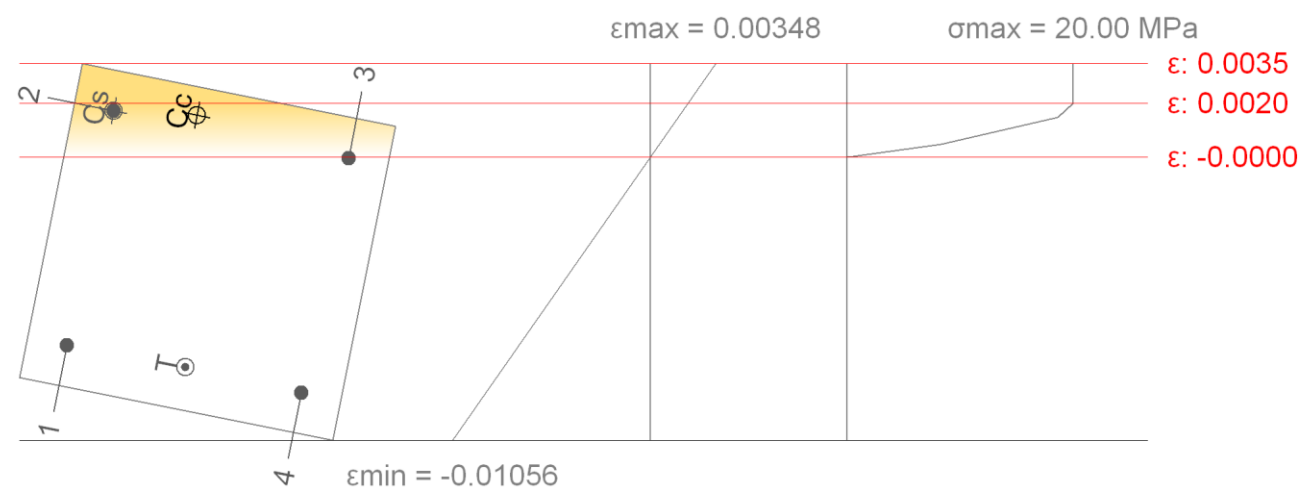
Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto $f_{yk} : 500.00$ MPa

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad. $\gamma_s : 1.15$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø16	-131.00	131.00	-434.78	-0.007042
2	Ø16	131.00	131.00	+343.35	+0.001717
3	Ø16	131.00	-131.00	-7.68	-0.000038
4	Ø16	-131.00	-131.00	-434.78	-0.008797

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	345.15	144.34	41.04
Cs	69.03	131.00	131.00
T	176.38	-128.71	-1.15

$N_{Rd} : 237.80$ kN
 $M_{Rd,x} : 23.41$ kN·m
 $M_{Rd,y} : 81.56$ kN·m

Donde:

Cc: Resultante de compresiones en el hormigón.

$C_c : 345.15$ kN

Cs: Resultante de compresiones en el acero.

$C_s : 69.03$ kN

T: Resultante de tracciones en el acero.

$T : 176.38$ kN

ecc: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$e_{cc,x} : 144.34$ mm

$e_{cc,y} : 41.04$ mm

ecs: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$e_{cs} : 131.00$ mm

et: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$e_{t,x} : -128.71$ mm

$e_{t,y} : -1.15$ mm

εcmax: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$\epsilon_{cmax} : 0.0035$

εsmax: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$\epsilon_{smax} : 0.0088$

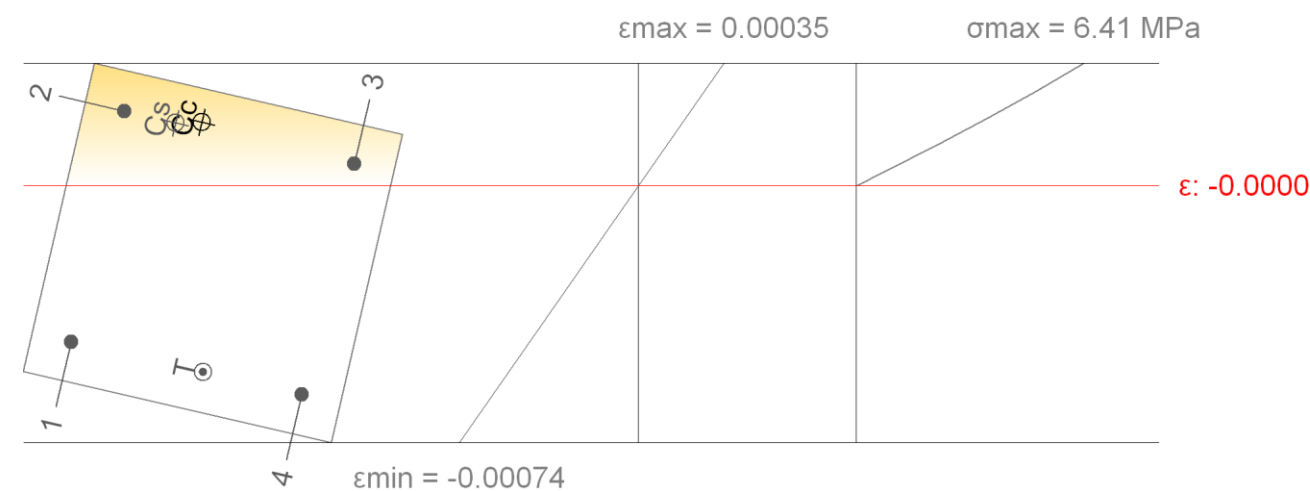
σcmax: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$\sigma_{cmax} : 20.00$ MPa

σsmax: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$\sigma_{smax} : 434.78$ MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø16	-131.00	131.00	-90.02	-0.000450
2	Ø16	131.00	131.00	+42.88	+0.000214
3	Ø16	131.00	-131.00	+12.31	+0.000062
4	Ø16	-131.00	-131.00	-120.58	-0.000603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	86.58	138.35	44.32
Cs	11.10	131.00	72.55
T	42.34	-131.00	-19.01

N_{ed}	:	55.33	kN
M_{ed,x}	:	5.45	kN·m
M_{ed,y}	:	18.98	kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_c	:	86.58	kN
----------------------	---	-------	----

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

C_s	:	11.10	kN
----------------------	---	-------	----

T: Resultante de tracciones en el acero.

T	:	42.34	kN
----------	---	-------	----

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cc,x}	:	138.35	mm
-------------------------	---	--------	----

e_{cc,y}	:	44.32	mm
-------------------------	---	-------	----

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs,x}	:	131.00	mm
-------------------------	---	--------	----

e_{cs,y}	:	72.55	mm
-------------------------	---	-------	----

e_t: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_{t,x}	:	-131.00	mm
------------------------	---	---------	----

e_{t,y}	:	-19.01	mm
------------------------	---	--------	----

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ε_{cmax}	:	0.0004	
-------------------------	---	--------	--

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

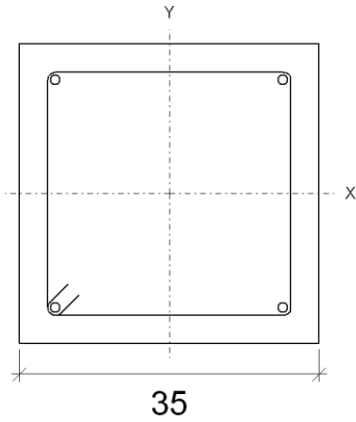
ε_{smax}	:	0.0006	
-------------------------	---	--------	--

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{cmax}	:	6.41	MPa
-------------------------	---	------	-----

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

σ_{smax}	:	120.58	MPa
-------------------------	---	--------	-----

Datos del pilar en el arranque		
	Geometría	
	Dimensiones	: 35x35 cm
	Tramo	: -0.230/0.000 m
	Altura libre	: 3.15 m
	Recubrimiento geométrico	: 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido	: 15 mm
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón	: HA-30, $Y_c=1.5$
	Acero	: B 500 S, $Y_s=1.15$
		Plano ZX : 2.21 m
		Plano ZY : 2.21 m
	Armadura longitudinal	
	Esquina	: 4Ø12
	Cuantía	: 0.37 %
	Estribos	
	Perimetral	: 1eØ6

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

No procede su comprobación

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

No procede su comprobación

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.017 \quad \checkmark$$

Donde:

$$V_{rd1}: \text{Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.} \quad V_{rd1,x} : 10.59 \quad \text{kN}$$

$$V_{rd1,y} : 2.69 \quad \text{kN}$$

$$V_{u1}: \text{Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.} \quad V_{u1} : 646.80 \quad \text{kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.05 \cdot Qa + 1.5 \cdot V(-Xexc.-)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : 646.80 \quad \text{kN}$$

Donde:

$$K: \text{Coeficiente que depende del esfuerzo axil.} \quad K : 1.00$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : -0.26 \quad \text{MPa}$$

$$N_d: \text{Esfuerzo normal de cálculo.} \quad N_d : 66.51 \quad \text{kN}$$

$$A_c: \text{Área total de la sección de hormigón.} \quad A_c : 1225.00 \quad \text{cm}^2$$

$$A'_s: \text{Área total de la armadura comprimida.} \quad A'_s : 2.26 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 434.78 \quad \text{MPa}$$

$$f_{1cd}: \text{Resistencia a compresión del hormigón} \quad f_{1cd} : 12.00 \quad \text{MPa}$$

$$f_{ck}: \text{Resistencia característica del hormigón.} \quad f_{ck} : 30.00 \quad \text{MPa}$$

$$f_{cd}: \text{Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.} \quad f_{cd} : 20.00 \quad \text{MPa}$$

$$b_0: \text{Anchura neta mínima del elemento.} \quad b_0 : 350.00 \quad \text{mm}$$

$$d: \text{Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.} \quad d : 308.00 \quad \text{mm}$$

$$\alpha: \text{Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.} \quad \alpha : 90.0 \quad \text{grados}$$



θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

Cortante en la dirección Y:

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

A_c : Área total de la sección de hormigón.

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje.

θ : 45.0 grados

V_{u1} : 646.80 kN

K : 1.00

σ'_{cd} : -1.06 MPa

N_d : 66.51 kN

A_c : 1225.00 cm²

A'_s : 4.52 cm²

f_{yd} : 434.78 MPa

f_{1cd} : 12.00 MPa

f_{ck} : 30.00 MPa

f_{cd} : 20.00 MPa

b_0 : 350.00 mm

d : 308.00 mm

α : 90.0 grados

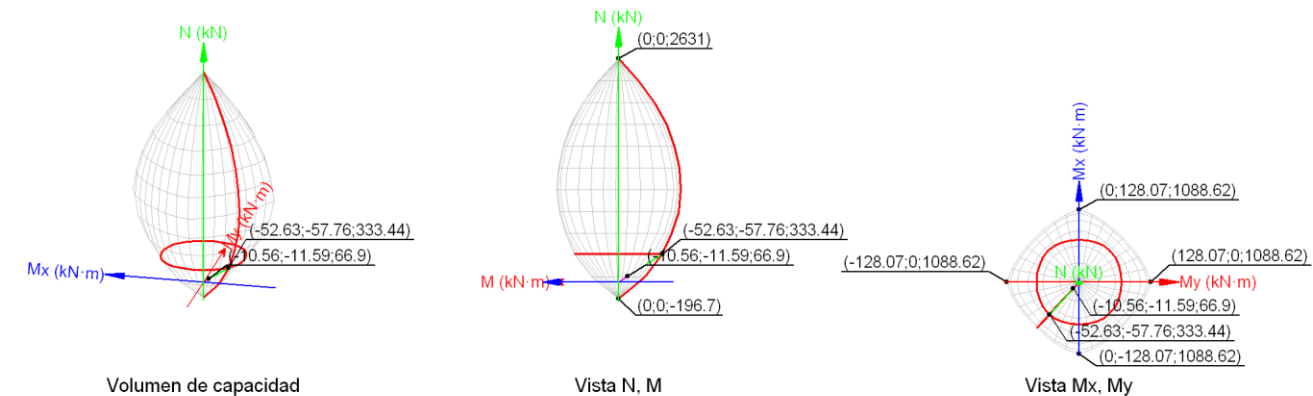
θ : 45.0 Grados

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales(EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Yexc.-).

Se debe satisfacer:

η : 0.201 ✓



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo. N_{ed} : 66.90 kN

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden. $M_{ed,x}$: -11.59 kN·m

$M_{ed,y}$: -10.56 kN·m

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento. N_{Rd} : 333.44 kN

M_{Rd} : Momentos de agotamiento. $M_{Rd,x}$: -57.76 kN·m

$M_{Rd,y}$: -52.63 kN·m



Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$e_{e,x}$:	-157.84	mm
$e_{e,y}$:	-173.22	mm

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

En el eje x:

e_{min}	:	20.00	mm
h	:	350.00	mm
e_0	:	-157.84	mm

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

M_d	:	-10.56	kN·m
-------	---	--------	------

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d	:	66.90	kN
-------	---	-------	----

En el eje y:

e_{min}	:	20.00	mm
h	:	350.00	mm
e_0	:	-173.22	mm

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

M_d	:	-11.59	kN·m
-------	---	--------	------

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d	:	66.90	kN
-------	---	-------	----

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

λ	:	21.82
-----------	---	-------

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

l_0	:	2.205	m
-------	---	-------	---

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

i_c	:	10.10	cm
-------	---	-------	----

A_c : Área total de la sección de hormigón.

A_c	:	1225.00	cm ²
-------	---	---------	-----------------

I : Inercia.

I	:	125052.08	cm ⁴
-----	---	-----------	-----------------

λ_{inf}	:	100.00
-----------------	---	--------

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e_2	:	-173.22	mm
-------	---	---------	----

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

e_1	:	-173.22	mm
-------	---	---------	----

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

h	:	350.00	mm
-----	---	--------	----

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

C	:	0.24
-----	---	------

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

v	:	0.03
-----	---	------

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d	:	66.90	kN
-------	---	-------	----

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd}	:	20.00	MPa
----------	---	-------	-----

A_c : Área total de la sección de hormigón.

A_c	:	1225.00	cm ²
-------	---	---------	-----------------

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : 21.82$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : 2.205 \quad \text{m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : 10.10 \quad \text{cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : 1225.00 \quad \text{cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : 125052.08 \quad \text{cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : 100.00$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : -157.84 \quad \text{mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : -157.84 \quad \text{mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : 350.00 \quad \text{mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : 0.24$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : 0.03$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : 66.90 \quad \text{kN}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : 20.00 \quad \text{MPa}$$

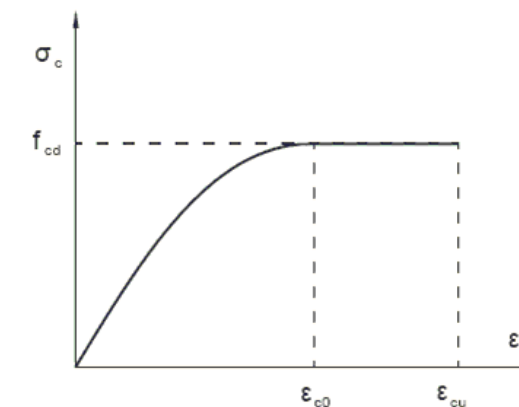
A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : 1225.00 \quad \text{cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- Diagramas de cálculo.
- El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	$f_{cd} : 20.00 \quad \text{MPa}$
ϵ_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.	$\epsilon_{cd} : 0.0020$
ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.	$\epsilon_{cu} : 0.0035$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : 1.00$$

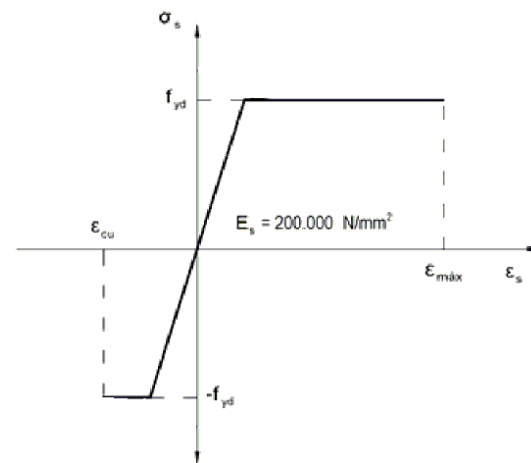
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : 30.00 \text{ MPa}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : 1.5$$

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 434.78 \text{ MPa}$$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$$\epsilon_{max} : 0.0100$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : 0.0035$$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

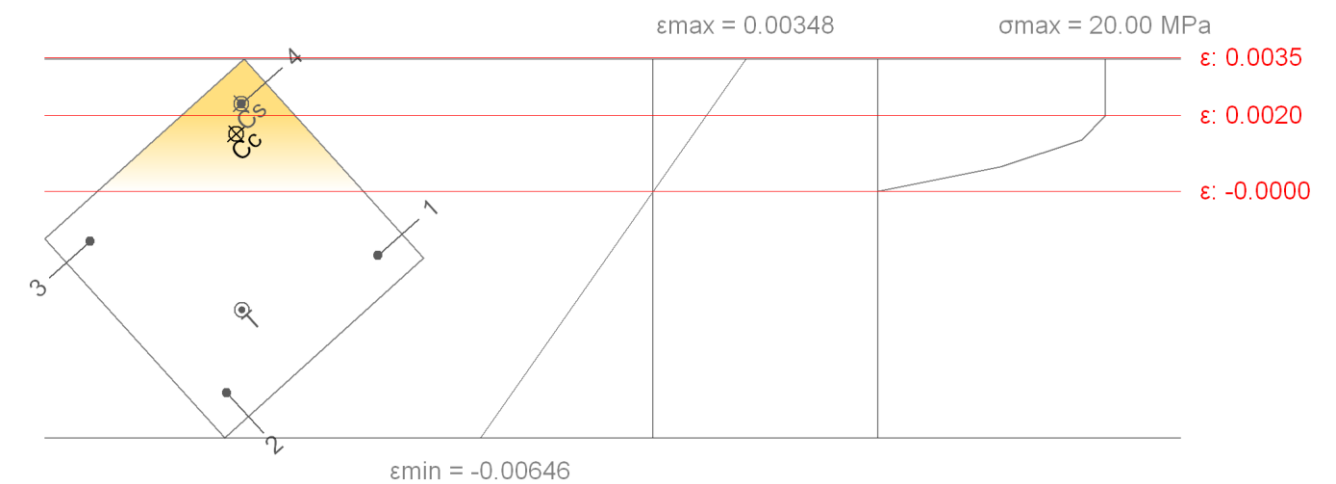
$$f_{yk} : 500.00 \text{ MPa}$$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$\gamma_s : 1.15$$

- (e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momento

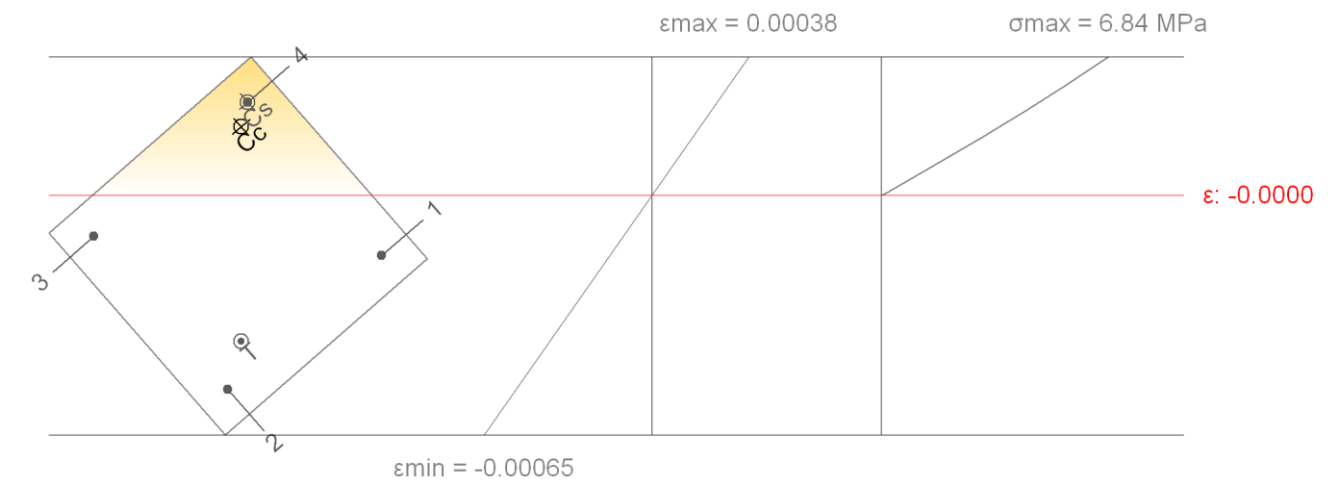
Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	-133.00	133.00	-336.12	-0.001681
2	Ø12	133.00	133.00	-434.78	-0.005270
3	Ø12	133.00	-133.00	-260.04	-0.001300
4	Ø12	-133.00	-133.00	+400.00	+0.002289

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	404.80	-101.83	-108.84
Cs	45.24	-133.00	-133.00
T	116.60	46.28	65.91

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

N_{Rd} : 333.44 kN

M_{Rd,x} : -57.76 kN·m

M_{Rd,y} : -52.63 kN·m

C_c : 404.80 kN

C_s : 45.24 kN

T : 116.60 kN

e_{cc,x} : -101.83 mm

e_{cc,y} : -108.84 mm

e_{cs} : -133.00 mm

e_{T,x} : 46.28 mm

e_{T,y} : 65.91 mm

ε_{cmax} : 0.0035

ε_{smax} : 0.0053

σ_{cmax} : 20.00 MPa

σ_{smax} : 434.78 MPa

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ _s (MPa)	ε
1	Ø12	-133.00	133.00	-32.83	-0.000164
2	Ø12	133.00	133.00	-105.75	-0.000529
3	Ø12	133.00	-133.00	-22.13	-0.000111
4	Ø12	-133.00	-133.00	+50.79	+0.000254



	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	79.33	-105.45	-114.36
Cs	5.74	-133.00	-133.00
T	18.18	78.65	96.38

$$\begin{aligned} N_{ed} &: 66.90 && \text{kN} \\ M_{ed,x} &: -11.59 && \text{kN}\cdot\text{m} \\ M_{ed,y} &: -10.56 && \text{kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : 79.33 \quad \text{kN}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : 5.74 \quad \text{kN}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : 18.18 \quad \text{kN}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : -105.45 \quad \text{mm}$$

$$e_{cc,y} : -114.36 \quad \text{mm}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs} : -133.00 \quad \text{mm}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : 78.65 \quad \text{mm}$$

$$e_{T,y} : 96.38 \quad \text{mm}$$

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : 0.0004$$

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : 0.0005$$

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : 6.84 \quad \text{MPa}$$

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : 105.75 \quad \text{MPa}$$

8.2.2 Resumen de esfuerzos y comprobaciones

P1

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	55.3	5.4	19.0	-10.4	2.8	Cumple	Cumple	13.7	23.4	23.4	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	53.7	5.3	18.8	-10.6	2.7	Cumple	Cumple	13.9	23.3	23.3	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	66.9	-11.6	-10.6	-8.8	5.9	N.P.	N.P.	1.6	20.1	20.1	Cumple
			Pie	G, Q, V	66.5	-3.2	-14.6	-10.6	2.7	N.P.	N.P.	1.7	19.4	19.4	Cumple

P2

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	114.5	-0.9	39.4	-20.9	-0.4	Cumple	Cumple	24.2	46.6	46.6	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	123.2	0.6	-26.7	-20.6	-0.5	N.P.	N.P.	3.2	33.8	33.8	Cumple
			Pie	G, Q, V	127.2	0.5	-26.5	-20.9	-0.4	N.P.	N.P.	3.2	32.1	32.1	Cumple

P3

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	116.7	1.1	40.3	-21.7	0.6	Cumple	Cumple	25.1	48.2	48.2	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	125.3	-0.9	-28.4	-21.4	0.7	N.P.	N.P.	3.3	37.5	37.5	Cumple
			Pie	G, Q, V	129.5	-0.8	-28.1	-21.7	0.6	N.P.	N.P.	3.3	35.8	35.8	Cumple

P4

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones				Estado	
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)		Aprov. (%)
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	56.5	-5.8	19.4	-10.6	-2.9	Cumple	Cumple	13.9	23.9	23.9	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	54.8	-5.6	19.1	-10.8	-2.8	Cumple	Cumple	14.2	23.8	23.8	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	68.0	11.6	-10.8	-9.0	-6.0	N.P.	N.P.	1.7	20.3	20.3	Cumple
			Pie	G, Q, V	67.6	3.2	-14.8	-10.8	-2.8	N.P.	N.P.	1.7	19.7	19.7	Cumple



P5

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	145.9	-12.4	3.5	2.5	6.9	Cumple	Cumple	8.1	10.3	10.3	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	133.1	9.4	-4.2	2.5	6.9	Cumple	Cumple	8.3	8.8	8.8	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	145.9	-12.4	3.5	2.5	6.9	N.P.	N.P.	1.1	11.1	11.1	Cumple

P6

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	292.1	9.1	5.5	4.3	-4.3	Cumple	Cumple	5.5	13.8	13.8	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	279.3	-4.3	-8.0	4.3	-4.3	Cumple	Cumple	5.6	12.7	12.7	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	292.1	9.1	5.5	4.3	-4.3	N.P.	N.P.	0.9	14.5	14.5	Cumple

P7

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	297.7	-9.5	5.3	4.2	4.5	Cumple	Cumple	5.6	14.0	14.0	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	284.9	4.6	-8.1	4.2	4.5	Cumple	Cumple	5.7	13.0	13.0	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	297.7	-9.5	5.3	4.2	4.5	N.P.	N.P.	0.9	14.8	14.8	Cumple

P8

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	148.6	12.5	3.6	2.5	-7.1	Cumple	Cumple	8.3	10.4	10.4	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	135.9	-9.8	-4.3	2.5	-7.1	Cumple	Cumple	8.4	9.1	9.1	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	148.6	12.5	3.6	2.5	-7.1	N.P.	N.P.	1.1	11.2	11.2	Cumple

P9

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	134.3	-12.0	0.2	-0.2	6.8	Cumple	Cumple	7.6	9.1	9.1	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	121.5	9.3	0.9	-0.2	6.8	Cumple	Cumple	7.7	7.6	7.7	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	134.3	-12.0	0.2	-0.2	6.8	N.P.	N.P.	1.0	9.9	9.9	Cumple

P10

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	279.6	5.4	-5.6	-1.2	-2.7	Cumple	Cumple	2.7	12.3	12.3	Cumple
			Cabeza	G, V	169.3	-3.7	1.7	-0.8	-3.9	Cumple	Cumple	4.3	7.3	7.3	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	279.6	5.4	-5.6	-1.2	-2.7	N.P.	N.P.	0.4	13.0	13.0	Cumple
			Pie	G, Q, V	268.2	8.7	-1.3	-1.2	-4.1	N.P.	N.P.	0.6	12.9	12.9	Cumple

P11

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	273.3	-9.3	-1.6	-1.3	4.4	Cumple	Cumple	4.3	12.6	12.6	Cumple
			Cabeza	G, V	172.7	4.0	1.7	-0.9	4.1	Cumple	Cumple	4.5	7.5	7.5	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	273.3	-9.3	-1.6	-1.3	4.4	N.P.	N.P.	0.7	13.3	13.3	Cumple

P12

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	136.7	12.3	0.2	-0.2	-7.0	Cumple	Cumple	7.8	9.3	9.3	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	124.0	-9.7	0.9	-0.2	-7.0	Cumple	Cumple	8.0	7.9	8.0	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	136.7	12.3	0.2	-0.2	-7.0	N.P.	N.P.	1.1	10.1	10.1	Cumple



P13

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	130.6	-11.6	2.3	1.5	6.6	Cumple	Cumple	7.7	9.2	9.2	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	117.8	9.3	-2.4	1.5	6.6	Cumple	Cumple	7.8	7.8	7.8	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	130.6	-11.6	2.3	1.5	6.6	N.P.	N.P.	1.0	10.0	10.0	Cumple

P14

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	260.5	8.3	3.4	2.4	-3.9	Cumple	Cumple	4.4	12.0	12.0	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	247.7	-4.0	-5.0	2.4	-3.9	Cumple	Cumple	4.4	10.7	10.7	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	260.5	8.3	3.4	2.4	-3.9	N.P.	N.P.	0.7	12.7	12.7	Cumple

P15

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	265.6	-8.7	3.1	2.4	4.1	Cumple	Cumple	4.5	12.3	12.3	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	252.8	4.3	-5.1	2.4	4.1	Cumple	Cumple	4.6	11.0	11.0	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	265.6	-8.7	3.1	2.4	4.1	N.P.	N.P.	0.7	13.0	13.0	Cumple

P16

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	133.0	11.8	2.4	1.5	-6.8	Cumple	Cumple	7.9	9.4	9.4	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	120.2	-9.7	-2.5	1.5	-6.8	Cumple	Cumple	8.0	8.1	8.1	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	133.0	11.8	2.4	1.5	-6.8	N.P.	N.P.	1.1	10.2	10.2	Cumple

P17

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	127.0	-12.1	-1.9	-1.1	6.8	Cumple	Cumple	7.8	9.3	9.3	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	114.2	9.3	1.7	-1.1	6.8	Cumple	Cumple	8.0	7.6	8.0	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	127.0	-12.1	-1.9	-1.1	6.8	N.P.	N.P.	1.1	10.2	10.2	Cumple

P18

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	253.1	8.7	-2.0	-1.5	-4.1	Cumple	Cumple	4.1	11.8	11.8	Cumple
			Cabeza	G, V	159.4	-3.7	1.7	-0.9	-3.9	Cumple	Cumple	4.3	6.9	6.9	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	253.1	8.7	-2.0	-1.5	-4.1	N.P.	N.P.	0.7	12.4	12.4	Cumple

P19

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	258.1	-9.1	-1.7	-1.4	4.3	Cumple	Cumple	4.3	12.1	12.1	Cumple
			Cabeza	G, V	162.6	3.9	1.7	-0.9	4.1	Cumple	Cumple	4.5	7.1	7.1	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	258.1	-9.1	-1.7	-1.4	4.3	N.P.	N.P.	0.7	12.7	12.7	Cumple

P20

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	129.3	12.3	-1.9	-1.1	-7.0	Cumple	Cumple	8.0	9.4	9.4	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	116.5	-9.7	1.7	-1.1	-7.0	Cumple	Cumple	8.2	7.8	8.2	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	129.3	12.3	-1.9	-1.1	-7.0	N.P.	N.P.	1.1	10.3	10.3	Cumple



P21

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	147.5	-12.4	-3.2	-2.2	6.9	Cumple	Cumple	8.0	10.2	10.2	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	134.7	9.4	3.7	-2.2	6.9	Cumple	Cumple	8.2	8.6	8.6	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	147.5	-12.4	-3.2	-2.2	6.9	N.P.	N.P.	1.1	11.0	11.0	Cumple

P22

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	295.2	9.1	-4.9	-3.8	-4.2	Cumple	Cumple	5.1	13.7	13.7	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	282.4	-4.3	6.9	-3.8	-4.2	Cumple	Cumple	5.2	12.5	12.5	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	295.2	9.1	-4.9	-3.8	-4.2	N.P.	N.P.	0.8	14.5	14.5	Cumple

P23

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	301.0	-9.5	-4.7	-3.7	4.5	Cumple	Cumple	5.2	14.0	14.0	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	288.2	4.6	7.0	-3.7	4.5	Cumple	Cumple	5.3	12.8	12.8	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	301.0	-9.5	-4.7	-3.7	4.5	N.P.	N.P.	0.9	14.8	14.8	Cumple

P24

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Pie	G, Q, V	150.2	12.5	-3.3	-2.2	-7.1	Cumple	Cumple	8.2	10.3	10.3	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	137.4	-9.8	3.8	-2.2	-7.1	Cumple	Cumple	8.3	8.9	8.9	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	150.2	12.5	-3.3	-2.2	-7.1	N.P.	N.P.	1.1	11.1	11.1	Cumple

P25

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	55.7	5.4	-18.9	10.3	2.8	Cumple	Cumple	13.6	23.1	23.1	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	54.0	5.3	-18.6	10.5	2.7	Cumple	Cumple	13.8	23.0	23.0	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	67.2	-11.5	10.5	8.8	5.9	N.P.	N.P.	1.6	19.9	19.9	Cumple
			Pie	G, Q, V	66.8	-3.1	14.5	10.5	2.7	N.P.	N.P.	1.7	19.1	19.1	Cumple

P26

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	115.6	-0.9	-39.3	20.8	-0.4	Cumple	Cumple	24.1	46.6	46.6	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	124.2	0.6	26.5	20.5	-0.5	N.P.	N.P.	3.1	33.2	33.2	Cumple
			Pie	G, Q, V	128.3	0.5	26.3	20.8	-0.4	N.P.	N.P.	3.2	31.4	31.4	Cumple

P27

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	117.9	1.1	-40.1	21.6	0.6	Cumple	Cumple	24.9	47.6	47.6	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	126.4	-0.9	28.1	21.2	0.7	N.P.	N.P.	3.2	36.3	36.3	Cumple
			Pie	G, Q, V	130.7	-0.8	27.8	21.6	0.6	N.P.	N.P.	3.3	34.7	34.7	Cumple

P28

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Cubierta	0.00/3.50	35x35	Cabeza	G, Q, V	56.8	-5.7	-19.2	10.5	-2.9	Cumple	Cumple	13.8	23.6	23.6	Cumple
			Cabeza	G, Q, V	55.2	-5.6	-19.0	10.7	-2.8	Cumple	Cumple	14.1	23.5	23.5	Cumple
Planta baja	-0.23/0.00	35x35	Pie	G, Q, V	68.3	11.6	10.7	9.0	-6.0	N.P.	N.P.	1.7	20.1	20.1	Cumple
			Pie	G, Q, V	67.9	3.2	14.7	10.7	-2.8	N.P.	N.P.	1.7	19.4	19.4	Cumple

8.2.3 Desplazamiento de pilares

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
P1	Cubierta	3.33	0.22	0.59	0.15
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.13
P2	Cubierta	3.33	0.21	0.59	0.22
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.18
P3	Cubierta	3.33	0.21	0.59	0.22
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.18
P4	Cubierta	3.33	0.22	0.59	0.16
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.13
P5	Cubierta	3.33	0.22	0.56	0.25
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.20
P6	Cubierta	3.33	0.21	0.56	0.42
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.32
P7	Cubierta	3.33	0.21	0.56	0.42
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.32
P8	Cubierta	3.33	0.22	0.56	0.25
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.20
P9	Cubierta	3.33	0.22	0.53	0.23
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.19
P10	Cubierta	3.33	0.21	0.53	0.39
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.30
P11	Cubierta	3.33	0.21	0.53	0.39
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.30
P12	Cubierta	3.33	0.22	0.53	0.24
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.20
P13	Cubierta	3.33	0.22	0.50	0.23
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.19
P14	Cubierta	3.33	0.21	0.50	0.38
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.29
P15	Cubierta	3.33	0.21	0.50	0.37
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.28

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
P16	Cubierta	3.33	0.22	0.50	0.23
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.19
P17	Cubierta	3.33	0.22	0.53	0.23
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.19
P18	Cubierta	3.33	0.21	0.53	0.37
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.29
P19	Cubierta	3.33	0.21	0.53	0.37
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.28
P20	Cubierta	3.33	0.22	0.53	0.23
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.19
P21	Cubierta	3.33	0.22	0.55	0.25
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.20
P22	Cubierta	3.33	0.21	0.55	0.42
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.32
P23	Cubierta	3.33	0.21	0.55	0.41
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.31
P24	Cubierta	3.33	0.22	0.55	0.25
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.20
P25	Cubierta	3.33	0.22	0.58	0.15
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.13
P26	Cubierta	3.33	0.21	0.58	0.22
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.18
P27	Cubierta	3.33	0.21	0.58	0.22
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.18
P28	Cubierta	3.33	0.22	0.58	0.16
	Planta baja	0.00	0.00	0.00	0.13

8.3 Forjado y vigas

8.3.1 Autorización de uso del forjado

Datos del forjado

Fabricante:	PREVALESA DITECO T18
Tipo de bovedilla:	De hormigón
Canto del forjado:	30 = 25 + 5 (cm)
Intereje:	70 cm (simple) y 81 cm (doble)
Hormigón obra:	HA-25, Yc=1.5
Hormigones viguetas:	HA-40, Yc=1.5
Acero pretensar:	Y 1860 C
Aceros negativos:	B 500 S, Ys=1.15
Peso propio:	3.75 kN/m ² (simple) y 4.30 kN/m ² (doble)

Flexión positiva - Viguetas simples								
Tipo de vigüeta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
T18.2	27.58	24.55	23580	19810	15.59	21.47	24.55	32.30
T18.3	38.43	32.86	23760	20010	23.79	29.74	32.86	36.31
T18.4	48.34	38.97	23900	20190	29.81	35.82	38.97	40.31
T18.5	57.32	43.43	24020	20330	34.19	40.26	43.43	40.55
Notas: Esfuerzos por metro de ancho Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior								

Flexión negativa - Viguetas simples						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	12.68	12.68	25.61	23350	1260
2Ø8	1.01	16.19	16.19	25.61	23380	1580
1Ø8+1Ø10	1.29	20.52	20.52	25.61	23400	1950
2Ø10	1.57	24.79	24.79	25.61	23430	2300
1Ø8+1Ø12	1.63	25.70	25.70	25.61	23440	2370
1Ø10+1Ø12	1.92	29.88	29.88	25.61	23460	2700
2Ø12	2.26	34.83	34.83	25.61	23490	3080
1Ø8+1Ø16	2.51	38.13	38.13	25.61	23510	3320
1Ø10+1Ø16	2.80	41.83	41.83	25.61	23540	3610
1Ø12+1Ø16	3.14	46.09	46.09	25.61	23570	3950
1Ø10+1Ø20	3.93	54.68	55.51	25.61	23620	4600
2Ø16	4.02	55.94	56.91	25.61	23640	4730
1Ø16+1Ø20	5.15	66.82	70.17	25.61	23720	5600
3Ø16	6.03	74.81	80.94	25.61	23800	6310
2Ø20	6.28	74.84	83.07	25.61	23810	6380
2Ø16+1Ø20	7.16	77.46	93.57	25.61	23890	7040
1Ø16+2Ø20	8.29	79.27	105.86	25.61	23970	7710
3Ø20	9.42	80.80	117.82	25.61	24040	8320
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

8.3.2 Comprobaciones de resistencia

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)					
Vigas	Disp.Dd	Arm.	Q	N,M	Estado
P1 - P5	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 42.3$	'4.650 m' $\eta = 40.2$	CUMPLE $\eta = 42.3$
P13 - P17	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 41.1$	'P13' $\eta = 39.5$	CUMPLE $\eta = 41.1$
P4 - P8	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 43.2$	'4.650 m' $\eta = 41.0$	CUMPLE $\eta = 43.2$
P16 - P20	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 41.9$	'P16' $\eta = 40.3$	CUMPLE $\eta = 41.9$

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)					
Vigas	Disp.	Arm.	Q	N,M	Estado
P5 - P9	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 41.6$	'P5' $\eta = 40.6$	CUMPLE $\eta = 41.6$
P9 - P13	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 41.6$	'4.650 m' $\eta = 39.5$	CUMPLE $\eta = 41.6$
P17 - P21	Cumple	Cumple	'4.342 m' $\eta = 41.3$	'4.650 m' $\eta = 39.5$	CUMPLE $\eta = 41.3$
P21 - P25	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 42.7$	'P21' $\eta = 39.6$	CUMPLE $\eta = 42.7$
P2 - P6	Cumple	Cumple	'4.342 m' $\eta = 91.1$	'4.650 m' $\eta = 86.2$	CUMPLE $\eta = 91.1$
P6 - P10	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 90.9$	'P6' $\eta = 87.3$	CUMPLE $\eta = 90.9$
P10 - P14	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 91.3$	'4.650 m' $\eta = 85.2$	CUMPLE $\eta = 91.3$
P14 - P18	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 91.3$	'P14' $\eta = 85.3$	CUMPLE $\eta = 91.3$
P18 - P22	Cumple	Cumple	'4.145 m' $\eta = 91.2$	'4.650 m' $\eta = 84.7$	CUMPLE $\eta = 91.2$
P22 - P26	Cumple	Cumple	'0.545 m' $\eta = 93.4$	'P22' $\eta = 84.9$	CUMPLE $\eta = 93.4$
P3 - P7	Cumple	Cumple	'4.342 m' $\eta = 93.0$	'4.650 m' $\eta = 88.0$	CUMPLE $\eta = 93.0$
P7 - P11	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 92.8$	'P7' $\eta = 89.1$	CUMPLE $\eta = 92.8$
P11 - P15	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 93.3$	'4.650 m' $\eta = 87.1$	CUMPLE $\eta = 93.3$

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)					
Vigas	Disp.	Arm.	Q	N,M	Estado
P15 - P19	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 93.3$	'P15' $\eta = 87.1$	CUMPLE $\eta = 93.3$
P19 - P23	Cumple	Cumple	'4.145 m' $\eta = 93.2$	'4.650 m' $\eta = 86.5$	CUMPLE $\eta = 93.2$
P23 - P27	Cumple	Cumple	'0.545 m' $\eta = 95.3$	'P23' $\eta = 86.6$	CUMPLE $\eta = 95.3$
P8 - P12	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 42.5$	'P8' $\eta = 41.4$	CUMPLE $\eta = 42.5$
P12 - P16	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 42.5$	'4.650 m' $\eta = 40.3$	CUMPLE $\eta = 42.5$
P20 - P24	Cumple	Cumple	'4.342 m' $\eta = 42.2$	'4.650 m' $\eta = 40.3$	CUMPLE $\eta = 42.2$
P24 - P28	Cumple	Cumple	'0.308 m' $\eta = 43.6$	'P24' $\eta = 40.4$	CUMPLE $\eta = 43.6$
P1 - P2	Cumple	Cumple	'4.217 m' $\eta = 21.6$	'P2' $\eta = 45.4$	CUMPLE $\eta = 45.4$
P2 - P3	Cumple	Cumple	'0.258 m' $\eta = 19.6$	'P2' $\eta = 41.1$	CUMPLE $\eta = 41.1$
P3 - P4	Cumple	Cumple	'0.258 m' $\eta = 21.7$	'4.600 m' $\eta = 39.7$	CUMPLE $\eta = 39.7$
P25 - P26	Cumple	Cumple	'4.217 m' $\eta = 21.4$	'P26' $\eta = 45.0$	CUMPLE $\eta = 45.0$
P26 - P27	Cumple	Cumple	'0.258 m' $\eta = 19.4$	'P26' $\eta = 40.7$	CUMPLE $\eta = 40.7$
P27 - P28	Cumple	Cumple	'0.258 m' $\eta = 21.5$	'4.600 m' $\eta = 39.3$	CUMPLE $\eta = 39.3$

Notación:

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

8.3.3 Comprobaciones de fisuración

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
P1 - P5	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
P13 - P17	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
P4 - P8	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
P16 - P20	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
P5 - P9	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P9 - P13	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P17 - P21	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.65 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P21 - P25	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P2 - P6	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.995 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P6 - P10	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.595 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P10 - P14	x: 0 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.545 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 3.245 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P14 - P18	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.445 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.745 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P18 - P22	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.345 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P22 - P26	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 3.695 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P3 - P7	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.995 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P7 - P11	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.595 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P11 - P15	x: 0 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.545 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 3.245 m Cumple	Cumple		CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
P15 - P19	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.445 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.745 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P19 - P23	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.045 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.345 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P23 - P27	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 3.695 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P8 - P12	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P12 - P16	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P20 - P24	x: 4.65 m Cumple	x: 4.65 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.65 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P24 - P28	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.645 m Cumple	Cumple		CUMPLE
P1 - P2	x: 4.475 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P2 - P3	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P3 - P4	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P25 - P26	x: 4.475 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P26 - P27	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE
P27 - P28	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple		CUMPLE

Notación:

σ_c : Fisuración por compresión

$W_{k,C,Sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior

$W_{k,C,Lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha

$W_{k,C,Inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior

$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda

σ_{sr} : Área mínima de armadura

V_{fis} : Fisuración por cortante

x : Distancia al origen de la barra

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.

⁽²⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

8.3.4 Comprobaciones de flecha

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \geq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \geq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \geq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
P1 - P5	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 2.78 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 2.02 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P5 - P9	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.40 mm	$f_{T,max}$: 1.23 mm $f_{T,lim}$: 14.47 mm	$f_{A,max}$: 0.92 mm $f_{A,lim}$: 10.84 mm	CUMPLE
P9 - P13	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 1.70 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 1.26 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P13 - P17	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.83 mm $f_{T,lim}$: 14.17 mm	$f_{A,max}$: 0.60 mm $f_{A,lim}$: 10.17 mm	CUMPLE
P17 - P21	$f_{i,Q}$: 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.55 mm	$f_{T,max}$: 1.38 mm $f_{T,lim}$: 14.64 mm	$f_{A,max}$: 1.03 mm $f_{A,lim}$: 10.97 mm	CUMPLE
P21 - P25	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 2.75 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 2.00 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P2 - P6	$f_{i,Q}$: 1.21 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 11.48 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 10.00 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P6 - P10	$f_{i,Q}$: 0.66 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.44 mm	$f_{T,max}$: 4.21 mm $f_{T,lim}$: 14.51 mm	$f_{A,max}$: 3.43 mm $f_{A,lim}$: 10.88 mm	CUMPLE
P10 - P14	$f_{i,Q}$: 0.99 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 7.28 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 6.33 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P14 - P18	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.14 mm	$f_{T,max}$: 2.59 mm $f_{T,lim}$: 14.17 mm	$f_{A,max}$: 2.00 mm $f_{A,lim}$: 10.63 mm	CUMPLE
P18 - P22	$f_{i,Q}$: 0.78 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 5.14 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 4.31 mm $f_{A,lim}$: 10.99 mm	CUMPLE
P22 - P26	$f_{i,Q}$: 1.19 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 11.35 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 9.87 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P3 - P7	$f_{i,Q}$: 1.23 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 11.82 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 10.25 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE
P7 - P11	$f_{i,Q}$: 0.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.44 mm	$f_{T,max}$: 4.42 mm $f_{T,lim}$: 14.52 mm	$f_{A,max}$: 3.63 mm $f_{A,lim}$: 10.88 mm	CUMPLE
P11 - P15	$f_{i,Q}$: 1.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 7.57 mm $f_{T,lim}$: 15.50 mm	$f_{A,max}$: 6.60 mm $f_{A,lim}$: 11.63 mm	CUMPLE



Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \geq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \geq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \geq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
P15 - P19	$f_{i,Q}: 0.33 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 2.72 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.17 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 2.12 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.63 \text{ mm}$	CUMPLE
P19 - P23	$f_{i,Q}: 0.80 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 5.39 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 4.36 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.99 \text{ mm}$	CUMPLE
P23 - P27	$f_{i,Q}: 1.21 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 11.69 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 10.12 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.63 \text{ mm}$	CUMPLE
P4 - P8	$f_{i,Q}: 0.17 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 2.84 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 2.07 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.63 \text{ mm}$	CUMPLE
P8 - P12	$f_{i,Q}: 0.11 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.40 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.27 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.47 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.96 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.84 \text{ mm}$	CUMPLE
P12 - P16	$f_{i,Q}: 0.17 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.76 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 1.31 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.63 \text{ mm}$	CUMPLE
P16 - P20	$f_{i,Q}: 0.08 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 11.65 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.86 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 13.59 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.63 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.17 \text{ mm}$	CUMPLE
P20 - P24	$f_{i,Q}: 0.13 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.55 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.42 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.64 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 1.06 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.97 \text{ mm}$	CUMPLE
P24 - P28	$f_{i,Q}: 0.17 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 2.81 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 2.05 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.63 \text{ mm}$	CUMPLE
P1 - P2	$f_{i,Q}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.79 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.07 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.92 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.77 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.19 \text{ mm}$	CUMPLE
P2 - P3	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.79 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.63 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.92 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.43 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.39 \text{ mm}$	CUMPLE
P3 - P4	$f_{i,Q}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.20 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.33 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.85 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.50 \text{ mm}$	CUMPLE
P25 - P26	$f_{i,Q}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.79 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.06 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.92 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.76 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.19 \text{ mm}$	CUMPLE
P26 - P27	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.79 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.62 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.92 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.43 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.39 \text{ mm}$	CUMPLE
P27 - P28	$f_{i,Q}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.19 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.33 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.85 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.50 \text{ mm}$	CUMPLE

9 Armados y definiciones

9.1 Materiales que componen el armado

Los materiales empleados para el armado de la estructura, con la denominación establecida en la normativa utilizada, son los siguientes:

- Acero pasivo: B 500-SD

9.2 Bases de cálculo

Siguiendo las indicaciones de la normativa utilizada se han fijado para el cálculo las hipótesis de partida siguientes:

- Tipo de ambiente marino, aéreo al ser un elemento por encima del nivel de pleamar y según la tabla 8.2.2 de la EHE-08, adoptamos un ambiente IIIa
- El recubrimiento nominal de las armaduras según la EHE-08 Art.37.2.4 será de 40mm al ser la suma de el recubrimiento mínimo de 30mm (sacado de la tabla 37.2.4.1.b de la EHE-08) por el tipo de ambiente IIIa y 10mm de margen de recubrimiento.
- La apertura máxima de fisura que vamos a permitir es 0.2mm según la tabla 5.1.1.2 de la EHE-08 siendo hormigón armado y el tipo de ambiente IIIa.
- Redondos de acero del mercado.

9.3 Cimentación

La cimentación se trata de una losa maciza de hormigón armado de canto 30 cm.

Se utiliza este tipo de cimentación ya que todo el pavimento de la obra de atraque va a realizarse con una losa de hormigón y el ahorro que puede representar el realizar una cimentación por zapatas no es representativo, e incluso si contamos el rendimiento, la maquinaria que tendríamos que utilizar y demás costes adicionales, no compensa realizar otro tipo de cimentación que no sea una losa.

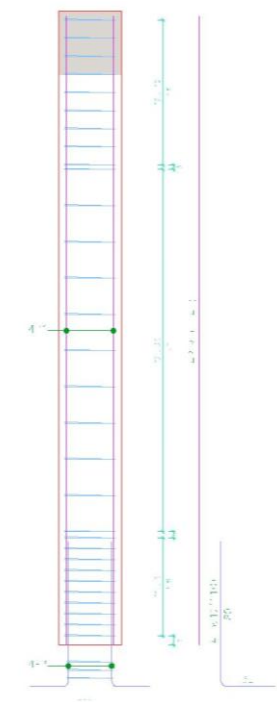
El armado a disponer en la cimentación es el siguiente:

	Alineaciones longitudinales	Alineaciones transversales
Armatura Base Superior:	1Ø12c/30	1Ø12c/30
Armatura Base Inferior:	1Ø12c/30	1Ø12c/30

9.4 Pilares

Para la estructura también vamos a utilizar hormigón armado de construcción "in situ", los pilares serán de sección cuadrada de 35x35 cm, esta dimensión se obtiene de cumplir resistencias y recubrimientos además de todas las exigencias que nos marca la normativa utilizada.

El programa de cálculo nos realiza las comprobaciones de todos los pilares con su respectivo armado que esta detallado en la siguiente tabla.





Armado de pilares									
Hormigón: HA-30, Yc=1.5									
Pilar	Geometría			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Perimetral	Separación (cm)		
P1	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	23.4	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	20.1	Cumple
P2	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	46.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	33.8	Cumple
P3	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	48.2	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	37.5	Cumple
P4	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	23.9	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	20.3	Cumple
P5	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	10.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	11.1	Cumple
P6	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	13.8	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	14.5	Cumple

	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	12.7	Cumple
P20	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.4	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	10.3	Cumple
P21	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	10.2	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	11.0	Cumple
P22	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	13.7	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	14.5	Cumple
P23	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	14.0	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	14.8	Cumple
P24	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	10.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	11.1	Cumple
P25	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	23.1	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	19.9	Cumple
P26	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	46.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	33.2	Cumple
P27	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	47.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	36.3	Cumple
P28	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	23.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	20.1	Cumple

Armado de pilares									
Hormigón: HA-30, Yc=1.5									
Pilar	Geometría			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Perimetral	Separación (cm)		
P7	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	14.0	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	14.8	Cumple
P8	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	10.4	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	11.2	Cumple
P9	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.1	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	9.9	Cumple
P10	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	12.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	13.0	Cumple
P11	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	12.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	13.3	Cumple
P12	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	10.1	Cumple
P13	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.2	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	10.0	Cumple
P14	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	12.0	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	12.7	Cumple
P15	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	12.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	13.0	Cumple
P16	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.4	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	10.2	Cumple
P17	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	9.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	10.2	Cumple
P18	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	11.8	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.37	1eØ6	-	12.4	Cumple
P19	Cubierta	35x35	0.00/3.15	4Ø16	0.66	1eØ6	20	12.1	Cumple

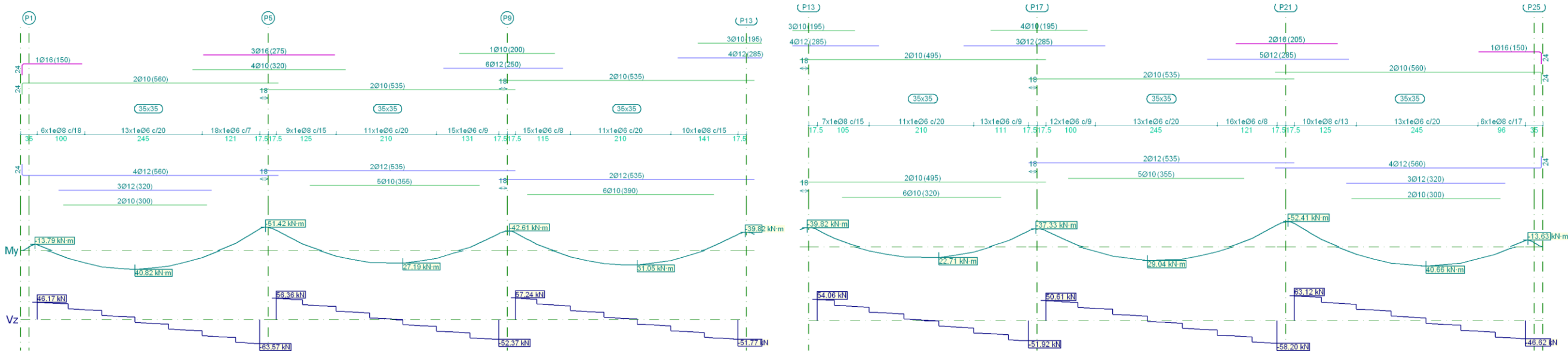


9.5 Cubierta (Vigas de forjado)

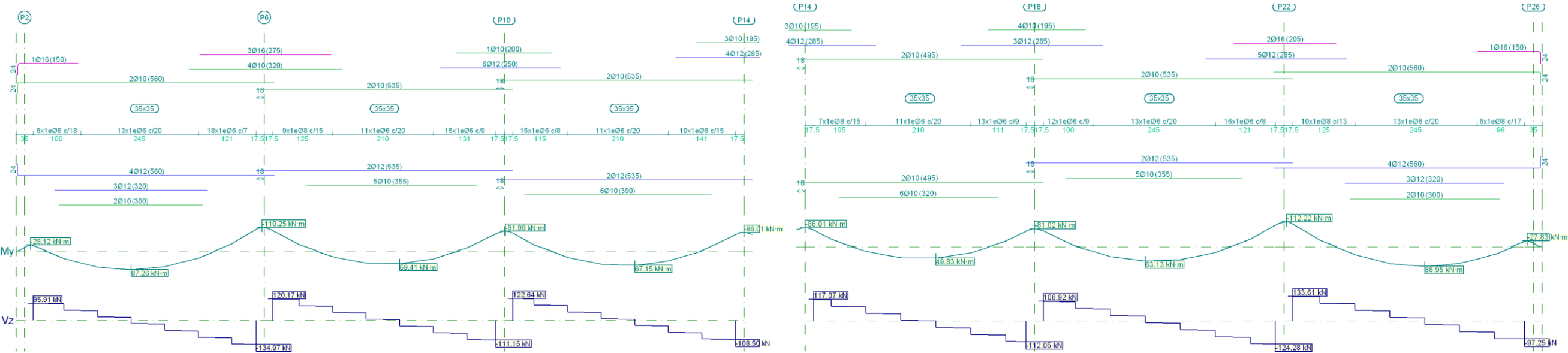
La cubierta se realiza con un forjado unidireccional formado por seis pórticos, cuatro principales unidos por vigas de 35x35 cm de hormigón armado y dos que nos harán de zuncho de borde.

Para el forjado se utilizara un tipo de viguetas y bovedillas de la empresa PREVALESA del modelo DITECO T18, que formarán un forjado de $25 + 5 = 30$ cm de canto con unas viguetas prefabricadas del modelo 18.3, la autorización de uso del forjado esta en el Anejo de cálculo, donde se especifica las resistencias y demás características necesarias.

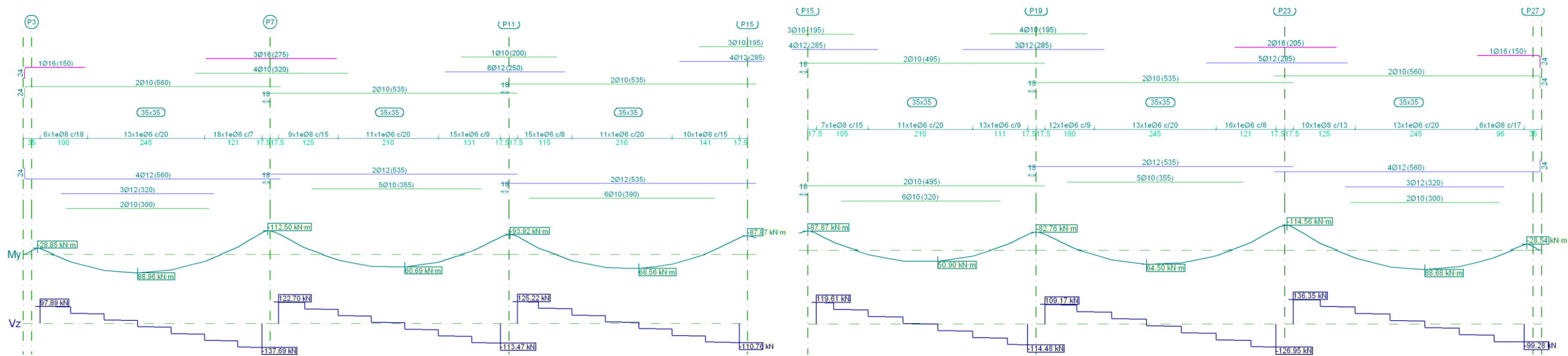
En las siguientes tablas se muestra pórtico a pórtico el armado junto sus diagramas de esfuerzos para demostrar que cumple con todas las exigencias de la norma.



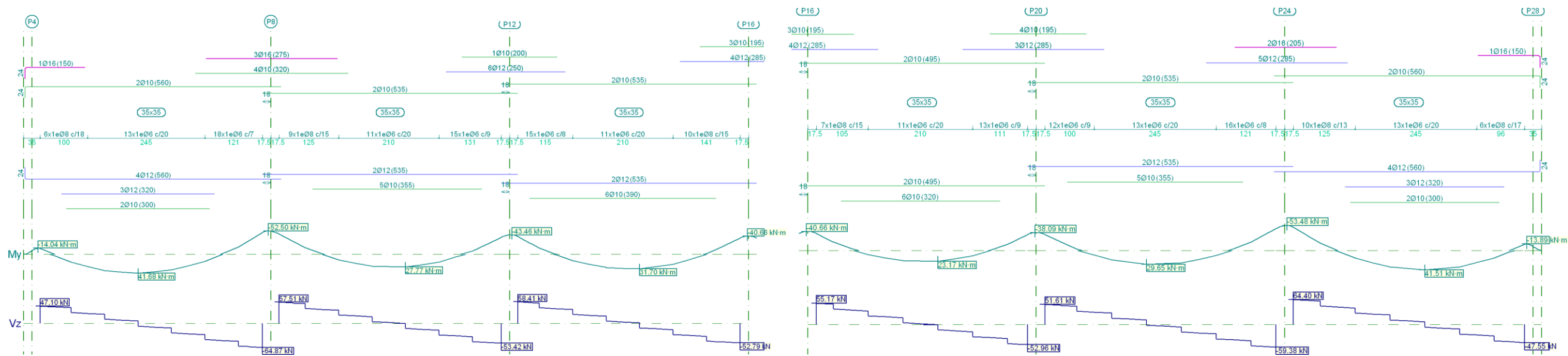
Pórtico 1			Tramo: P1-P5			Tramo: P5-P9			Tramo: P9-P13			Tramo: P13-P17			Tramo: P17-P21			Tramo: P21-P25		
Sección			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-12.86	--	-35.62	--	-33.34	-33.46	--	-45.86	-48.58	--	-12.68	-47.80	-44.46	--	-37.47	-38.92	--	-35.94
x	[m]		0.00	--	0.00	--	4.25	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65	4.65	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65
Momento máx.	[kN·m]		35.19	40.82	15.76	22.71	11.55	19.94	29.05	10.85	16.32	40.66	34.52	15.47	11.92	27.19	16.63	21.64	31.05	21.49
x	[m]		1.35	2.05	1.40	2.45	3.15	1.35	2.05	3.45	1.25	2.65	3.35	3.45	1.25	2.65	3.35	1.50	2.55	3.25
Cortante mín.	[kN]		--	-27.32	--	-16.52	-51.92	--	-22.10	-58.20	--	-9.51	-46.62	-63.57	--	-15.55	-52.37	--	-14.16	-51.77
x	[m]		--	3.10	--	2.80	4.25	--	3.10	4.65	--	3.00	4.65	4.65	--	3.00	4.65	--	2.90	4.65
Cortante máx.	[kN]		46.17	8.77	54.06	16.60	--	50.61	13.46	--	63.12	26.59	--	--	56.36	19.99	--	57.24	19.02	--
x	[m]		0.00	1.70	0.00	1.75	--	0.00	1.70	--	0.00	1.60	--	--	0.00	1.60	--	0.00	1.85	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	3.58	8.45	1.57	8.11	8.11	1.57	11.25	11.25	1.57	3.58	1.57	10.74	10.74	1.57	9.14	9.14	1.57	8.45
		Nec.	3.43	3.43	0.00	3.43	3.43	0.00	4.13	4.19	0.00	3.43	0.00	4.08	4.06	0.00	3.43	3.43	0.00	3.43
Área Inf.	[cm²]	Real	9.49	6.28	6.28	6.28	6.19	6.19	6.19	7.41	9.49	9.49	9.49	7.41	6.19	6.19	6.19	6.97	6.97	6.97
		Nec.	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.59	6.70	2.83	6.28	6.28	2.83	7.07	7.73	2.83	5.91	2.83	8.08	6.70	2.83	6.28	7.07	2.83	6.70
		Nec.	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
F. Sobrecarga			0.17 mm, L/27560 (L: 4.65 m)			0.11 mm, L/39389 (L: 4.34 m)			0.17 mm, L/27789 (L: 4.65 m)			0.08 mm, L/53622 (L: 4.08 m)			0.12 mm, L/36603 (L: 4.39 m)			0.17 mm, L/28016 (L: 4.65 m)		
F. Activa			2.02 mm, L/2300 (L: 4.65 m)			0.92 mm, L/4693 (L: 4.34 m)			1.26 mm, L/3682 (L: 4.65 m)			0.60 mm, L/6742 (L: 4.07 m)			1.03 mm, L/4277 (L: 4.39 m)			2.00 mm, L/2326 (L: 4.65 m)		
F. A plazo infinito			2.78 mm, L/1672 (L: 4.65 m)			1.23 mm, L/3541 (L: 4.34 m)			1.70 mm, L/2730 (L: 4.65 m)			0.83 mm, L/5105 (L: 4.25 m)			1.38 mm, L/3184 (L: 4.39 m)			2.75 mm, L/1692 (L: 4.65 m)		



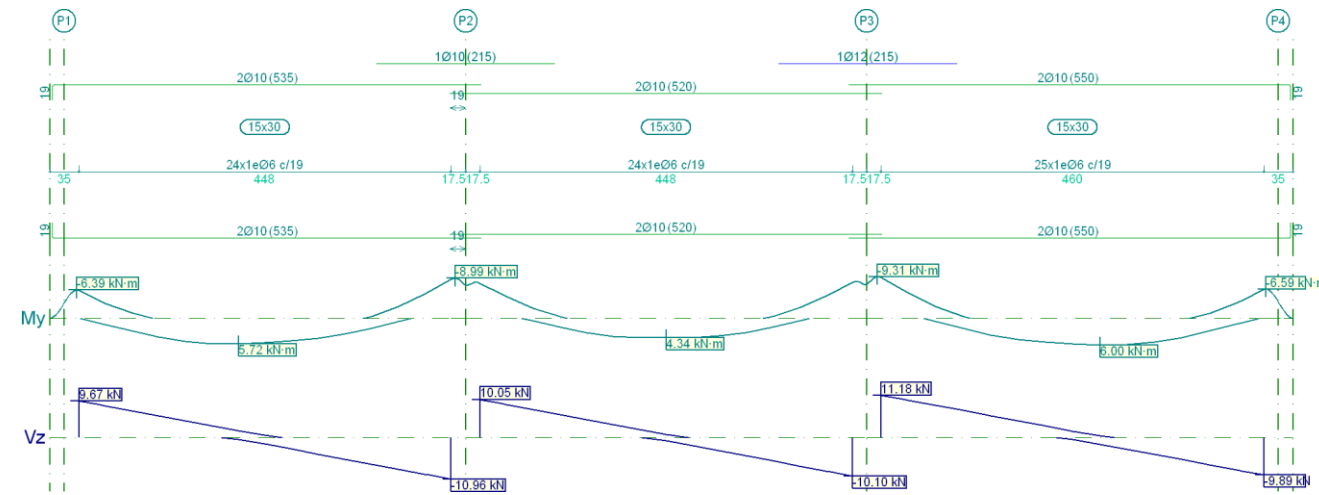
Pórtico 2			Tramo: P2-P6			Tramo: P6-P10			Tramo: P10-P14			Tramo: P14-P18			Tramo: P18-P22			Tramo: P22-P26		
Sección			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-26.04	--	-76.34	--	-71.80	-72.20	--	-98.19	-103.64	--	-25.68	-102.11	-95.35	--	-80.60	-83.50	--	-77.13
x	[m]		0.00	--	0.00	--	4.25	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65	4.65	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65
Momento máx.	[kN·m]		74.91	87.26	34.16	49.83	25.30	43.05	63.13	24.02	34.95	86.95	73.51	33.07	26.40	59.41	36.24	46.21	67.16	46.24
x	[m]		1.35	2.05	1.40	2.45	3.15	1.35	2.05	3.45	1.25	2.65	3.35	3.45	1.25	2.65	3.35	1.50	2.55	3.25
Cortante mín.	[kN]		--	-58.09	--	-35.65	-112.05	--	-47.29	-124.28	--	-19.96	-97.25	-134.97	--	-33.59	-111.15	--	-30.42	-108.50
x	[m]		--	3.10	--	2.80	4.25	--	3.10	4.65	--	3.00	4.65	4.65	--	3.00	4.65	--	2.90	4.65
Cortante máx.	[kN]		95.91	18.38	117.07	39.00	--	106.92	29.16	--	133.61	56.52	--	--	120.17	42.93	--	122.64	44.02	--
x	[m]		0.00	1.70	0.00	1.75	--	0.00	1.70	--	0.00	1.60	--	--	0.00	1.60	--	0.00	1.85	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	3.58	8.45	1.57	8.11	8.11	1.57	11.25	11.25	1.57	3.58	1.57	10.74	10.74	1.57	9.14	9.14	1.57	8.45
		Nec.	3.43	7.09	0.00	6.59	6.59	0.00	9.47	9.61	0.00	3.43	0.00	9.34	9.33	0.00	7.56	7.59	0.00	7.09
Área Inf.	[cm²]	Real	9.49	6.28	6.28	6.28	6.19	6.19	6.19	7.41	9.49	9.49	9.49	7.41	6.19	6.19	6.19	6.97	6.97	6.97
		Nec.	6.07	3.43	3.93	3.43	3.43	5.04	3.43	3.43	7.13	5.94	7.16	3.43	3.43	4.73	3.43	3.64	5.38	3.66
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.59	6.70	2.83	6.28	6.28	2.83	7.07	7.73	2.83	5.91	2.83	8.08	6.70	2.83	6.28	7.07	2.83	6.70
		Nec.	4.69	5.70	2.75	5.26	4.92	2.75	6.04	6.92	2.75	4.81	2.75	6.90	5.62	2.75	5.00	6.03	2.75	5.22
F. Sobrecarga			1.21 mm, L/3841 (L: 4.65 m)			0.66 mm, L/6616 (L: 4.35 m)			0.99 mm, L/4715 (L: 4.65 m)			0.27 mm, L/15466 (L: 4.25 m)			0.78 mm, L/5966 (L: 4.65 m)			1.19 mm, L/3903 (L: 4.65 m)		
F. Activa			10.00 mm, L/465 (L: 4.65 m)			3.43 mm, L/1267 (L: 4.35 m)			6.33 mm, L/735 (L: 4.65 m)			2.00 mm, L/2120 (L: 4.25 m)			4.31 mm, L/1020 (L: 4.40 m)			9.87 mm, L/471 (L: 4.65 m)		
F. A plazo infinito			11.48 mm, L/405 (L: 4.65 m)			4.21 mm, L/1034 (L: 4.35 m)			7.28 mm, L/639 (L: 4.65 m)			2.59 mm, L/1641 (L: 4.25 m)			5.14 mm, L/904 (L: 4.65 m)			11.35 mm, L/410 (L: 4.65 m)		



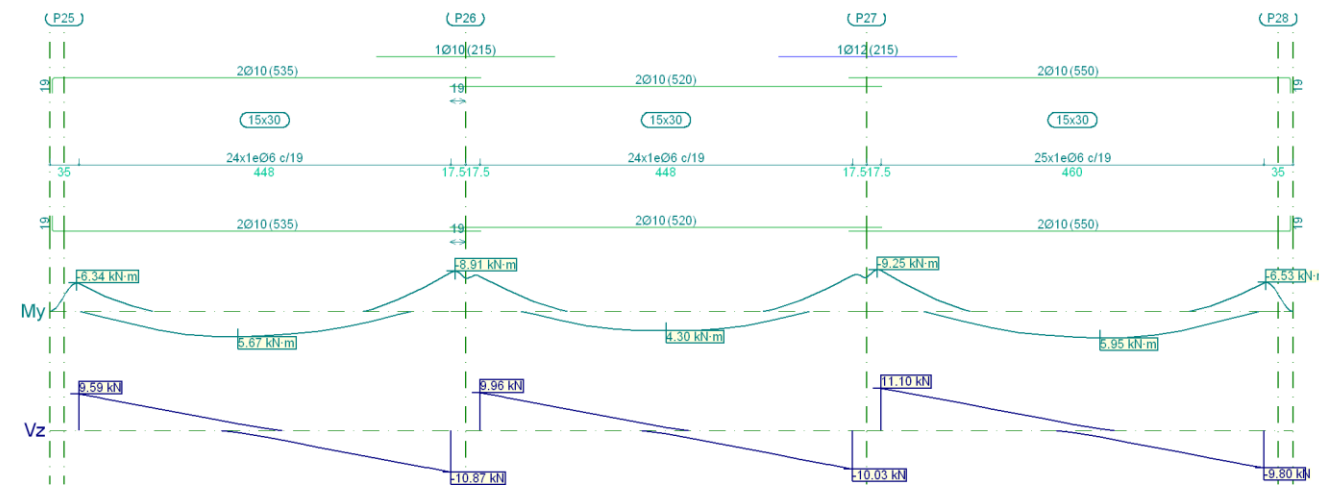
Pórtico 3			Tramo: P3-P7			Tramo: P7-P11			Tramo: P11-P15			Tramo: P15-P19			Tramo: P19-P23			Tramo: P23-P27		
Sección			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-26.74	--	-78.00	--	-73.37	-73.71	--	-100.30	-105.77	--	-26.35	-104.16	-97.35	--	-82.26	-85.26	--	-78.76
x	[m]		0.00	--	0.00	--	4.25	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65	4.65	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65
Momento máx.	[kN·m]		76.33	88.96	34.89	50.91	25.84	43.99	64.50	24.55	35.67	88.68	74.94	33.75	26.99	60.70	37.05	47.17	68.57	47.21
x	[m]		1.35	2.05	1.40	2.45	3.15	1.35	2.05	3.45	1.25	2.65	3.35	3.45	1.25	2.65	3.35	1.50	2.55	3.25
Cortante mín.	[kN]		--	-59.22	--	-36.42	-114.48	--	-48.30	-126.95	--	-20.40	-99.28	-137.69	--	-34.28	-113.47	--	-31.06	-110.76
x	[m]		--	3.10	--	2.80	4.25	--	3.10	4.65	--	3.00	4.65	4.65	--	3.00	4.65	--	2.90	4.65
Cortante máx.	[kN]		97.89	18.80	119.61	39.89	--	109.17	29.78	--	136.35	57.64	--	--	122.70	43.83	--	125.22	44.99	--
x	[m]		0.00	1.70	0.00	1.75	--	0.00	1.70	--	0.00	1.60	--	--	0.00	1.60	--	0.00	1.85	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	3.58	8.45	1.57	8.11	8.11	1.57	11.25	11.25	1.57	3.58	1.57	10.74	10.74	1.57	9.14	9.14	1.57	8.45
		Nec.	3.43	7.26	0.00	6.75	6.75	0.00	9.70	9.84	0.00	3.43	0.00	9.56	9.55	0.00	7.74	7.76	0.00	7.26
Área Inf.	[cm²]	Real	9.49	6.28	6.28	6.28	6.19	6.19	6.19	7.41	9.49	9.49	9.49	7.41	6.19	6.19	6.19	6.97	6.97	6.97
		Nec.	6.19	3.43	4.02	3.43	3.46	5.16	3.43	3.43	7.29	6.07	7.31	3.43	3.43	4.84	3.43	3.71	5.51	3.74
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.59	6.70	2.83	6.28	6.28	2.83	7.07	7.73	2.83	5.91	2.83	8.08	6.70	2.83	6.28	7.07	2.83	6.70
		Nec.	4.87	5.93	2.75	5.48	5.12	2.75	6.28	7.17	2.75	4.99	2.75	7.15	5.85	2.75	5.21	6.27	2.75	5.42
F. Sobrecarga			1.23 mm, L/3790 (L: 4.65 m)			0.68 mm, L/6390 (L: 4.35 m)			1.01 mm, L/4608 (L: 4.65 m)			0.33 mm, L/12942 (L: 4.25 m)			0.80 mm, L/5782 (L: 4.65 m)			1.21 mm, L/3851 (L: 4.65 m)		
F. Activa			10.25 mm, L/454 (L: 4.65 m)			3.63 mm, L/1199 (L: 4.35 m)			6.60 mm, L/704 (L: 4.65 m)			2.12 mm, L/2002 (L: 4.25 m)			4.36 mm, L/1009 (L: 4.40 m)			10.12 mm, L/459 (L: 4.65 m)		
F. A plazo infinito			11.82 mm, L/393 (L: 4.65 m)			4.42 mm, L/985 (L: 4.36 m)			7.57 mm, L/614 (L: 4.65 m)			2.72 mm, L/1561 (L: 4.25 m)			5.39 mm, L/863 (L: 4.65 m)			11.69 mm, L/398 (L: 4.65 m)		



Pórtico 4			Tramo: P4-P8			Tramo: P8-P12			Tramo: P12-P16			Tramo: P16-P20			Tramo: P20-P24			Tramo: P24-P28		
Sección			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35			35x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-13.10	--	-36.36	--	-34.01	-34.13	--	-46.81	-49.57	--	-12.92	-48.81	-45.40	--	-38.21	-39.69	--	-36.68
x	[m]		0.00	--	0.00	--	4.25	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65	4.65	0.00	--	4.65	0.00	--	4.65
Momento máx.	[kN·m]		35.92	41.68	16.07	23.17	11.79	20.35	29.65	11.07	16.66	41.51	35.23	15.79	12.16	27.77	16.99	22.09	31.70	21.93
x	[m]		1.35	2.05	1.40	2.45	3.15	1.35	2.05	3.45	1.25	2.65	3.35	3.45	1.25	2.65	3.35	1.50	2.55	3.25
Cortante mín.	[kN]		--	-27.90	--	-16.84	-52.96	--	-22.55	-59.38	--	-9.70	-47.55	-64.87	--	-15.86	-53.42	--	-14.46	-52.79
x	[m]		--	3.10	--	2.80	4.25	--	3.10	4.65	--	3.00	4.65	4.65	--	3.00	4.65	--	2.90	4.65
Cortante máx.	[kN]		47.10	8.95	55.17	16.99	--	51.61	13.73	--	64.40	27.14	--	--	57.51	20.41	--	58.41	19.45	--
x	[m]		0.00	1.70	0.00	1.75	--	0.00	1.70	--	0.00	1.60	--	--	0.00	1.60	--	0.00	1.85	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	3.58	8.45	1.57	8.11	8.11	1.57	11.25	11.25	1.57	3.58	1.57	10.74	10.74	1.57	9.14	9.14	1.57	8.45
		Nec.	3.43	3.43	0.00	3.43	3.43	0.00	4.22	4.28	0.00	3.43	0.00	4.17	4.15	0.00	3.43	3.43	0.00	3.43
Área Inf.	[cm²]	Real	9.49	6.28	6.28	6.28	6.19	6.19	6.19	7.41	9.49	9.49	9.49	7.41	6.19	6.19	6.19	6.97	6.97	6.97
		Nec.	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.59	6.70	2.83	6.28	6.28	2.83	7.07	7.73	2.83	5.91	2.83	8.08	6.70	2.83	6.28	7.07	2.83	6.70
		Nec.	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
F. Sobrecarga			0.17 mm, L/27017 (L: 4.65 m)			0.11 mm, L/38678 (L: 4.34 m)			0.17 mm, L/27242 (L: 4.65 m)			0.08 mm, L/49806 (L: 4.08 m)			0.13 mm, L/33920 (L: 4.39 m)			0.17 mm, L/27457 (L: 4.65 m)		
F. Activa			2.07 mm, L/2245 (L: 4.65 m)			0.96 mm, L/4524 (L: 4.33 m)			1.31 mm, L/3538 (L: 4.65 m)			0.63 mm, L/6478 (L: 4.07 m)			1.06 mm, L/4125 (L: 4.39 m)			2.05 mm, L/2270 (L: 4.65 m)		
F. A plazo infinito			2.84 mm, L/1635 (L: 4.65 m)			1.27 mm, L/3432 (L: 4.34 m)			1.76 mm, L/2640 (L: 4.65 m)			0.86 mm, L/4740 (L: 4.08 m)			1.42 mm, L/3087 (L: 4.39 m)			2.81 mm, L/1654 (L: 4.65 m)		



Pórtico 5			Tramo: P1-P2			Tramo: P2-P3			Tramo: P3-P4		
Sección			15x30			15x30			15x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.27	--	-8.79	-7.85	--	-8.00	-9.12	--	-6.47
x	[m]		0.00	--	4.48	0.00	--	4.48	0.00	--	4.60
Momento máx.	[kN·m]		5.12	5.72	3.52	3.17	4.34	3.14	3.69	6.00	5.31
x	[m]		1.28	1.92	3.20	1.28	2.24	3.20	1.31	2.63	3.29
Cortante mín.	[kN]		--	-4.35	-10.96	--	-3.50	-10.10	--	-3.09	-9.89
x	[m]		--	2.88	4.48	--	2.88	4.48	--	2.96	4.60
Cortante máx.	[kN]		9.67	3.06	--	10.05	3.44	--	11.18	4.39	--
x	[m]		0.00	1.60	--	0.00	1.60	--	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.57	1.57	2.36	2.36	1.57	2.70	2.70	1.57	1.57
		Nec.	1.26	0.00	1.26	1.26	0.00	1.26	1.26	0.00	1.26
Área Inf.	[cm²]	Real	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
		Nec.	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
Área Transv.	[cm²/m]	Real	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98
		Nec.	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
F. Sobrecarga			0.02 mm, L/235621 (L: 4.48 m)			0.00 mm, <L/1000 (L: 4.48 m)			0.02 mm, L/218982 (L: 4.60 m)		
F. Activa			0.77 mm, L/5831 (L: 4.48 m)			0.43 mm, L/9603 (L: 4.16 m)			0.85 mm, L/5403 (L: 4.60 m)		
F. A plazo infinito			1.07 mm, L/4176 (L: 4.48 m)			0.63 mm, L/7112 (L: 4.48 m)			1.20 mm, L/3847 (L: 4.60 m)		



Pórtico 6			Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			Tramo: P27-P28		
Sección			15x30			15x30			15x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.22	--	-8.71	-7.79	--	-7.95	-9.05	--	-6.41
x	[m]		0.00	--	4.48	0.00	--	4.48	0.00	--	4.60
Momento máx.	[kN·m]		5.08	5.67	3.50	3.15	4.30	3.11	3.66	5.95	5.28
x	[m]		1.28	1.92	3.20	1.28	2.24	3.20	1.31	2.63	3.29
Cortante mín.	[kN]		--	-4.32	-10.87	--	-3.47	-10.03	--	-3.06	-9.80
x	[m]		--	2.88	4.48	--	2.88	4.48	--	2.96	4.60
Cortante máx.	[kN]		9.59	3.04	--	9.96	3.41	--	11.10	4.36	--
x	[m]		0.00	1.60	--	0.00	1.60	--	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.57	1.57	2.36	2.36	1.57	2.70	2.70	1.57	1.57
		Nec.	1.26	0.00	1.26	1.26	0.00	1.26	1.26	0.00	1.26
Área Inf.	[cm²]	Real	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
		Nec.	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
Área Transv.	[cm²/m]	Real	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98
		Nec.	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
F. Sobrecarga			0.02 mm, L/233856 (L: 4.48 m)			0.00 mm, <L/1000 (L: 4.48 m)			0.02 mm, L/216326 (L: 4.60 m)		
F. Activa			0.76 mm, L/5855 (L: 4.48 m)			0.43 mm, L/9672 (L: 4.16 m)			0.85 mm, L/5428 (L: 4.60 m)		
F. A plazo infinito			1.06 mm, L/4208 (L: 4.48 m)			0.62 mm, L/7189 (L: 4.48 m)			1.19 mm, L/3878 (L: 4.60 m)		