

## PILAR B

El pilar central del voladizo es el que mayor carga axil y momento soporta del proyecto, por su posición en relación al voladizo y la doble altura que abarca. Es por esta razón que decidimos librar al pilar de los momentos flectores producidos por la jácena haciendo que trabaje como una articulación en la cabeza.

El diámetro del pilar resultante del cálculo es de 35cm, el cual aumentaremos 5cm, considerando la existencia de otros pilares en el proyecto donde la carga es menor pero la interacción con el momento puede hacer precisar un diámetro mayor al calculado. De esta manera conseguiremos tener el mismo diámetro en todos los pilares del proyecto.

### Dimensionado por axil

#### Estado de cargas

Forjado → PB = (6,3-6)-10,76=406,728 KN  
 P1 = (6,3-6)-7,94=300,132 KN  
 Pp Jácena → 2,0,9-0,4,6,3-25 = 113,4 KN  
 Pp Muro hormigón + jácena perimetral → 247,87 KN

Np = 1068,13 KN

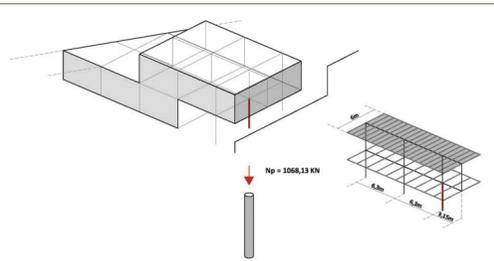
#### Area propuesta del pilar

$A_c = N_d / T_c (1+W)$  (consideramos W=0 como si el axil se soportara sin armadura)

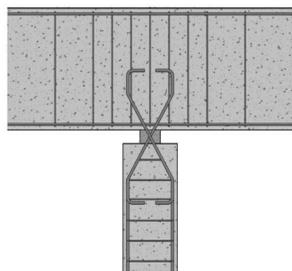
$A_c = \frac{1068,13 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{25/1,5} = 96131,7 \text{ mm}^2 \rightarrow \phi \text{ min pilar} = 35 \text{ cm} \rightarrow A_c = 96211,275 \text{ mm}^2$   
 $\phi \text{ pilar} = \text{Base jácena} = 40 \text{ cm}$

#### Soluciones constructivas

Existen varias soluciones constructivas para proyectar en estructuras de hormigón armado una articulación en la cabeza de un pilar. La opción más común es realizar el encuentro mediante la disposición de un apoyo de neopreno. Esta solución es perfectamente válida desde el punto de vista estructural pero tiene el inconveniente en la dificultad de sustitución de los apoyos, cuya durabilidad puede ser inferior a la vida útil de la estructura, así como por la falta de estabilidad frente al fuego. Como alternativas encontramos las soluciones propuestas por Mesnager y Freyssinet. En la primera solución las armaduras pasantes han de resistir por sí solas los esfuerzos de compresión y se protegen con mortero de la oxidación. La segunda propuesta consiste en una rótula sin armaduras pasantes, que funciona gracias a la alta resistencia del hormigón plástico utilizado para rellenar la ranura. El método de Freyssinet suele utilizarse cuando las cargas puntuales a soportar son muy elevadas por lo que consideramos conveniente para el proyecto desarrollado la articulación de Mesnager.



Detalles constructivos  
 DETALLE 4: Articulación de Mesnager



## JÁCENA D GRANDES LUCES

El volumen emergente en relación al río se ha proyectado libre de estructura en su interior, dando lugar a jácenas de grandes luces, para permitir una vista al paisaje libre de obstáculos así como libertad en la distribución interior.

### Cálculo bajo criterio tensional

#### Estado de cargas

Ancho tributario At=6m

Carga lineal a partir de la carga repartida:  
 Qpp repartida = 2,6 KN/m<sup>2</sup> + 2,43 KN/m<sup>2</sup> (forjado 25+4cm PREHFOR) = 5,03 KN/m<sup>2</sup> → Qpp lineal = Qpp repartida · At = 30,18 KN/m  
 Qsc repartida = 2,5 KN/m<sup>2</sup> → Qsc lineal = 15 KN/m  
**Qt lineal = 45,18 KN/m**

Cogeremos el momento más desfavorable y aislaremos el canto útil (d) de la fórmula → **Md = 0,24·b·d<sup>2</sup>·fcd**

M = -Ql<sup>2</sup>/12 = 45,18·9,45<sup>2</sup>/8 = 504,33 KN·m  
 Md = M·1,5 = 756,5 KN·m

$d = \sqrt{\frac{M_d}{0,24 \cdot b \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{756,5}{0,24 \cdot 0,4 \cdot (25 \cdot 10^3 / 1,5)}} = 0,68 \text{ m}$

Según el criterio tensional el canto de la jácena será de **70 + 5cm**

### Cálculo según deformaciones máximas admisibles

Según el CTE deberemos aplicar una deformación de cálculo máxima Fadm = L/400, por la presencia de tabiquería ordinaria. Por lo tanto si la luz es de 6m, la flecha máxima será de 1,5cm. Considerando las cargas mayoradas debemos de comprobar que la flecha máxima admitida sea mayor que la flecha máxima de la jácena multiplicada por cuatro, de donde aislaremos la inercia para finalmente hallar el canto.

**Fadm ≥ 4·Fmáx**

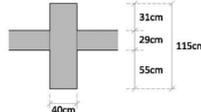
Fadm = L/400 = 1,5cm

$F_{máx} = \frac{5 \cdot Q_l^4}{384 E I}$   
 $0,015 = \frac{20 \cdot Q_l^4}{384 E I} \rightarrow I = \frac{20 \cdot 45,18 \cdot 9,45^4}{384 \cdot (27,3 \cdot 10^6 / 1,5)} = 0,045 \text{ m}^4$

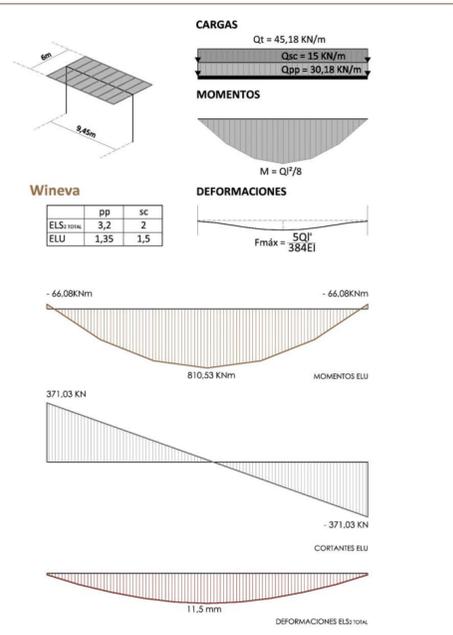
$I = b \cdot d^3 \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 0,045}{0,40}} = 1,10 \text{ m}$

El canto de la jácena será de **110 + 5cm**

#### Criterio de proyecto



El canto de las jácenas quedará visto en el interior de los volúmenes así como en la cubierta del parque siguiendo un criterio unitario donde estas sobresalen del plano inferior del forjado 55cm. Como es una cubierta no transitable con la finalidad de igualar dimensiones y de ocupar el mínimo espacio interior esta sobresaldrá en cubierta.

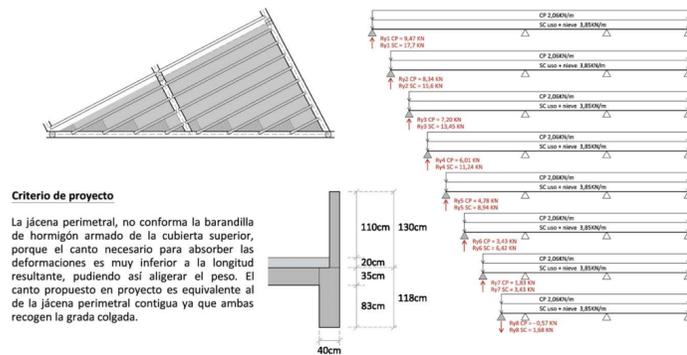


## JÁCENA C GRANDES LUCES

La jácena perimetral de la cubierta que corresponde con la barandilla de hormigón presenta una luz de 13,5m repetida en los cuatro vanos que la componen. Esta luz es debida al encuentro de la malla estructural con el perímetro en ángulo, aportando transparencia y permeabilidad entre el parque y la ciudad.

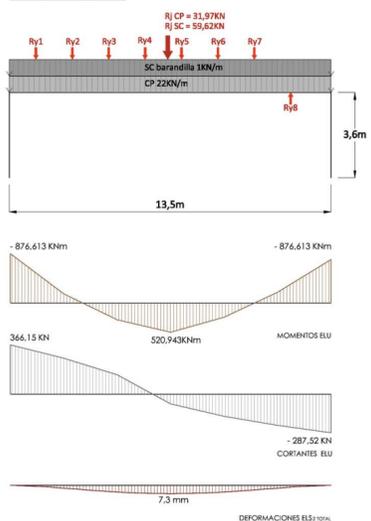
### Cálculo según deformaciones máximas admisibles

Trabajaremos con el programa de cálculo estructural WINEVA para obtener el canto de la jácena. Primero hallaremos la reacción de cada una de las viguetas sobre la jácena cogiendo como anchura de cálculo la franja del interje. Posteriormente trabajaremos con el pórtico donde introduciremos las reacciones calculadas anteriormente como acciones. Incluiremos también la acción de la carga puntual proveniente de la jácena principal así como la carga repartida del peso propio de la jácena propuesta y de la sobrecarga de uso por barandilla. Finalmente comprobaremos que el canto de la jácena considerada en proyecto cumpla con la deformación máxima admisible Fadm=L/500, aplicable a pavimentos rígidos sin juntas, ya que es el criterio más restrictivo de cálculo. Por lo tanto si la luz es de 13,5m, la flecha máxima admisible será de 2,7cm. La flecha máxima real obtenida mediante el programa de cálculo es de 0,7cm, muy inferior a la máxima admisible, por lo que el canto propuesto en proyecto será adecuado **2,7cm > 0,7cm**.



### Wineva

	DD	SC
ELS <sub>MIN</sub>	3,2	2
ELU	1,35	1,5



## GRADA

La grada metálica se compone principalmente de dos perfiles que funcionan como una cartela, el perfil tubular diagonal y el perfil HEB base. El primer perfil actúa como tirante del segundo reduciendo el voladizo real a 0,8m. Sobre este perfil se soldarán otros perfiles tubulares que conformarán la geometría de los escalones y servirán de estructura a la chapa metálica o pavimento. El conjunto mencionado se repetirá como costillas cada 2m haciendo coincidir su posición con los pórticos principales y riostras para compensar así el momento transmitido. Entre los perfiles HEB base se situarán perfiles en "I" soldados y entre el soporte de los escalones se soldarán perfiles tubulares en los cambios de plano.

### Perfil A tubular

#### Cálculo a axil

SC USO = 5,5KN/m<sup>2</sup>·0,8m·2m = 8,8KN  
 SC BARANDILLA = 1KN/m·2m = 2KN  
 CP SUELO = Perf.T + Chapa perforada = 0,55KN  
 CP BARANDILLA = 0,5KN/m·2m = 1KN

qt=18,30KN

qr=qt'+qe=18,30KN+4,3KN=22,60KN

$q' = \frac{qr}{\tan 38} = \frac{22,60KN}{\tan 38} = 36,71KN = 36710N$

qe=4,3KN

CP PERFIL ESCALÓN SOLOSO + CHAPA PERFORADA = 0,13KN → 0,13KN·1,35=0,17KN  
 SC USO = 5,5KN/m<sup>2</sup>·2m·0,25m=2,75KN → 2,75·1,5=4,125KN

$q' = \frac{36710}{262N/mm^2} = 140,114mm^2 < 540,82mm^2$  Área perfil tubular 50X50

#### Cálculo del momento

CP PERFIL ESCALÓN SOLOSO + CHAPA PERFORADA = 0,24KN → 0,24KN·1,35=0,32KN  
 SC USO = 5,5KN/m<sup>2</sup>·2m·0,5m=5,5KN → 5,5·1,5=8,25KN

WINEVA ELU → Md=0,94KNm = 0,96·10<sup>6</sup> Nmm<sup>2</sup>

#### Comprobación combinada

Nd=34300N  
 Nrd=540,82mm<sup>2</sup>·262N/mm<sup>2</sup>=141694,84N

Nd=34300N  
 Nrd=141694,84N

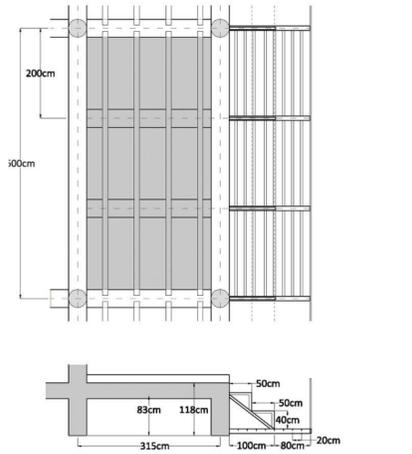
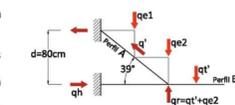
Nd/Nrd = 0,24

Md=0,96·10<sup>6</sup> Nmm<sup>2</sup>

Mrd= Wel (p.tubular 50X50)·fyd=7,79·10<sup>3</sup>mm<sup>3</sup>·262N/mm<sup>2</sup>=2,04·10<sup>6</sup>

Md/Mrd = 0,47

$\frac{N_d}{N_{rd}} + \frac{M_d}{M_{rd}} \leq 1 \rightarrow 0,24 + 0,47 = 0,71 < 1$



## Perfil B HEB

### Cálculo del axil

$N_d = q' \cdot \frac{L}{\tan 38} = \frac{22,60KN}{\tan 38} = 28,92KN = 28920N$

### Cálculo del momento

CP PUNTUAL PERFIL = 4,44Kp/m·2m= 8,88Kp=0,09KN  
 CP CHAPA PERFORADA = 0,08KN/m<sup>2</sup>·2m·1,8m=0,28KN/m  
 CP BARANDILLA = 1KN  
 SC USO = 5,5KN/m<sup>2</sup>·2m = 11KN/m  
 SC BARANDILLA = 2KN

WINEVA ELU  
 Md=9,26KN·10<sup>6</sup> Nmm<sup>2</sup>

### Comprobación combinada

Perfil HEB120 → A= 3400,84 mm<sup>2</sup>  
 Wel=144,06·10<sup>6</sup> mm<sup>3</sup>

Nd=29290N  
 Nrd=3400,84mm<sup>2</sup>·262N/mm<sup>2</sup>=891020,08N

Nd/Nrd = 0,03

$\frac{N_d}{N_{rd}} + \frac{M_d}{M_{rd}} \leq 1 \rightarrow 0,03 + 0,24 = 0,27 < 1$

Md=9,26·10<sup>6</sup> Nmm<sup>2</sup>

Mrd= Wel·fyd = 144,06·10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>·262 N/mm<sup>2</sup>=37,74·10<sup>6</sup> Nmm

Md/Mrd = 0,24

### Comprobación a cortante



A ALMA = 6,5·74= 481mm<sup>2</sup>

$\tau_{HEB} = \frac{A \cdot ALMA \cdot f_{yd}}{2} = \frac{481mm^2 \cdot 262N/mm^2}{2} = 63011N$

$\tau_{REAL ELU} \leq \tau_{HEB} \rightarrow 18,6KN < 63KN$

### Comprobación a deformación

Fadm = L·1,6/400 = 800mm·1,6/300 = 4,26mm  
 Freal (ELU-no fluencia) = 5mm - 1,3mm = 3,7mm

Freal ≤ Fadm → 3,7mm ≤ 4,26mm

## EMPARRILLADO JÁCENAS

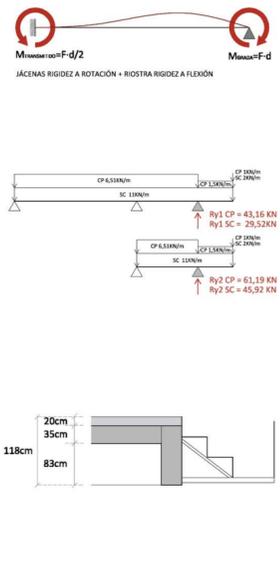
El momento torsor producido en la grada metálica, previamente calculada, es transmitido a través de placas de anclaje y pernos a la jácena perimetral de la estructura de hormigón. Con la finalidad de compensar este importante momento torsor, la jácena perimetral no trabajará aislada sino conjuntamente con la jácena paralela a través de riostras de unión. Este emparrillado permitirá que el canto de la jácena perimetral no sea determinado por el momento torsor al quedar compensado, por ello dimensionaremos el canto a partir de la deformación máxima admisible, el criterio más restrictivo de cálculo.

### Cálculo según deformaciones máximas admisibles

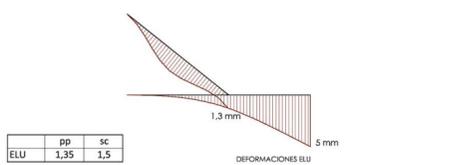
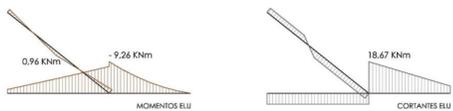
Trabajaremos con el programa de cálculo estructural WINEVA para obtener el canto de la jácena. Primero hallaremos la reacción de cada una de las riostras sobre la jácena perimetral en el pórtico, cogiendo como anchura de cálculo la franja del interje y considerando la grada como una prolongación de la estructura. Posteriormente trabajaremos con el pórtico donde introduciremos las reacciones calculadas anteriormente como acciones e incluiremos también la carga repartida del peso propio de la jácena propuesta. Finalmente comprobaremos que el canto de la jácena considerada en proyecto cumpla con la deformación máxima admisible Fadm=L/500, aplicable a pavimentos rígidos sin juntas. Por lo tanto si la luz es de 6m, la flecha máxima admisible será de 1,2cm. La flecha máxima real obtenida mediante el programa de cálculo es de 0,21cm, muy inferior a la máxima admisible, por lo que el canto propuesto en proyecto será adecuado **2,7cm > 0,19cm**.

#### Criterio de proyecto

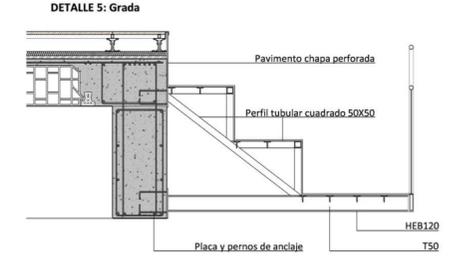
El canto propuesto por el emparrillado es debido a que la jácena perimetral a la cual se ancla la estructura metálica que soporta la grada a de comprender su altura para poder transmitir el momento torsor. Una vez realizado el detalle constructivo, con el rigor de las medidas de cálculo, el canto mínimo resultante es de 118cm utilizado para realizar la comprobación de la deformación máxima admisible. El emparrillado tiene como resultado un canto superior al de las jácenas colindantes de 90cm desde el nivel superior del forjado. Este echo nos ayuda a potenciar el eje de la antisimetría geométrica en planta que separa dos partes del proyecto en la planta baja así como enfatizar el eje de acceso a la cubierta desde el ensanche a la planta superior como si de una columna vertebral se tratase.



## WINEVA



### Detalle constructivo



### Wineva

	DD	SC
ELS <sub>MIN</sub>	3,2	2
ELU	1,35	1,5

