

DEFINICIÓ / JUSTIFICACIÓ DE L'ESTRUCTURA

La diferència de cota que existeix entre els espais públics oposats que delimiten el solar (uns 12 m. de desnivell) fan que el perímetre d'aquest sigui un punt important a solucionar a l'hora de plantejar l'estructura de l'edifici.

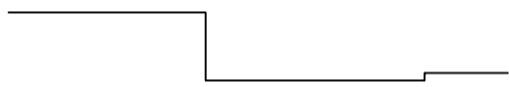
A banda d'aquesta preexistència s'han tingut en compte altres factors a l'hora de definir el sistema estructural, com són: l'ús / pograma funcional, la presència de voladus importants en algun punt de l'edifici (3,5 m) i la voluntat de deixar vistos els pilars. Com a resultat s'ha acabat optant per:

- **MUR PANTALLA PERIMETRAL**, independent de la resta de l'estructura en quant a les empentes horitzontals del terreny, però col·laborant per recolzar-hi els forjats (amb angulars). Es compta amb anclatges al terreny per tal de garantir l'estabilitat d'aquest.
- **MUR DE CONTENCIÓ DEL PATI INTERIOR**, que forma part alhora, de l'estructura general de l'edifici. Fixació de platines a la cara superior pel posterior anclatge dels pilars.
- **PILARS METÀL·LICS (2 UPN UNITS AMB SOLDADURA)**, fixats a platines i amb reforços als capitells (evitar punxonament) (*).
- **FORJATS DE LLOSA MASSISSA** de formigó armat, a tot l'edifici. En algun punt d'aquests forjats, es comptarà amb perfils UPN 160 que actuaran com a connectors estructurals.
- **FORJATS DE PRELLOSA** de formigó armat "CAT", alleugerida amb casetons de poliestirè (*Prefabricats Catalunya*). Tipologia de forjat utilitzada en els punts on les llums són més grans i on hi ha els voladus importants. En aquests forjats es comptarà doncs, amb **JÀSSERES ALVEOLARS (ArcelorMittal)** d'acer, amb alveols hexagonals (*).
- **ESTABILITZADORS ESTRUCTURALS** de formigó armat in situ, com són les caixes d'ascensors-instal·lacions.
- **JUNTES DE DILATACIÓ**, de 2 cm entre el mur pantalla perimetral i els forjats de l'edifici i de 2 cm entre els forjats de les dues zones de l'edifici.

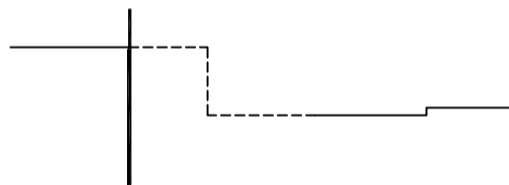
(*) L'estabilitat enfront al **forç** en els elements estructurals metàl·lics es garantirà amb protecció a través de pintura intumescent.

FASES CONSTRUCCIÓ

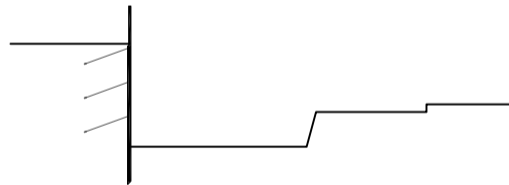
Per les característiques de l'emplaçament d'aquest projecte es considera molt important definir les **quatre operacions bàsiques** que s'haurien de tenir en compte per a l'execució de l'estructura:



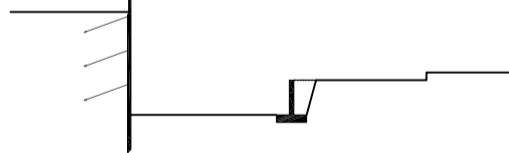
FASE 1_ MURS PERIMETRALS. Execució de la excavació per trams de 5 m. alternats, per tal d'evitar possibles esllavissaments del terreny.



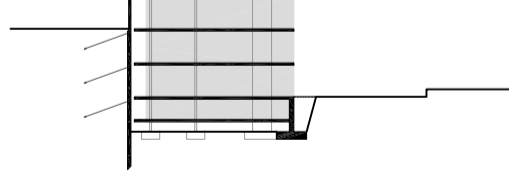
FASE 2_ EXTRACCIÓ DE TERRES. Preparació i buidatge del solar per a la posterior construcció de l'edifici. Disposició dels anclatges pertinents del mur pantalla perimetral. Deixar que el mur pateixi les deformacions ocasionades per l'empenta del terreny. Fresat del mur fins aconseguir una superfície d'acabat plana i rugosa.



FASE 3_ MUR DE CONTENCIÓ. Execució amb encofrat de xapa, amb acabat interior de llistons de fusta.



FASE 4_ CONSTRUCCIÓ DE L'ESTRUCTURA DE L'EDIFICI, dins del "queixal" prèviament preparat.



CARACTERÍSTIQUES DEL TERRENY_ ESTUDI GEOTÈCNIC (*)

PROFUNDITAT	LITOLÒGIA	EXCAVABILITAT	FREÀTIC
0,0 - 1,2 m	Reompliment autòcton format per sorra angulars de color marró amb runa i blocs.	Alta - mitja	No
1,2 - 2,2 m	Reompliment autòcton format per argila de color blava amb còdols i restes de arns.	Alta	No
2,2 - 4,0 m	Substrat alterat que, en excavarse, dona soma fina - mitja de color marró amb un 10% de blocs carbonatats angulars d'1,5 metres de diàmetre màxim.	Alta - baixa	No
> 4,0 m	Substrat roca carbonatada més homogènia.	Excavació en roca	No detectat

UNITAT GEOTÈCNICA 3: SUBSTRAT HOMOGÈNI

És la unitat subjacent a la unitat geotècnica anterior i s'ha reconegut a les dues càtes excavades i als dos assaigs de penetració dinàmica realitzats (és la responsable del rebuig d'aquesta). La seva posició, segons dades bibliogràfiques, és superior a 60 m.

Litològicament, aquesta unitat està formada per **calcàries nummulítiques de color gris** (Fm. Girona - Eocè inferior), sedimentades en ambients força energètics de plataforma marina somera.

Des del punt de vista geomecànic, aquesta unitat correspon a una roca dura, no excavable mitjançant els mètodes convencionals, havent-se d'emprar els mètodes propis d'excavació en roca.

PREDIMENSIONAMENT ESTRUCTURAL

VENT: com que l'edifici només sobresurt una planta respecte el nivell de carrer (tant a la façana que dona a la plaça Josep Ferrater i Mora com a la que dona al carrer Portal Nou) i a més, es troba "encaixat" en el terreny per una banda i limitat per les construccions veïnes per l'altra, no es tindrà en compte el vent en els càlculs de l'estructura.

1.- MURS PANTALLA

- Formigó armat (formigó HA-25 i acer A42)
- Secció: 45 cm.
- Altura total: 5 m (planta baixa) + 13,60 m (plantes soterrades) + X (solerat)
- Anclatges en el terreny per garantir l'estabilitat.
- Acabat a la cara vista executat posteriorment amb fresat, per deixar la superfície plana amb rugositat.

2.- PREDIMENSIONAMENT DEL CANTELL DELS FORJATS

a) CÀLCUL DE LA LLOSA (a deformació)

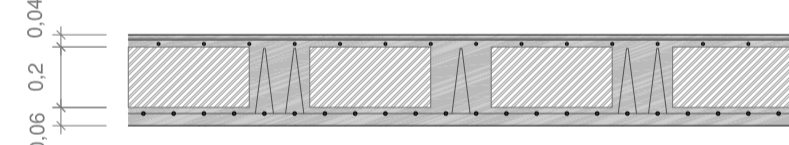
- Llosa general de l'edifici:
- f instant = $\frac{5}{384} \cdot [Qly^4 / EJ]$; $ly > lx$
- E HA-25 = 2.730.000 T/m² = 27.300.000 KN/m²
- J = h³ / 12
- f màx = L / 800 = 770 / 800 = 0,96 cm
- lx = 5,8 m
- ly = 7,7 m
- f instant = $\frac{5}{384} \cdot [(13,85 \cdot 7,7^4) / (27300000 \cdot h^3/12)]$
- h = $\sqrt[3]{[5(384 \cdot 0,0096) \cdot [(13,85 \cdot 7,7^4 \cdot 12) / (273000000)]]} = 0,29$ m
- ↓
- h llosa = 30 cm

- Llosa de la zona de tallers (p-2 i p-3):

- f màx = L / 800 = 8,24 / 800 = 1,03 cm
- lx = 6,86 m
- ly = 8,24 m
- f instant = $\frac{5}{384} \cdot [(11,85 \cdot 8,24^4) / (27300000 \cdot h^3/12)]$
- h = $\sqrt[3]{[5(384 \cdot 0,0103) \cdot [(11,85 \cdot 8,24^4 \cdot 12) / (273000000)]]} = 0,33$ m
- ↓
- h llosa = 35 cm

b) CÀLCUL DE LA PRELLOSA "CAT" DE FORMIGÓ (a deformació)

- f màx = L / 800 = 824 / 800 = 1,03 cm
- lx = 7,11 m
- ly = 8,24 m
- f instant = $\frac{5}{384} \cdot [(11,85 \cdot 8,24^4) / (27300000 \cdot h^3/12)]$
- h = $\sqrt[3]{[5(384 \cdot 0,0103) \cdot [(11,85 \cdot 8,24^4 \cdot 12) / (273000000)]]} = 0,3$ m
- ↓
- h prellosa "cat" = 30 cm
- [4 cm (capa compressió) + 20 cm (casot poliestirè) + 6 cm (formigó base)]



ESTAT DE CÀRREGUES: PLANTA COBERTA_ INVERTIDA

- PES PROPI ESTRUCTURA (llosa formigó)	6,25 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA PERMANENT (coberta inv + grava)	2,5 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA D'US (manteniment)	1 KN/m ²
- NEU	0,4 KN/m ²
- SISME	-
TOTAL	Q = 10'15 KN/m²

ESTAT DE CÀRREGUES: PLANTA TIPUS_ LLOSA FORMIGÓ

- PES PROPI ESTRUCTURA (llosa formigó)	6,25 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA PERMANENT (paviments + ervans)	2 + 0,6 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA D'US (sales exposició - arxau)	5 KN/m ²
- NEU	-
- SISME	-
TOTAL	Q = 13,85 KN/m²

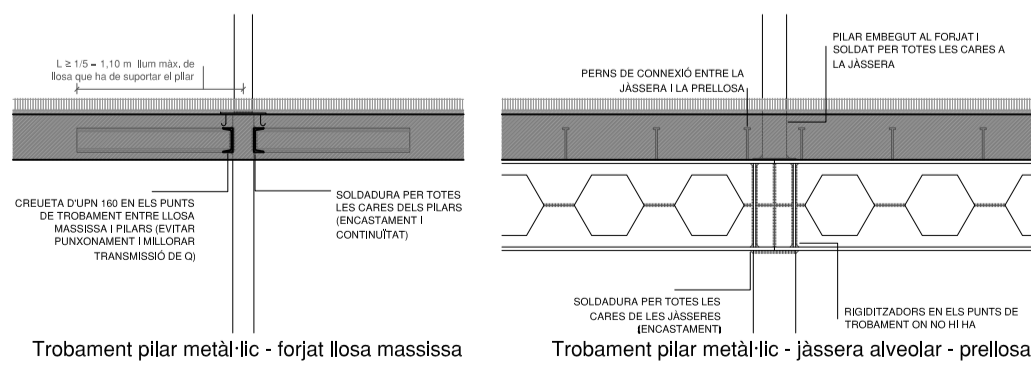
ESTAT DE CÀRREGUES: PLANTA COBERTA_ METAL·LICA

- PES PROPI ESTRUCTURA (prellosa + jàssera metàl.)	4,25 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA PERMANENT (coberta inv. + met)	1,60 + 0,5 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA D'US (manteniment)	1 KN/m ²
- NEU	0,4 KN/m ²
- SISME	-
TOTAL	Q = 7,75 KN/m²

ESTAT DE CÀRREGUES: PLANTA TIPUS_ PRELLOSA

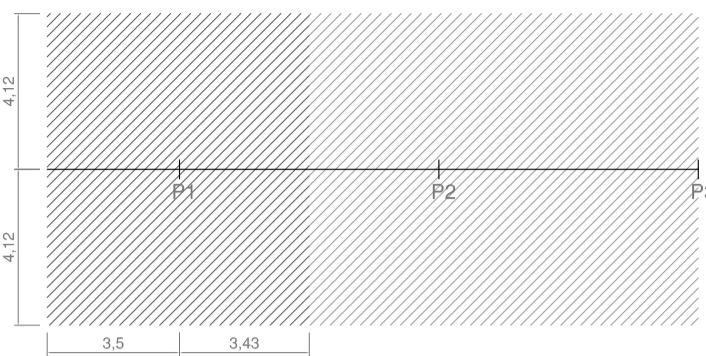
- PES PROPI ESTRUCTURA (prellosa)	4,25 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA PERMANENT (paviments + ervans)	2 + 0,6 KN/m ²
- SOBRECÀRREGA D'US (sales exposició - arxau)	5 KN/m ²
- NEU	-
- SISME	-
TOTAL	Q = 11,85 KN/m²

DETALLS NUSOS ESTRUCTURAL



3.- PREDIMENSIONAMENT DEL CANTELL DE LES JÀSSERES ALVEOLARS

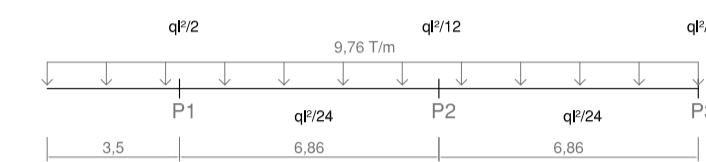
a) JÀSSERA ALVEOLAR DEL FORJAT PRELLOSA SALA EXPOSICIONS PRINCIPAL:



$$Q = 11,85 \text{ KN/m}^2$$

$$\downarrow$$

$$11,85 \text{ KN/m}^2 \cdot (4,12 + 4,12) = 97,64 \text{ KN/m} = 9,76 \text{ T/m}$$



$$Y = 1,5$$

$$\sigma \text{ màx acer A-42} = 2600 \text{ kg/cm}^2$$

- Predimensionament per resistència HEB:

$$Mf \text{ a P1:}$$

$$M = qf^2/2 = (9,76 \cdot 3,5^2) / 2 = 59,78 \text{ Tm}$$

$$\sigma = M/\omega \cdot Y \rightarrow 2600 = [(59,76 \cdot 10^3) \cdot 1,5] / \omega \rightarrow \omega = 3448,85 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{HEB 450}$$

Comprovació σ :

$$\sigma = M/\omega \cdot Y = [(59,76 \cdot 10^3) / 3550] \cdot 1,5 = 2,525 \text{ T/cm}^2 = 2525,1 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{correcte}$$

-Predimensionament per deformació HEB:

$$J = bh^3/12$$

$$f < l/500 = 711 / 500 = 1,42 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot qf^4/EJ \leq 1,42 \text{ cm} \rightarrow J = \frac{5}{384} \cdot (9,76 \text{ T/m} \cdot 6,86^4 \text{ m}) / (2,1 \cdot 10^8 \text{ T/m}^2 \cdot 0,0142 \text{ m}) = 0,0018875 \text{ m}^4 = 188758,89 \text{ cm}^4$$

$$b = 30 \text{ cm} \rightarrow h = \sqrt[3]{[(188758,89 \cdot 12) / 30]} = 42,27 \text{ cm}; h_{\text{req}} > h_{\text{def}} \rightarrow \text{HEB 450}$$

A partir d'aquí, es decideix utilitzar una **jàssera alveolar HEB** (per disminuir el pes propi de la jàssera i permetre el pas d'instal·lacions); per tant, s'escull el perfil que tingui el mateix *Moment d'Inèrcia* (I) i el mateix *Mòdul Resistent* (W) que el perfil HEB 450. Així, es comença el templeig amb perfils alveolars que tinguin un cantell (h) similar:

$$I = \frac{1}{12} \cdot [bh^3 - (b - tw) \cdot (h - 2t)^3] + 0,03rt^4 + 0,2146 r^2 \cdot (h - 2t - 0,04468 r)^2$$

$$W_x = (2 \cdot I) / h$$

HE 340 B

$$I = \frac{1}{12} \cdot [30 \cdot 51^3 - (30 - 1,2) \cdot (51 - 2 \cdot 2,15)^3] + 0,03 \cdot 2,7^4 + 0,2146 \cdot 2,7^2 \cdot (51 - 2 \cdot 2,15 - 0,04468 \cdot 2,7)^2 = 90589,197 \text{ cm}^4 > 79887 \text{ cm}^4 \text{ (I HEB 450)}$$

$$W_x = (2 \cdot 90589,197) / 51 = 3552,52 \text{ cm}^3 > 3550 \text{ cm}^3 \text{ (I HEB 450)}$$

Comprovació σ HE 340 B:

$$\sigma = M/\omega \cdot Y = [(59,76 \cdot 10^3) / 3552,52] \cdot 1,5 = 2,523 \text{ T/cm}^2 = 2523,28 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2$$

tot i així, com que treballaria molt al límit, es decideix utilitzar el següent perfil.

HE 360 B

$$I = \frac{1}{12} \cdot [30 \cdot 54^3 - (30 - 1,25) \cdot (54 - 2 \cdot 2,25)^3] + 0,03 \cdot 2,7^4 + 0,2146 \cdot 2,7^2 \cdot (54 - 2 \cdot 2,25 - 0,04468 \cdot 2,7)^2 = 106891,85 \text{ cm}^4 > 79887 \text{ cm}^4 \text{ (I HEB 450)}$$

$$W_x = (2 \cdot 106891,85) / 54 = 3958,96 \text{ cm}^3 > 3550 \text{ cm}^3 \text{ (I HEB 450)}$$

Comprovació σ HE 360 B:

$$\sigma = M/\omega \cdot Y = [(59,76 \cdot 10^3) / 3958,96] \cdot 1,5 = 2,264 \text{ T/cm}^2 = 2264,23 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2$$

tot i així, com que treballaria molt al límit, es decideix utilitzar el següent perfil.

HE 400 B

$$I = \frac{1}{12} \cdot [30 \cdot 60^3 - (30 - 1,35) \cdot (60 - 2 \cdot 2,4)^3] + 0,03 \cdot 2,7^4 + 0,2146 \cdot 2,7^2 \cdot (60 - 2 \cdot 2,4 - 0,04468 \cdot 2,7)^2 = 138826,24 \text{ cm}^4 > 79887 \text{ cm}^4 \text{ (I HEB 450)}$$

$$W_x = (2 \cdot 138826,24) / 60 = 4627,54 \text{ cm}^3 > 3550 \text{ cm}^3 \text{ (I HEB 450)}$$

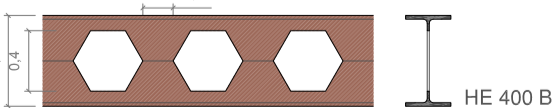
Comprovació σ HE 400 B:

$$\sigma = M/\omega \cdot Y = [(59,76 \cdot 10^3) / 4627,54] \cdot 1,5 = 1,937 \text{ T/cm}^2 = 1937,1 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2$$

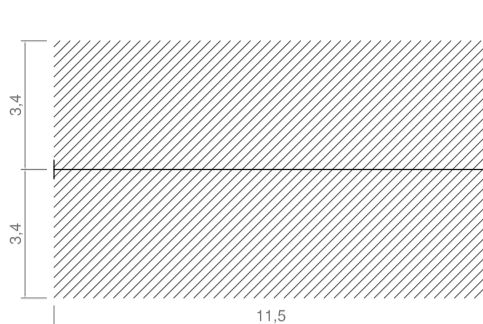
HE 400 B (h = 60 cm)

- La unió entre la jàssera i la prellosa es farà a través de connectors prèviament fixats a la primera; quan es formigoni en obra, els dos elements estructurals quedaran units (veure detalls).

- Característiques I i W similars \rightarrow HEB 600 (càlculs veïnes)

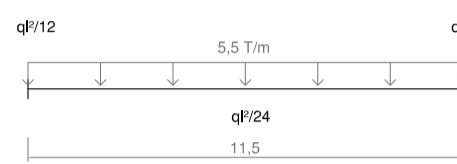


b) JÀSSERA ALVEOLAR DEL FORJAT PRELLOSA SALA POLIVALENT I BAR:



$$Q = 8,15 \text{ KN/m}^2 \text{ (prellosa + coberta invertida amb grava)}$$

$$8,15 \text{ KN/m}^2 \cdot (3,4 + 3,4) = 55,42 \text{ KN/m} = 5,5 \text{ T/m}$$



$$Y = 1,5$$

$$\sigma \text{ màx acer A-42} = 2600 \text{ kg/cm}^2$$

- Predimensionament per resistència HEB:

$$M = qf^2/12 = (5,5 \cdot 11,5^2) / 12 = 60,61 \text{ Tm}$$

$$\sigma = M/\omega \cdot Y \rightarrow 2600 = [(60,61 \cdot 10^3) \cdot 1,5] / \omega \rightarrow \omega = 3554,4 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{HEB 500}$$

Comprovació σ :

$$\sigma = M/\omega \cdot Y = 2119,2 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{correcte}$$

- Predimensionament per deformació HEB:

$$J = bh^3/12$$

$$f < l/500 = 1150 / 500 = 2,3 \text{ cm} \rightarrow 1,5 \text{ cm (màx)}$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot qf^4/EJ \leq 1,5 \text{ cm} \rightarrow J = 0,007952 \text{ m}^4 = 795265,74 \text{ cm}^4$$

$$b = 30 \text{ cm} \rightarrow h = \sqrt[3]{[(795265,74 \cdot 12) / 30]} = 68,26 \text{ cm}; h_{\text{def}} > h_{\text{req}} \rightarrow \text{HEB 500}$$

Com s'ha fet en el cas anterior, es decideix utilitzar una **jàssera alveolar HEB**.

Així, es comença el templeig amb perfils alveolars que tinguin un cantell (h) similar:

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot [bh^3 - (b - tw) \cdot (h - 2t)^3] + 0,03rt^4 + 0,2146 r^2 \cdot (h - 2t - 0,04468 r)^2$$

$$W_x = (2 \cdot I) / h$$

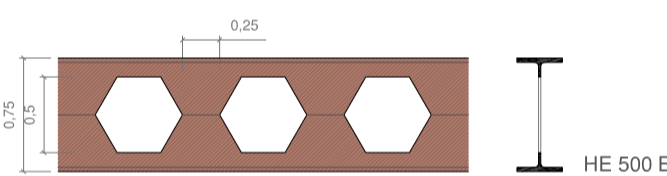
HE 500 B

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot [30 \cdot 75^3 - (30 - 1,45) \cdot (75 - 2 \cdot 2,8)^3] + 0,03 \cdot 2,7^4 + 0,2146 \cdot 2,7^2 \cdot (75 - 2 \cdot 2,8 - 0,04468 \cdot 2,7)^2 = 266948,53 \text{ cm}^4$$

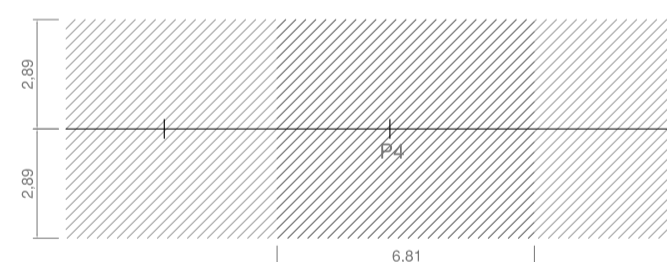
$$W_x = (2 \cdot 266948,53) / 75 = 7118,63 \text{ cm}^3$$

Comprovació σ HE 500 B:

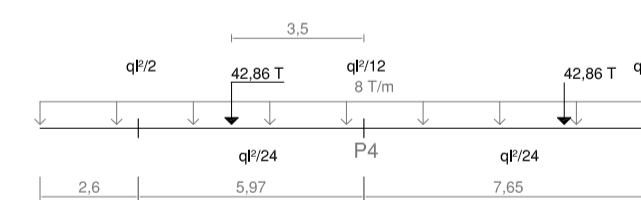
$$\sigma = M/\omega \cdot Y = 1277,14 \text{ Kg/cm}^2 < 2.600 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{correcte} \rightarrow \text{HE 500 B (h = 75 cm)}$$



c) JÀSSERA ALVEOLAR DE LA LLOSA MASSISSA SALA EXPOSICIONS (P-1):



$$Q = 13,85 \text{ KN/m}^2 \rightarrow 13,85 \text{ KN/m}^2 \cdot (2,89 + 2,89) = 80,05 \text{ KN/m} = 8 \text{ T/m}$$



- Predimensionament per resistència HEB:

$$M = qf^2 = 42,86 \cdot 3,5 = 150 \text{ Tm}$$

$$\sigma = M/\omega \cdot Y \rightarrow 2600 = [(150 \cdot 10^3) \cdot 1,5] / \omega \rightarrow \omega = 8654,42 \text{ cm}^3$$

Com s'ha fet en els casos anteriors, es decideix utilitzar una **jàssera alveolar HEB**. Així, es comença el templeig amb perfils alveolars:

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot [bh^3 - (b - tw) \cdot (h - 2t)^3] + 0,03rt^4 + 0,2146 r^2 \cdot (h - 2t - 0,04468 r)^2$$

$$W_x = (2 \cdot I) / h$$

HE 600 B

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot [30 \cdot 90^3 - (30 - 1,55) \cdot (90 - 2 \cdot 3)^3] + 0,03 \cdot 2,7^4 + 0,2146 \cdot 2,7^2 \cdot (90 - 2 \cdot$$