

GRATALLOPS museu del Vi i centre de Dia

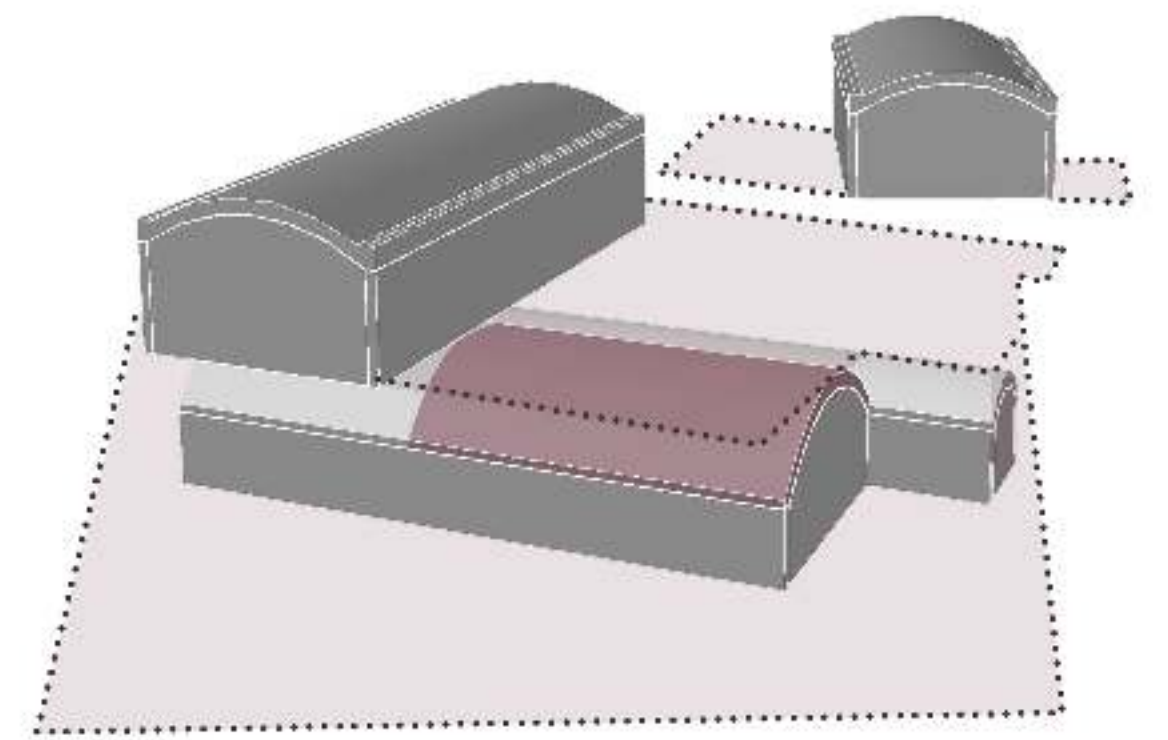
Estat de Carreges

Pes volta coberta

- 3 capes de Totxo manual	1,8 KN/m ²
- Capa compresió formigo armat	1,2 KN/m ²
- Aïllament coberta poliestire + impremeabilització	0,05 KN/m ²
- Capa morter	0,2 KN/m ²
TOTAL PES PROPI	3,25 KN/m²
Pes façana:	
- 2 capes de Totxo perforat 15cm i 10cm	3,75 KN/m ²
- Aïllament coberta llana de roca 15cm	0,03 KN/m ²
- 2 capes morter	0,4 KN/m ²
TOTAL PES PROPI	12,54 KN/m

Sobrecàrregues

- Sobrecàrrega d'ús: Coberta amb inclinació només accessible manteniment(G1)	1 KN/m ²
- Sobrecàrrega d'ús: Zona sense obstacles amb lliure circulació de persones (C3)	5 KN/m ²
- Sobrecàrrega d'ús: Zona de aglomeracions (C5)	5 KN/m ²
- Sobrecàrrega de Neu: Gratallops (altitud 300m, ZONA 2)	0,6 KN/m ²
- Sobrecàrrega d'ús, barandilla	2 KN/m
Sobrecàrrega vent: Coberta cilíndrica	
Zona A.....	0,35 KN/m ²
Zona B.....	0,7 KN/m ²
Zona C.....	1,57 KN/m ²
Sobrecàrrega vent: Coberta plana amb arestes	
Zona F.....	2,5 KN/m ²
Zona G.....	1,4 KN/m ²
Zona H.....	1,2 KN/m ²
Zona I.....	±0,35KN/m ²



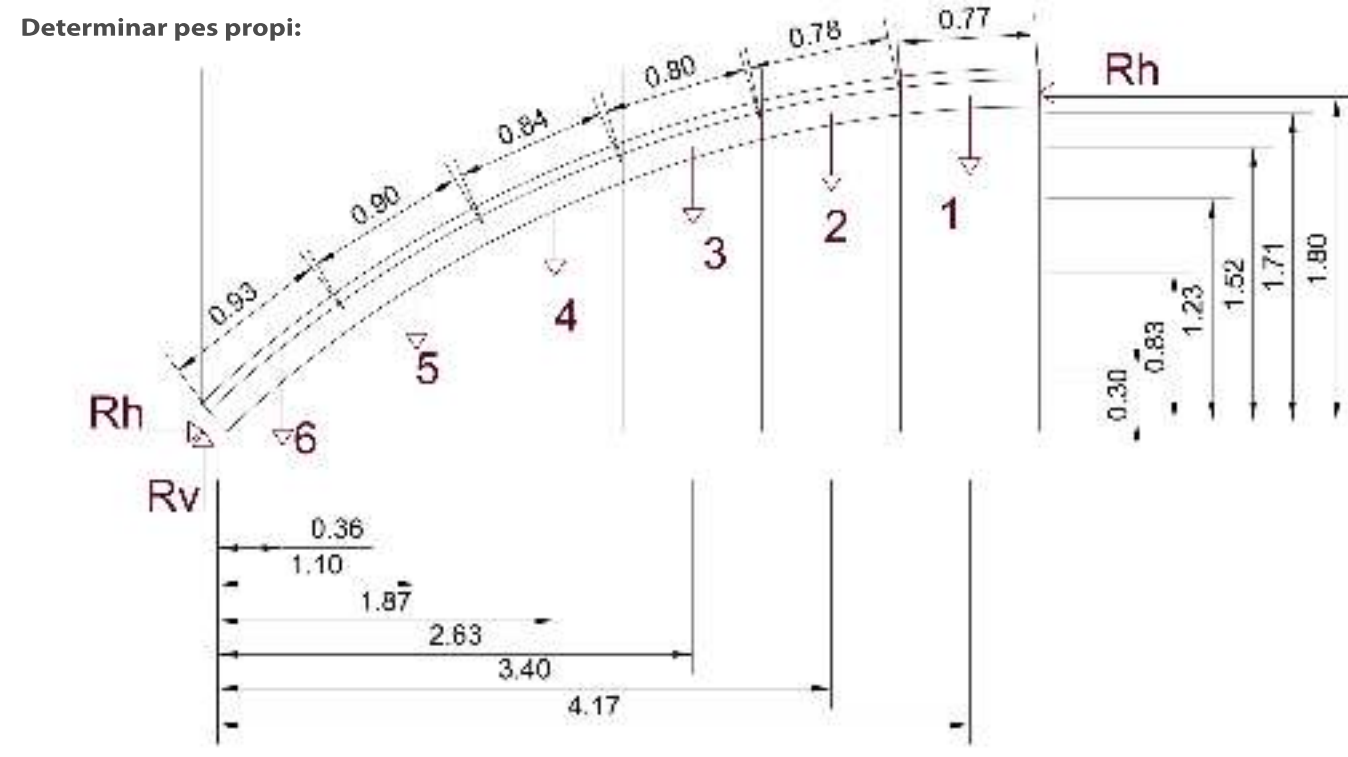
Museu sota plaça pública

Càrregues permanents:

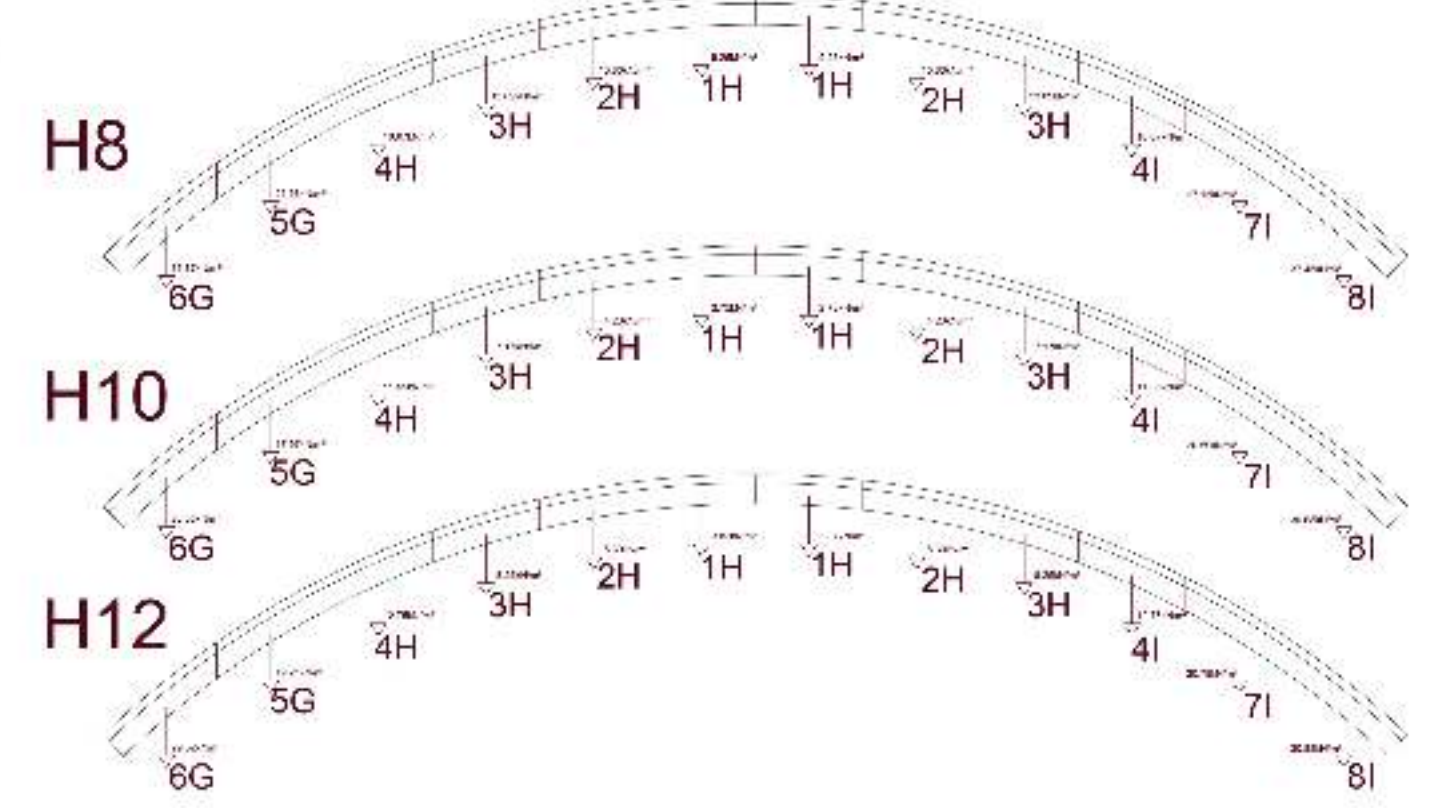
- Coberta	3,25 KN/m ²
- Paviment ceràmic	0,6 KN/m ²
TOTAL PES PROPI	3,85 KN/m²
- Material de reble, (arena i grava)	15 KN/m ³
Sobrecàrregues	
- Sobrecàrrega d'ús: Zona de aglomeracions (C5)	5 KN/m ²
- Sobrecàrrega de Neu: Gratallops (altitud 300m, ZONA 2)	0,6 KN/m ²
Sobrecàrrega vent: Coberta plana amb arestes	
Zona F.....	2,5 KN/m ²
Zona G.....	1,4 KN/m ²
Zona H.....	1,2 KN/m ²
Zona I.....	±0,35KN/m ²



Determinar pes propi:



Comprovar hipòtesis



Equacions d'equilibri

$$p1 \cdot d1 + p2 \cdot d2 + p3 \cdot d3 + p4 \cdot d4 + p5 \cdot d5 + p6 \cdot d6 = H \cdot h$$

$$p1 \cdot d1 + p2 \cdot d2 + p3 \cdot d3 + p4 \cdot d4 + p7 \cdot d7 + p8 \cdot d8 = H \cdot h$$

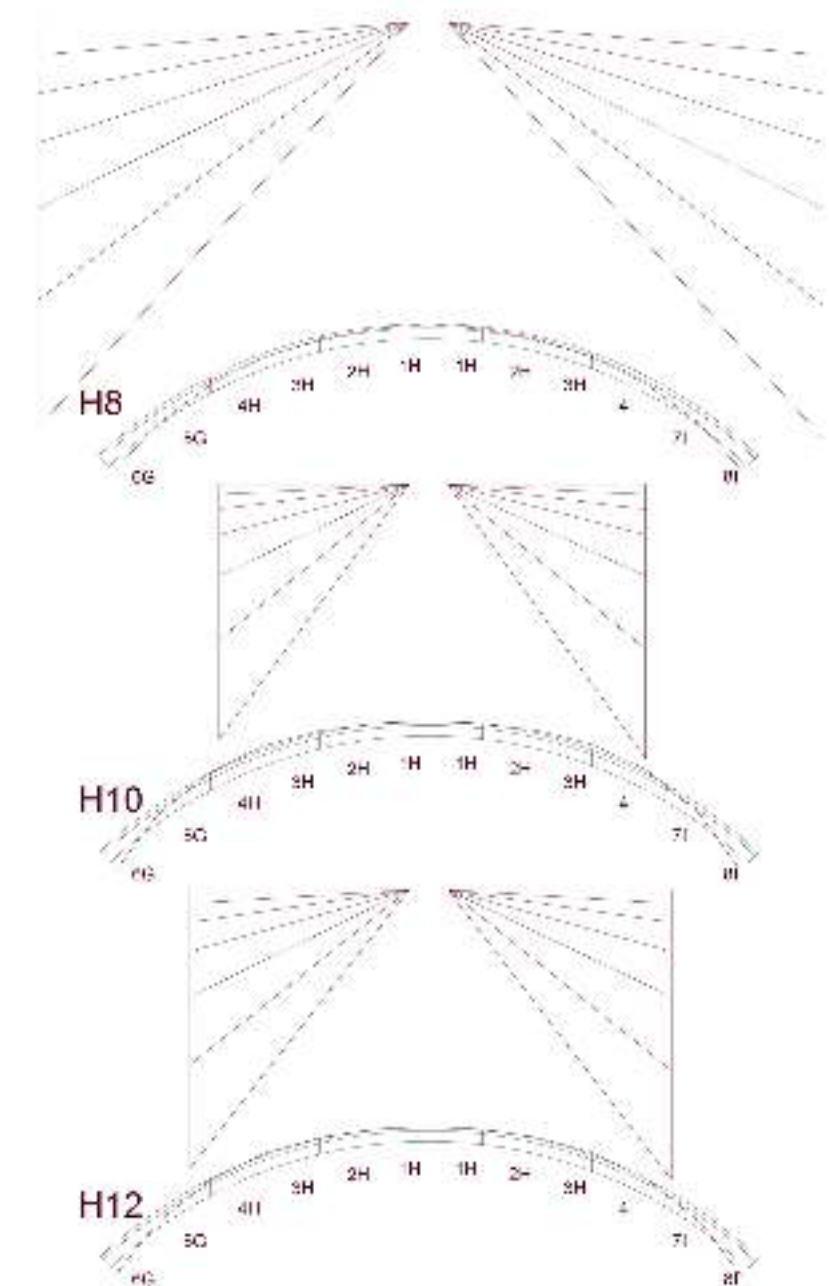
H8	H1=104,30kN
	H2=105,58kN
H10	H1=53,53kN
	H2=55,66kN
H12	H1=61,76kN
	H2=63,03kN

$$p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6 = Rv1$$

$$p1 + p2 + p3 + p4 + p7 + p8 = Rv2$$

H8	Rv1=114,04kN
	Rv2=117,19kN
H10	Rv1=71,83kN
	Rv2=77,08kN
H12	Rv1=78,65kN
	Rv2=81,80kN

Construcció del polígon de forces i línia d'empentes a dintre de l'arc



ELU Persistent o transitoria, definir coeficients

$$\sum_{j=1}^n Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1}^n Y_{Q,j} Q_{k,j} + Y_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j=1}^n Y_{Q,j} \Psi_{0,j} Q_{k,j}$$

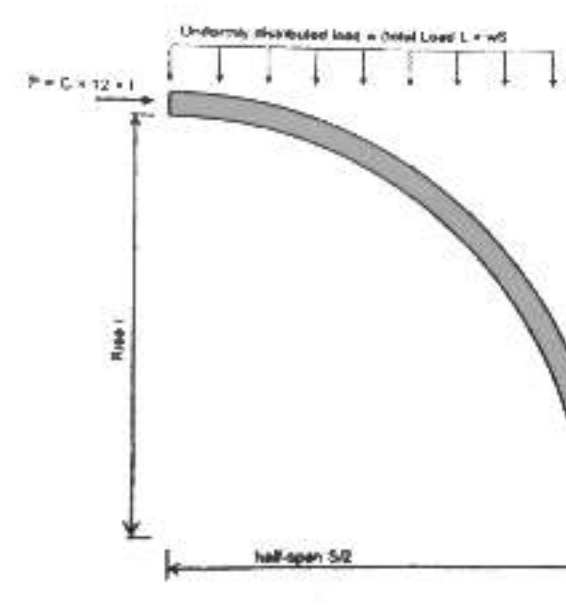
Y _G = 1,35	Permanent	efecte desfavorable
Y _Q = 1,50	Variable	efecte desfavorable
Y _Q = 0	Variable	efecte favorable
Ψ ₀ = 0	Coberta accessible només manteniment	
Ψ ₀ = 0,5	Neu ≤ 1000 m	
Ψ ₀ = 0,6	Vent	

Combinació Hipòtesis ELU Persistents				
Nº	Pes Propi	Ús	Vent	Neu
1	1,35	0	0	0
2	1,35	0	0	0,75
3	1,35	0	0,9	0
4	1,35	0	0,9	0,75
5	1,35	1,5	0	0
6	1,35	1,5	0	0,75
7	1,35	1,5	0,9	0
8	1,35	1,5	0,9	0,75
9	1,35	0	1,5	0
10	1,35	0	1,5	0,75
11	1,35	0	0	1,5
12	1,35	0	0,9	1,5

Degut a la complexitat i laboriositat del procés de càlcul, s'ha escollit 3 combinacions d'hipòtesis més desfavorables a fi de verificar l'estructura. El vent, quant és succió, hauria de ser favorable, pel que el seu coeficient disminueix, però en el cas d'una volta, el moment de desequilibri de forces és molt perjudicial. Per tant, s'ha optat per contemplar-lo com a desfavorable.

Dimensionat gruix volta

S'ha utilitzat la fórmula que apareix al llibre de va escriure el pare de Guastavino, on utilitza una resistència a compressió admissible reduïda per un coeficient de seguretat igual a 10 (C). Es fonamenta amb l'ús d'un càlcul d'equilibri estàtic simple per a la meitat d'un arc, per tal de trobar l'esforç horitzontal a la clau. La reacció és igual al gruix a la clau per unitat d'amplada per la resistència a compressió admissible de 14,19 N/mm².



$$\text{Gruix a la clau} = \frac{8 \cdot (\text{fletxa}) \cdot 12 \cdot C}{(34650 \text{ N}) \cdot (9000 \text{ mm})}$$

$$127 \text{ mm} = \frac{8 \cdot (1.800 \text{ mm}) \cdot 12 \cdot 14,19}{(34650 \text{ N}) \cdot (9000 \text{ mm})}$$

13 cm, aparentment és molt poc i amb un coeficient de seguretat de 10, he optat per agafar 3 capes de maó amb 14 cm i una capa de compressió armada de 7 cm, degut a que aquí he d'incorporar les càrregues de vent, neu i ús.

Càlcul estructura

El primer mètode d'anàlisi serà el gràfic, tot i la seva sencillesa, s'ha demostrat al llarg del temps per diversos autors la seva validesa i permet verificar si la forma estarà en equilibri. Tot i que ja sabem que no caurà per fatiga del material.

Forces trams

$$p1 = (0,77 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (0,01 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 3,11 \text{ kN}$$

$$p2 = (0,78 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (0,08 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 4,20 \text{ kN}$$

$$p3 = (0,80 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (0,22 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 6,38 \text{ kN}$$

$$p4 = (0,84 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (0,43 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 9,68 \text{ kN}$$

$$p5 = (0,90 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (0,74 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 14,57 \text{ kN}$$

$$p6 = (0,93 \text{ m} \cdot 3,85 \text{ KN/m}^2) + (1,24 \text{ m}^3 \cdot 15 \text{ KN/m}^3) = 22,03 \text{ kN}$$

Equacions d'equilibri

$$p1 \cdot d1 + p2 \cdot d2 + p3 \cdot d3 + p4 \cdot d4 + p5 \cdot d5 + p6 \cdot d6 = H \cdot h$$

$$3,11 \text{ kN} \cdot 4,17 \text{ m} + 4,20 \text{ kN} \cdot 3,40 \text{ m} + 6,38 \text{ kN} \cdot 2,63 \text{ m} + 9,68 \text{ kN} \cdot 1,87 \text{ m} + 14,57 \text{ kN} \cdot 1,10 \text{ m} + 22,03 \text{ kN} \cdot 0,36 \text{ m} = H \cdot 1,8 \text{ m}$$

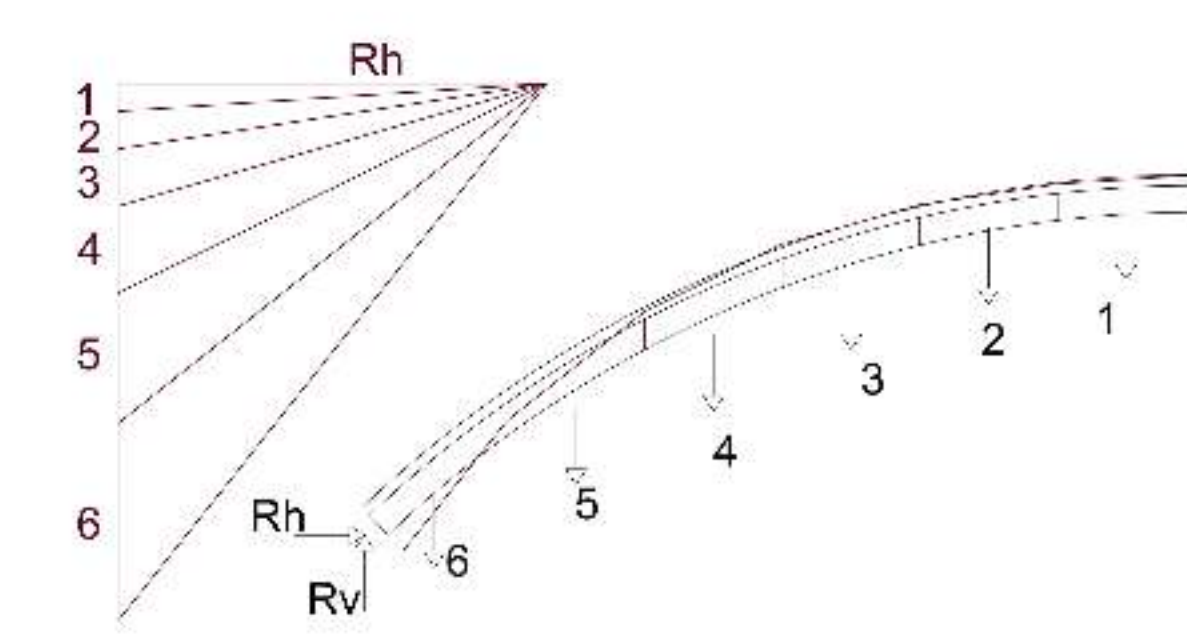
$$H = 47,84 \text{ kN}$$

$$p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6 = Rv$$

$$3,11 \text{ kN} + 4,20 \text{ kN} + 6,38 \text{ kN} + 9,68 \text{ kN} + 14,57 \text{ kN} + 22,03 \text{ kN} = Rv$$

$$Rv = 59,98 \text{ kN}$$

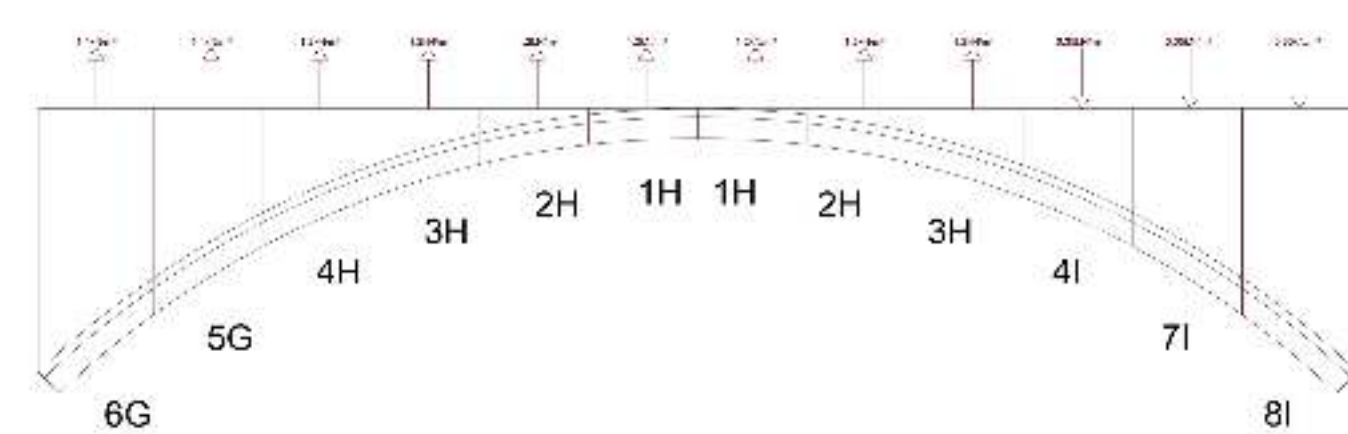
Construcció del polígon de forces i línia d'empentes a dintre de l'arc



Observem que la línia s'escapa una mica de la secció, el que indica que es produiran petites traccions, que podran ser absorbides tranquil·lament per la fàbrica i en major mesura per la capa de formigó armat superior.

Forces de Vent

Les forces del vent actuen perpendicularment a la coberta, i en el nostre cas hem agafat les forces i les hem aplicat al mateix punt que les càrregues permanents a fi de poder-les sumar i combinar correctament vectorialment.



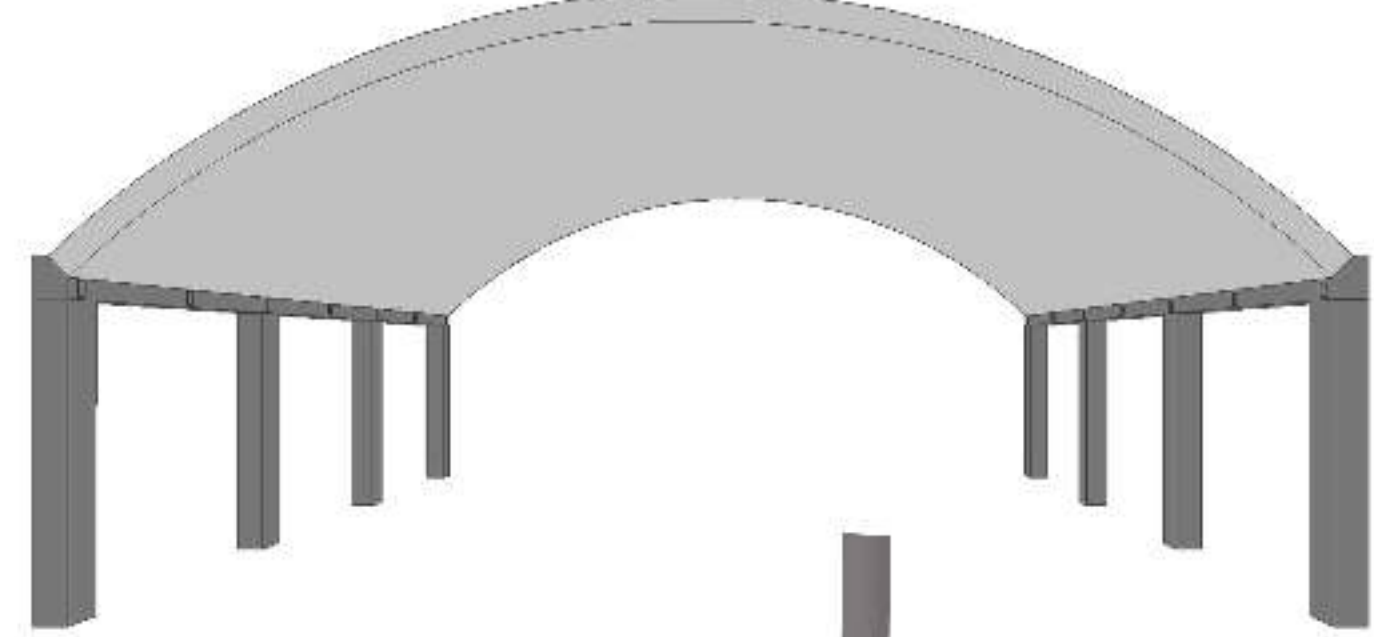
Anàlisi per elements finits

Propietats del material per a l'anàlisi

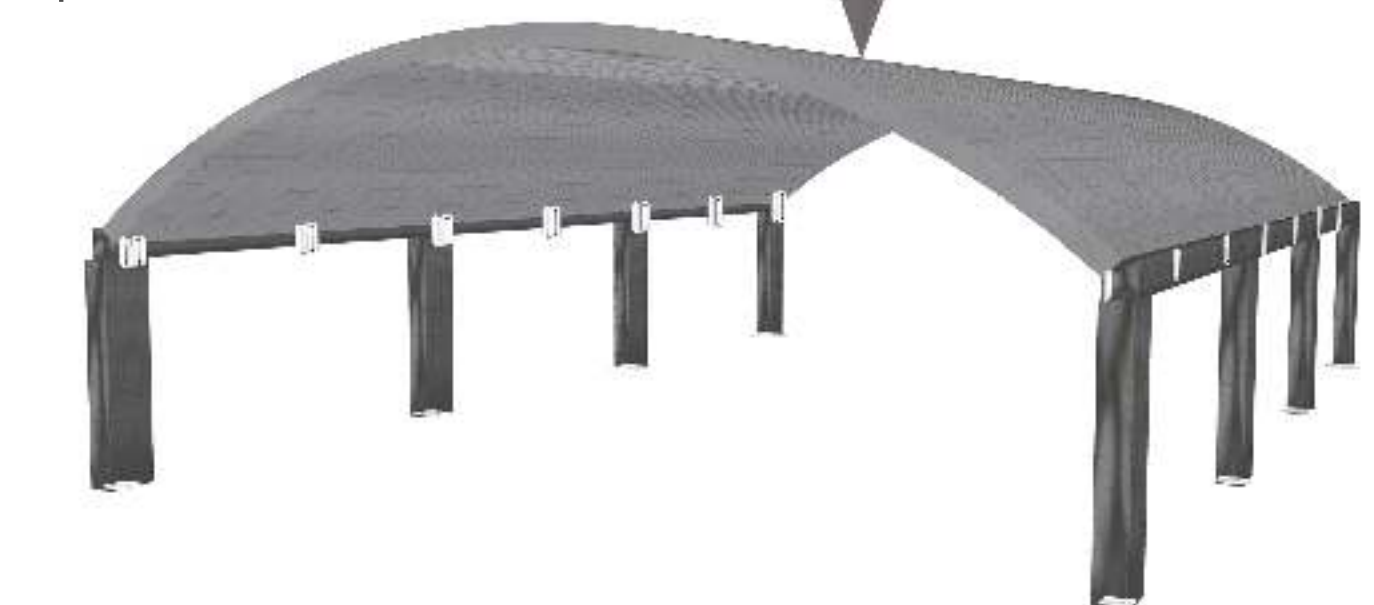
Ceràmica	7.400 MPa	Formigó	23.250 MPa
- Mòdul de Young	0,26	- Mòdul de Young	0,17
- Coeficient de Poisson	17,64 KN/m ³	- Coeficient de Poisson	24,11 KN/m ³
- Densitat		- Densitat	



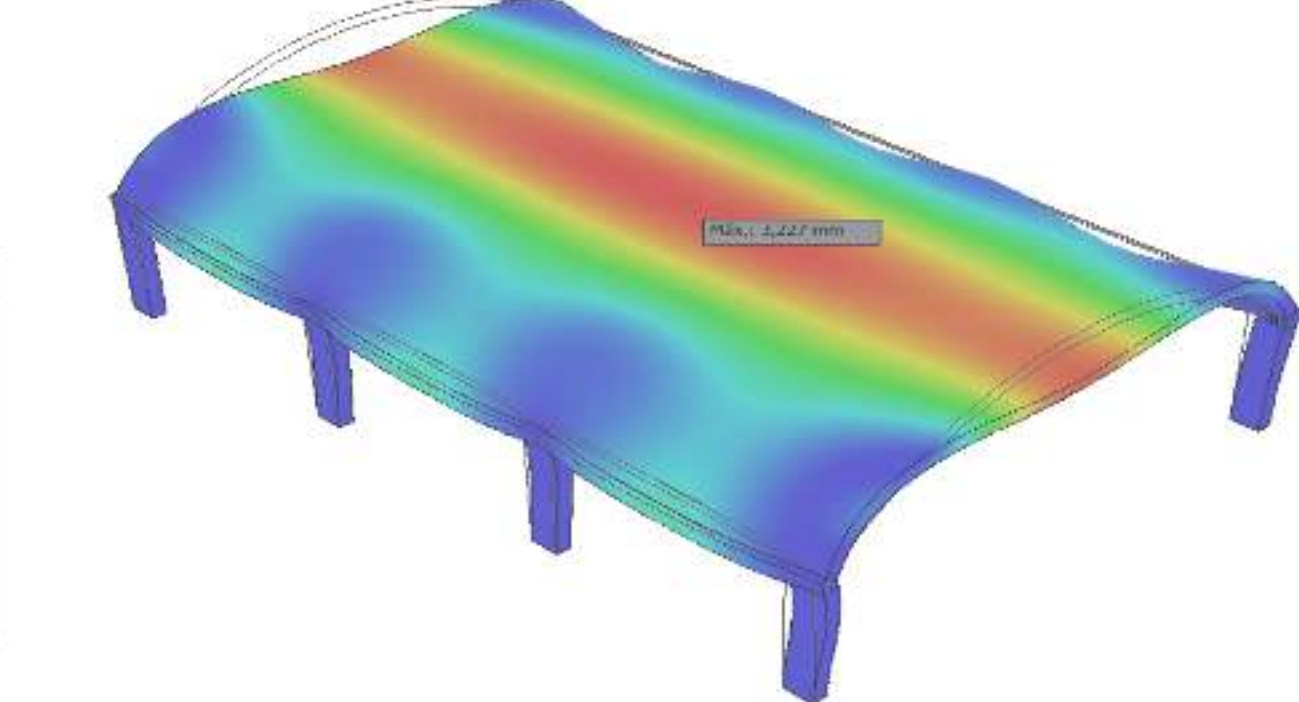
Esquema estructural



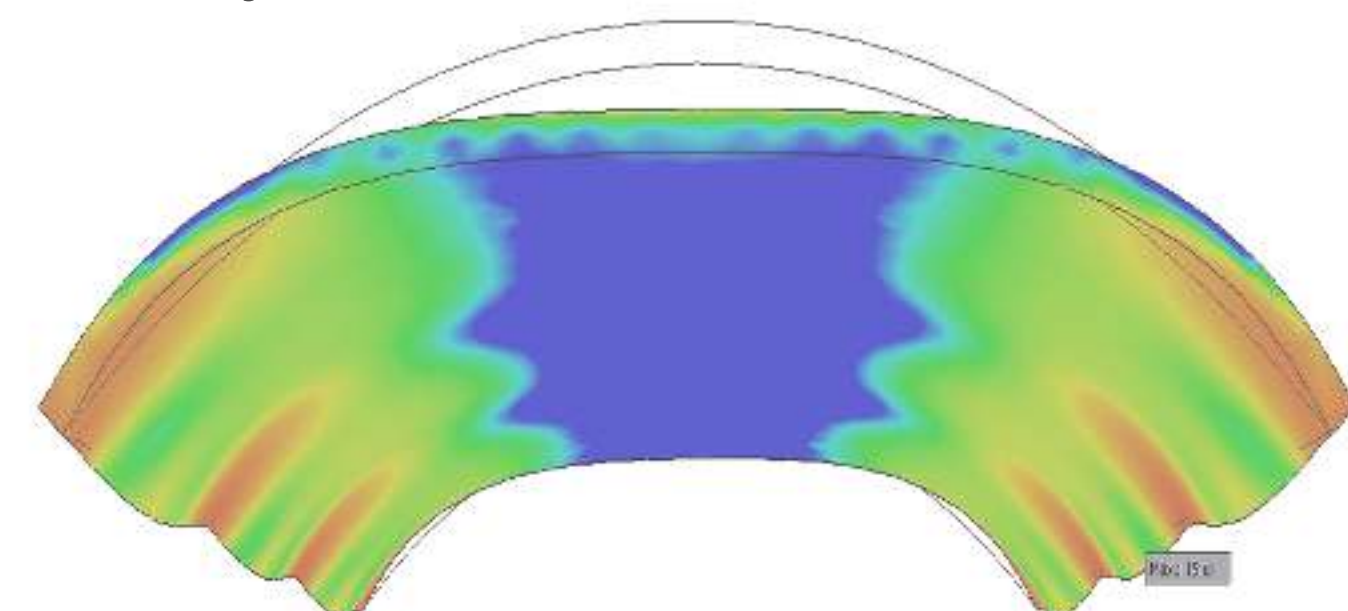
Esquema recolzaments, carreta i malla



Desplaçament max 3.22mm



Coefficients de seguretat min 3



Tensions de Von Mises

