

Informe de capacitat estructural en la coberta de l'edifici Vapor Llonch.

Contingut

Informe de capacitat estructural en la coberta de l'edifici Vapor Llonch.....	1
1. Introducció.	2
2. Estat de càrregues permanents abans i després de l'actuació.	3
3. Comprovació de les biguetes.	5
Conclusions:	5
4. Comprovació de les encavallades.	6
Encavallada 0.....	6
Encavallada 1.....	6
Encavallada 2.....	7
Encavallada 3a.....	7
Encavallada 3b.....	7
5. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS:.....	8
6. Annex 1: Justificació dels càlculs realitzats per les encavallades.....	9
ENCAVALLADA 0.....	9
ENCAVALLADA 1.....	11
ENCAVALLADA 2.....	13
ENCAVALLADA 3-A	15
ENCAVALLADA 3-B	16
7. Annex 2: Recàlcul encavallada 1 amb reforços.....	18
8. Annex 3: Estat de càrregues considerats	19
9. Annex 4: Justificació dels càlculs realitzats per les biguetes.....	23

1. Introducció.

A petició de Pons Puig Arquitectes SLP, s'elabora el present informe, per tal d'avaluar la capacitat resistent dels elements estructurals existents en la coberta a dues aigües de l'edifici de l'Escola Illa, situada en una nau del complex de l'edifici Vapor Llonch de Sabadell.

Es vol substituir la coberta actual formada per plaques de fibro-ciment, per noves plaques prefabricades de alumini, nucli de poliuretà, i acabat superior d'alumini. A més, en un vessant de la coberta s'instal·laran plaques fotovoltaïques.

L'edifici concret objecte del projecte (l'Escola Illa) està format per dues naus de forma rectangular, que se situen al llarg del carrer Manso. La nau més llarga (que anomenarem nau A), consta de planta baixa i un soterrani que ocupa només la part central de la nau. La nau més curta (que anomenarem nau B) consta només de planta baixa.

L'estructura actual està formada per unes encavallades d'acer laminat d'uns 15,4m de llum, amb 4 tipus de disseny, si bé totes són força similars. Respecte l'estructura de les corretges, n'hi ha de fusta i d'acer, de diferents seccions, i diferents llums, si bé en la majoria de casos tenim una separació entre encavallades de 3,5m, si bé en dos extrems és superior. L'estructura vertical de la nau és de obra ceràmica, amb pilastres en els punts de suport de les encavallades, i amb parets de traves. Les encavallades també estan travades en sentit longitudinal, amb creus de sant Andreu verticals.

Per la inspecció visual no s'aprecien patologies estructurals, ni en els murs, ni en els elements d'acer esmentats.

No es disposa de documentació sobre els projectes d'estructura, i s'ha realitzat un aixecament de l'estat actual.

De les observacions realitzades i de les dades obtingudes in situ en el decurs de la inspecció visual, s'emet el present Informe.

A continuació s'adjunta la planta i el croquis de l'estructura amb nomenclatura de naus, zones i encavallades.



2. Estat de càrregues permanents abans i després de l'actuació.

L'actuació en la coberta de l'edifici consisteix en el canvi de la coberta, actualment formada per encadellat de plaques ondulades de fibrociment, per una nova coberta en "sandwich" d'alumini i nucli de poliuretà.

A més, en el vessant sud de la coberta s'hi instal·laran plaques fotovoltaïques.

S'ha pres mostres de la placa ondulada, s'ha estimat el pes/m², i s'ha valorat també el pes de la nova coberta amb plaques.



Superfície: 0,21 m² — 2.62Kg/0,21m²=12,5Kg/m² (projecció horitzontal)
Pes: 2,62Kg

Envalcamment:

- Lineal: 1/2ona cada 7 ones: +5,07%

- Transversal: 5%



$12,5 * 1,0507 * 1,05 = 13,78 \text{Kg/m}^2$

Panell sandwich 60mm 11Kg/m²

Placa solar 2,1*1,05m, aprox 23Kg/ut -> 10,5Kg/m²



Respecte el **falsos sostres**, en tenim de 4 tipus, segons plànol del projecte: 02-ESTAT ACTUAL-DISTRIBUCIÓ I FALSOS SOSTRES.

El **tipus 1**, el majoritari, de fibra de vidre i una làmina plàstica en les cares, és d'uns 30mm de gruix, suportat per subestructura de xapa conformada, i filferros de suport a les biguetes. Tot té un pes molt baix, d'uns 2Kp/m² aproximadament.

El fals sostre **tipus 2**, és el més antic, i està format per un aïllament de suro, amb una mena d'enguixat inferior 10mm, i rastrells de fusta formant retícula de 120x60cm, el suro, on s'ha pogut veure, és de 30mm de gruix, i suposant una densitat de 240Kp/m³, ens resulta un pes de: 7,2Kp/m² del suro +3Kp/m² del guix + 3,0Kg/m² de repercussió de subestructura de suport (horitzontal i tirants). Total **13Kg/m²**.

El fals sostre tipus 3 (passadís central), està format per subestructura de perfils en "U" de xapa d'acer conformat, i plaques de cartró-guix, i està suportat per els murs existents en la zona central que delimiten el passadís.

Per últim, el tipus 4, només existent en la zona d'accés del volum A, està fet de plaques de 60x60, que creiem de guix o escaiola. No s'ha pogut veure des de la seva cara superior, i es desconeix la seva composició real i la naturalesa de la seva subestructura. Aquesta zona s'ha calculat suposant la mateixa càrrega que en el cas del tipus 2, de 12Kg/m².

Per al recàlcul objecte del present informe, realitzat a partir de juliol de 2024, s'ha tingut en compte un possible canvi del fals sostre, i s'ha tingut en compte una **sobrecàrrega permanent de 20Kp/m²**, en previsió de un fals sostre genèric de plaques de cartró guix. Aquest és valor és considerat un valor genèric per fals sostres, doncs habitualment els falsos sostres de guix de 12 a 15mm solen pesar entre 8 i 10Kp/m², i amb una previsió de possibles conductes de instal·lacions, es considera que 20Kg és un valor raonablement conservador.

Les plaques fotovoltaïques, situades en el vessant sud de la coberta, son del tipus JAM72d30-550/MB, de 2,3*1,15m, i 31,8Kp. La estructura lineal de suport, amb perfils d'alumini tipus PS100 en forma de "U", pesen uns 0,81Kp/m, i estan situats cada 2,3m. El pes total és doncs de 12,35Kp/m. Per bé que les plaques només ocupen un 86% de la vessant sud, ja que es deixa un pas continu per manteniment al arribar a la canal, s'ha considerat una càrrega de 12Kp/m².

Per tant, tenim que si bé el pes de la coberta serà lleugerament inferior al existent, tant les plaques solars del vessant com el pes del possible fals sostre, fan augmentar el pes del conjunt en tota la superfície, i per tant, **cal revisar el comportament de l'estructura de suport**, tan de les biguetes, com de les encavallades.

Es desestima revisar els suports verticals (murs), com els fonaments, donat que es tracta de una sobrecàrrega irròria respecte el conjunt de les càrregues actuant, siguin permanents o variables.

En la següent imatge extreta de la taula del Codi tècnic DB-SE-AE, taula 3.1, es pot veure les càrregues de ús aplicables en cobertes lleugeres i accessibles només per a conservació, a més de les consideracions sobre simultaneïtat (7), i sobre la càrrega concentrada (4).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
	Viviendas y zonas de habitaciones en hospici- os	2	2
....			
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)	2	20
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾	1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾ Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾
		G2 Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾
		0	2

La sobrecàrrega concentrada en un punt desfavorable, s'ha comprovat també amb una càrrega de 1,5Kp en el centre de les biguetes en comprovació de estats límits últims, encara que la de normativa indiqui 1Kp.

3. Comprovació de les biguetes.

S'ha comprovat les biguetes entre encavallades, en els seus 4 tipus diferents (de llums diferents): 2 d'acer i dues de fusta.

S'ha tingut en compte la sobrecàrrega permanent, la de ús (40Kp/m² i 1Kp concentrada), la de neu (40 Kp/m²), vent, i una sobrecàrrega de 1kN en el centre de cada bigueta, separatament a la sobrecàrrega de ús. Per a les comprovacions de estats límits, s'ha aplicat 1,5Kp, en considerar que dues persones poden estar alhora en centre de la bigueta.

Les biguetes de fusta, si bé es desconeix la seva qualitat assignada, que només s'assigna de uns anys cap aquí, s'ha considerat que és C18, que és una qualitat prou baixa. No s'ha inspeccionat cadascuna de les biguetes, ni s'ha revisat el seu estat. La fusta és un material viu, i cal fer un manteniment periòdic. Es recomana revisar el pla de manteniment de l'edifici per si calgués aplicar protectors xilòfags.

En Situació permanent o transitòria, tenim:

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

On	$G_{k,j}$	es el valor característic de les accions permanents
	P	es el valor característic de les accions permanents degudes al pretesat.
	$Q_{k,1}$	es el valor característic de les accions variables.
	$Q_{k,i}$	es el valor característic de la resta de accions variables (no dominants).
	A_d	es el valor de càlcul de la acció accidental.
	$\gamma_{G,j}$	es el coeficient parcial de seguretat de les accions permanents.
	$\gamma_{Q,j}$	es el coeficient parcial de seguretat de les accions variables.

En cobertes només accessibles per manteniment, la sobrecàrrega de ús es diu en DE-SE-AE: "Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables." Per tant, tindrem les següents combinacions per la comprovació dels Estats límits últims (ELU):

$$E = \sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$C1: E = 1,35 G + 1.5 \cdot \text{ús distribuït (manteniment)}$$

$$C1': E = 1,35 G + 1.5 \cdot \text{ús concentrat (manteniment) (no s'aplica en encavades, per irrellevant)}$$

$$C2: e = 1,35 G + 1,5 \cdot \text{neu} + 1.5 \cdot 0,6 \cdot \text{vent} + X$$

$$C3: e = 1,35 G + 1,5 \cdot \text{neu} + 1.5 \cdot 0,6 \cdot \text{vent} - X$$

La resta de combinacions donaran resultats que no seran decisius.

Conclusions:

La majoria de biguetes del conjunt funcionen, inclús amb una sobrecàrrega addicional de 20Kp/m², per el possible afegit de fals sostre.

Les úniques biguetes que no compleixen amb la normativa actual, és el tram de biguetes de fusta, en la zona 2 i vessant sud, que tenen unes biguetes de secció molt justa (150mm). Estan marcades en gris en el croquis de l'apartat 5. En aquesta crugia, es recomana reforçar cada dues biguetes amb una nova bigueta afegida a les existents, de 80x150mm (o també es podria fer de acer laminat tipus IPN100) cada dues biguetes.

S'adjunten al final de l'informe els fulls de càlcul justificatius.

4. Comprovació de les encavallades.

S'ha revisat i recalculat totes les encavallades, afegint una càrrega de 20Kp/m² corresponent al possible fals sostre que es pugui fer en un futur, o un canvi en les instal·lacions.

Les combinacions de hipòtesi s'han fet amb normativa actual, i per tant s'ha tingut en compte la no concomitància de accions de ús (manteniment, per ser una coberta no transitable) amb les del vent o la neu.

Es desconeix amb exactitud el tipus d'acer emprat en cadascuna de les encavallades. L'acer té dos paràmetres importants, el límit elàstic, i el límit de ruptura. El primer no varia massa entre els acers fabricats en les darreres dècades, mentre que si que ha augmentat el límit de ruptura, però aquest límit no és el que fem per al càlcul. El que també ha variat és el coeficient de seguretat aplicat al material, doncs antigament s'aplicava un coeficient de 2 mentre que avui és de 1.

En les encavallades més antigues, en la zona 2 els acer emprats possiblement eren del tipus A33 o A37. El acer A33 té un límit elàstic de aproximadament 2300 kg/cm², i s'empraven unes tensions admissibles de 1200Kp/cm² a 1733Kp/cm². Utilitzarem una tensió admissible σ de 144N/mm².

En les encavallades 0, 1 i 3, segurament és acer A37 o A42 (L.E. 235N/mm² en el A37), i emprarem una tensió admissible σ de 157N/mm², aplicant un coeficient de minoració de 1,5.

Encavallada 0

L'encavallada Zero, sobre la sala de costura, és de geometria igual a la Encavallada 1, i de perfils molt similars en muntats i diagonals, i de perfilaria superior en secció i inèrcia, en els codons principals: el cordó superior i el inferior horitzontal, formats per perfils en doble "C".

L'intereix és de 3,5m

Es de geometria molt similar a la Encavallada 1 (E.1), però amb perfils superiors.

S'ha comprovat els estats límits últims i els de servei, i compleixen en totes les seccions.

Encavallada 1

L'encavallada 1, que és la més nombrosa de tot l'edifici, però també la més moderna, i conjuntament amb la E0, la que té una altura més gran, i per tant una relació entre cantell i llum més favorable. L'intereix és de 3,5m.

Ara bé, també té uns perfils més reduïts que les altres encavallades.

S'ha detectat, en els trams inspeccionats, que el cordó inferior està format per diferents trams, units amb soldadura per la testa, sense cap reforç en aquests punts.

En les comprovacions realitzades, el factor clau no és ni els moments, ni tallants, ni les deformacions, com es pot veure en els gràfics, sinó, com és habitual en les encavallades d'aquesta tipologia, en les tensions de compressió amb l'aplicació del vinclament.

Per la forma de l'encavallada, les tensions de vinclament es produeixen en els cordons superiors, i també en els 4 muntants verticals. Aquestes tensions són força elevades, **superant el límit elàstic de l'acer que hem definit com admissible (σ de 157N/mm²)**, que podem suposar que és de qualitat A-37, amb un límit elàstic de 2.400Kp/cm². Per tant, **estem per sobre dels paràmetres de seguretat**, i per tant haurem de adoptar mesures correctores en els elements indicats. Veure resultats de la combinació envoltant per les tensions màximes, que tenen en compte els efectes negatius del pandeig.

Encavallada 2.

L'encavallada 2, que només apareix en la zona d'entrada a l'edifici amb dues unitats, és segurament la més antiga (juntament amb la 3-A, de també dues unitats), té una altura més reduïda que la Encavallada 1, i per tant una relació entre cantell i llum menys favorable, si bé és una encavallada de mides força conservadores.

Té la perfilaria totalment a base de angulars, que van canviant segons les tensions necessàries.

En les comprovacions realitzades, el factor clau no és ni els moments, ni tallants, ni les deformacions, com es pot veure en els gràfics, sinó, com és habitual en les encavallades d'aquesta tipologia, en les tensions de compressió amb l'aplicació del vinclament.

Per la forma de l'encavallada, les tensions de vinclament es produeixen en els cordons superiors, i també en els 6 muntants en diagonal, que estan comprimits. Aquestes tensions són moderades, lluny del límit elàstic de l'acer, que podem suposar que és de qualitat A-33, amb un límit elàstic de 2.300Kp/cm² i σ de 144N/mm². Per tant, **estem dintre dels paràmetres de seguretat.**

Encavallada 3a.

L'encavallada 3-A, que només hi ha dues unitats iguals, té tota la perfilaria feta de perfils angulars. Té una forma igual a l'encavallada 2, però amb perfils lleugerament diferents.

En les comprovacions realitzades, el factor clau no és ni els moments, ni tallants, ni les deformacions, com es pot veure en els gràfics, sinó, com és habitual en les encavallades d'aquesta tipologia, en les tensions de compressió amb l'aplicació del pandeig.

Per la forma de l'encavallada, les tensions de pandeig es produeixen en els cordons superiors, i també en els 4 muntants verticals, que estan comprimits. Aquestes tensions són moderades respecte del límit elàstic de l'acer, que podem suposar que és de qualitat A-37, amb un límit elàstic de 2.400Kp/cm². Per tant, **estem dintre dels paràmetres de seguretat.**

Encavallada 3b.

L'encavallada 3-B, que només apareix en un sol lloc, té la perfilaria més moderna, amb careners i tirant inferior a base de UPN, mentre que els muntants i diagonals són de perfils angulars. Té una forma similar a l'encavallada 1, però sense tanta inclinació (o altura màxima).

En les comprovacions realitzades, **sempre estem dintre els paràmetres de seguretat.**

5. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS:

Com s'ha dit en l'apartat corresponent, les biguetes de la Zona 2 en el vessant sud, reforçar-les amb una biga similar de fusta (80x150, C24), o opcionalment, amb un perfil d'acer (IPN100) cada dues biguetes de fusta.

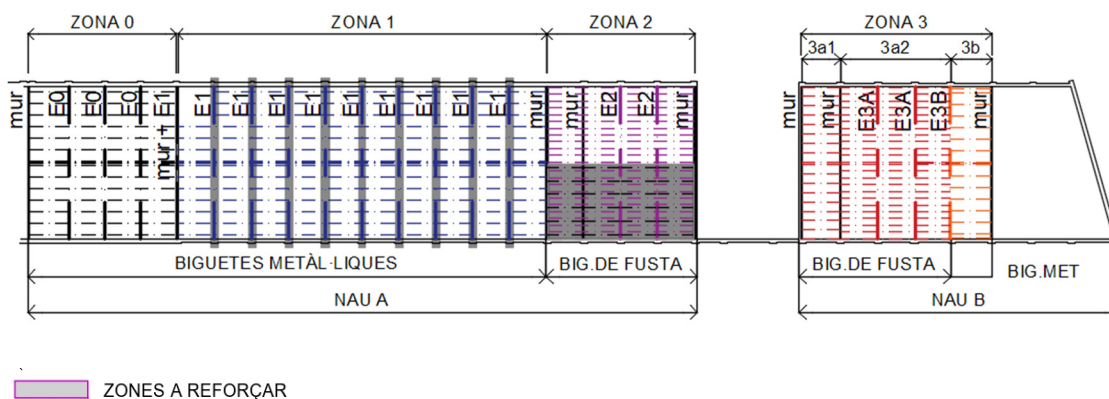
Pel que fa a les encavallades sempre estem dintre els paràmetres de seguretat, excepte en la zona 1, la més nombrosa, i en la que caldrà fer reforços en varis trams. Els reforços van en la direcció de augmentar la rigidesa de les seccions comprimides, i en augmentar la secció en les seccions traccionades (cordó inferior).

Es recomana revisar el pla de manteniment del edifici, per si s'hagués de realitzar alguna tasca de manteniment, especialment de la fusta.

Es recomana també inspeccionar les soldadures de tots els cordons inferiors, i reforçar-los en cas que es detecti una reducció de la secció soldada respecte la del perfil.

En realitzar les obres, s'ha de vigilar molt de no sobrecarregar la coberta en cap punt, doncs les càrregues per les que està pensada l'estructura és de tipus lleuger.

Resum gràfic:



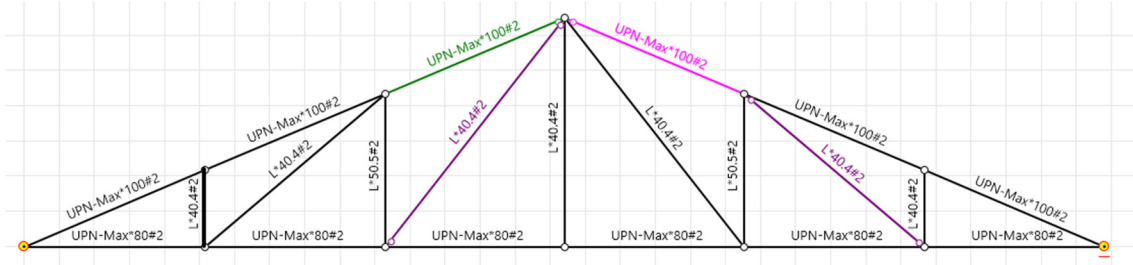
I aquest és l'informe que presenta l'arquitecte David Lamolla i Kristiansen, el dia dos d'octubre de 2024, sotmetent-lo a qualsevol altre millor fonamentat.

David Lamolla i Kristiansen, arquitecte.

davidlamolla@gmail.com

6. Annex 1: Justificació dels càlculs realitzats per les encavallades

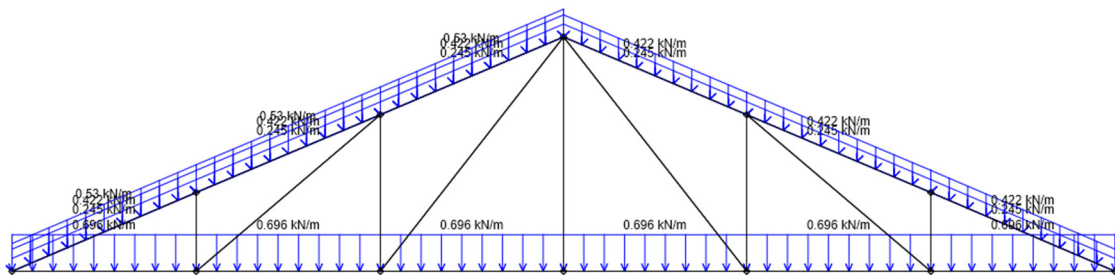
ENCAVALLADA 0.



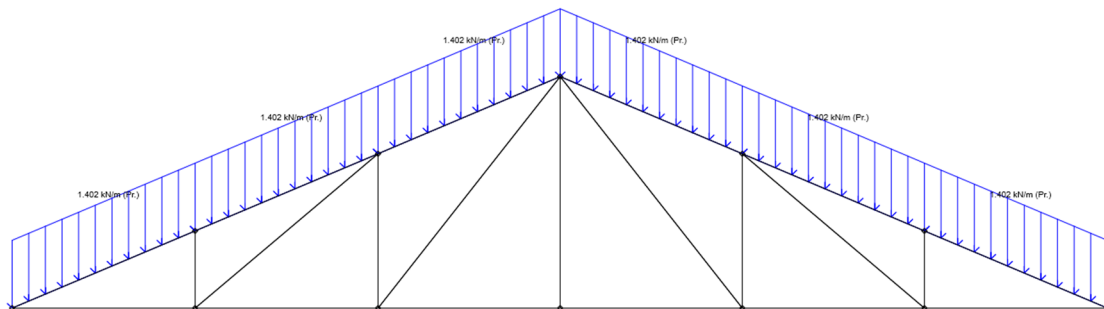
Accions:

Sobrecàrrega permanent:

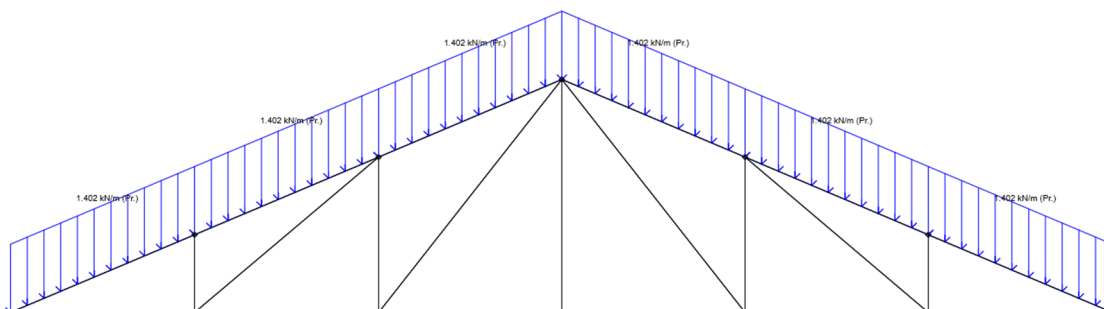
(la sobrecàrrega de fals sostre (20Kp/m^2) s'ha aplicat en el cordó inferior, si bé també es preveu que puguin penjar de les biguetes de la coberta.)



Sobrecàrrega variable ($0,40\text{kN/m}^2$):

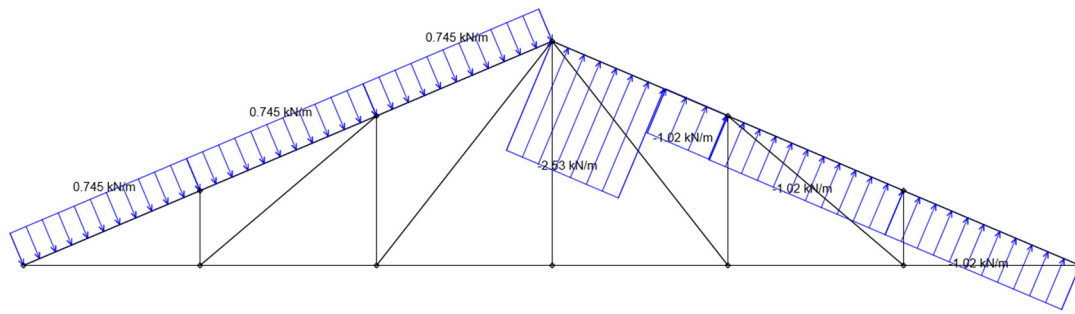


Sobrecàrrega de neu ($0,40\text{kN/m}^2$):



Sobrecàrrega de Vent:

(El vent -X no es grafia, però és el simètric en sentit vertical)



La sobrecàrrega de manteniment, en punt desfavorable, com que s'ha de calcular separatament de la sobrecàrrega de ús distribuïda, resulta irrellevant.

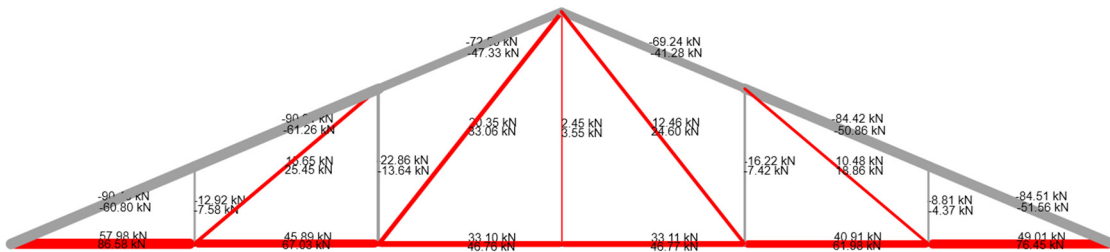
Combinacions de hipòtesis:

Num	Nom	PP	Us	Neu	Vent +X	Vent -X
1	Servei	1	1	0	0	0
2	Servei2	1	0	1	0.6	0
3	ELU 1	1.35	1	0	0	0
4	ELU 2	1.35	0	1.5	0.9	0
5	ELU 3	1.35	0	1.5	0	0.9

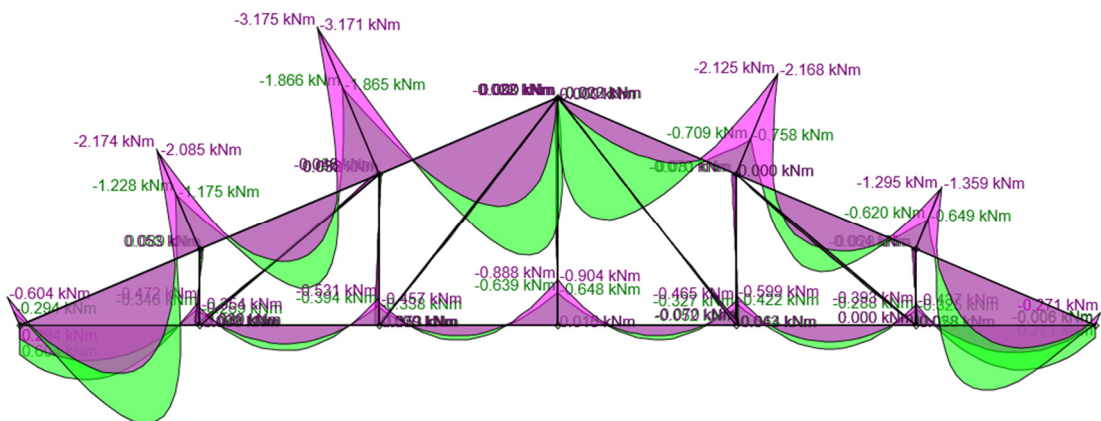
S'ha aplicat els coeficients de simultaneïtat, i no s'ha aplicat concomitància de accions amb l'acció de ús (manteniment).

RESULTATS:

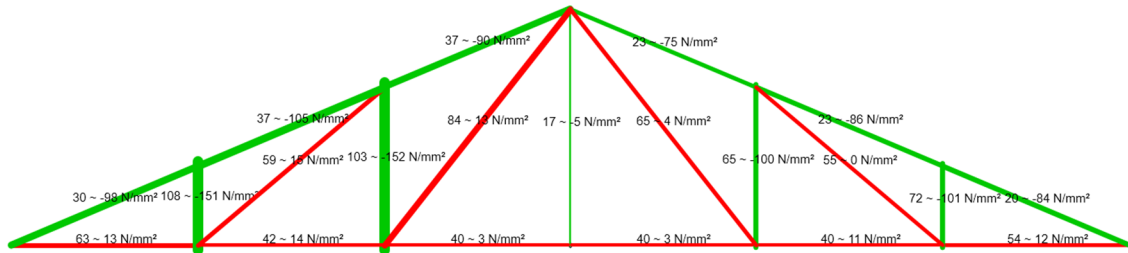
Axils (envolupant):



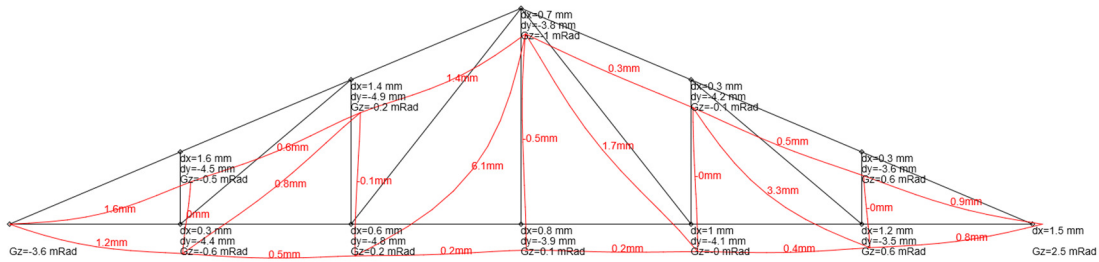
Moment (envolupant)



Tensions màximes (Envolupant)

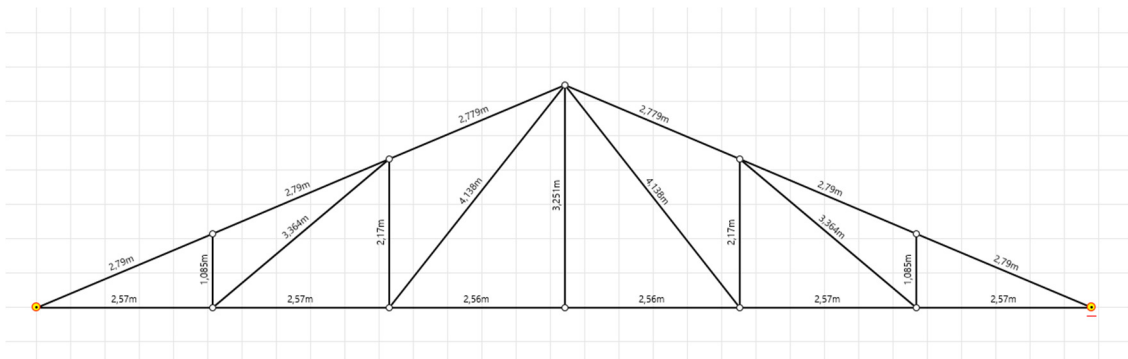


Deformacions (En servei)



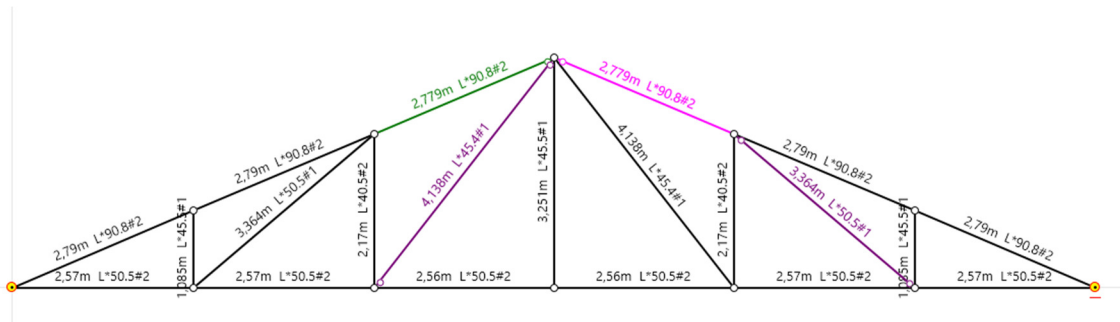
ENCAVALLADA 1.

Esquema:



Dimensions:

Hi trobem perfils fets d'acer laminat en calent. La qualitat de l'acer es desconeix.

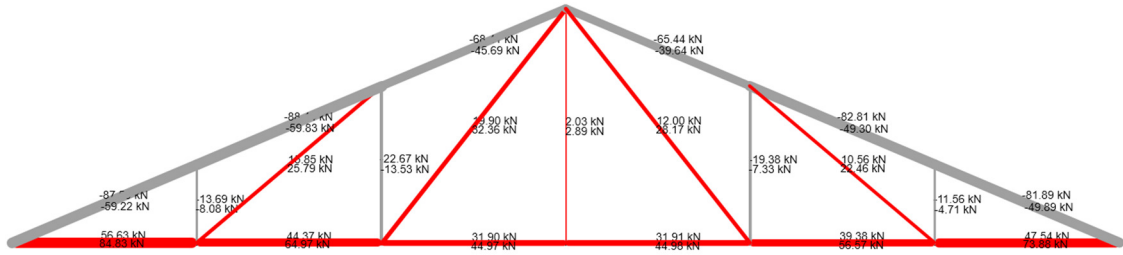


Accions: Les mateixes que en el cas de l'Encavallada 0

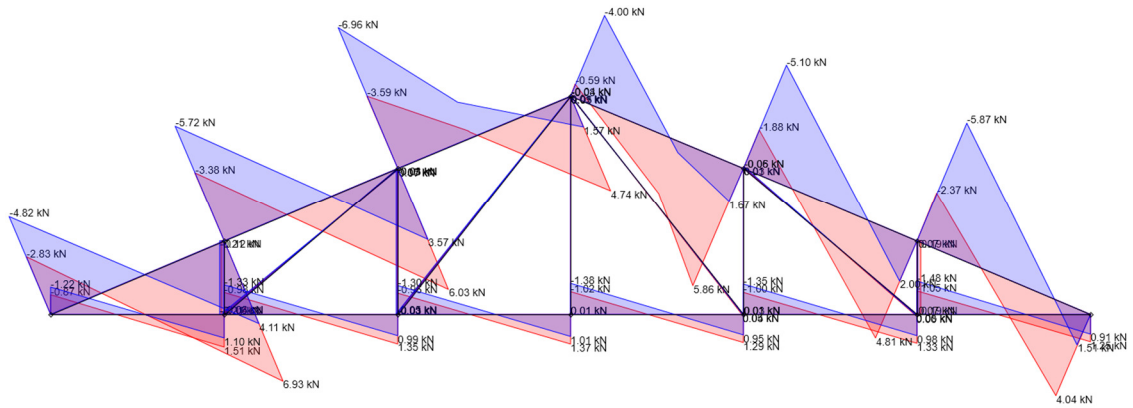
Combinacions de hipòtesis: Idem que en Encavallada 0

RESULTATS:

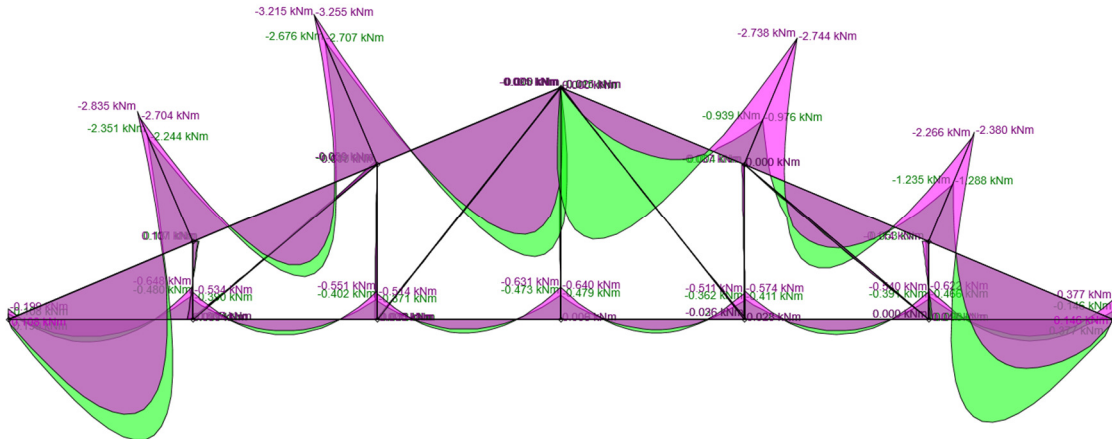
Axils (Envolupant):



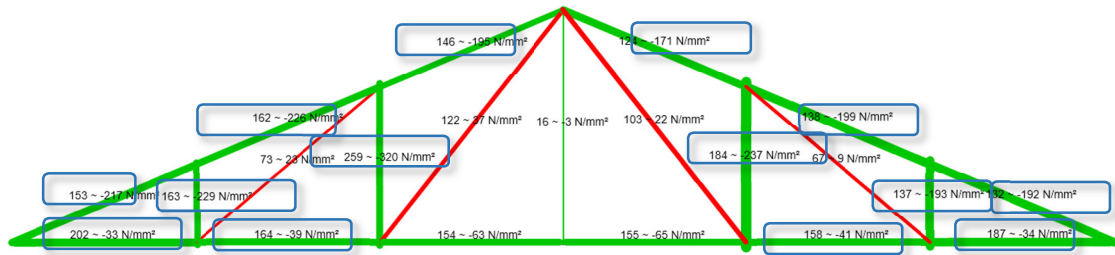
Tallants (envolupant de combinacions):



Moments (Envolupant):



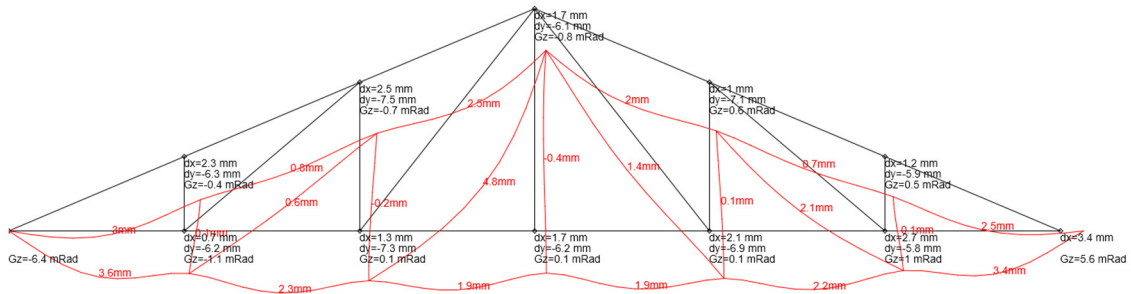
Tensions (Envolupant, amb vinclament aplicat)



Aquí és on es concentren la majoria dels problemes detectats.

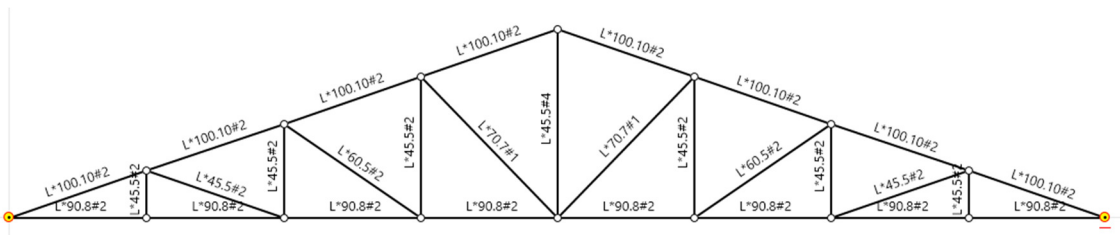
Desplaçaments (en Servei)

Desplaçament màxim de 7,3mm ($L/2100 < L/250$, $i < 10$ mm)



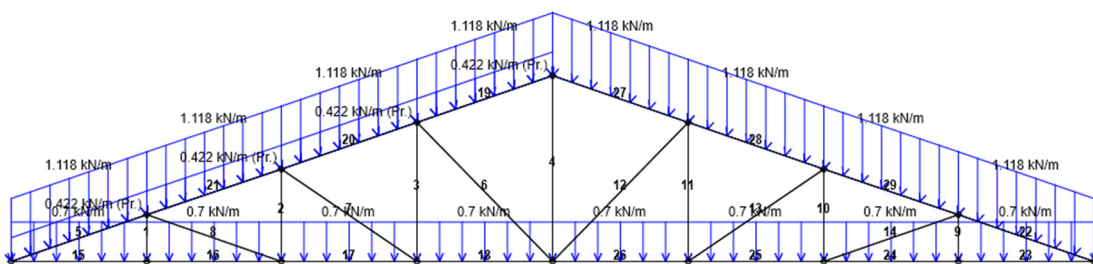
ENCAVALLADA 2

Esquema:

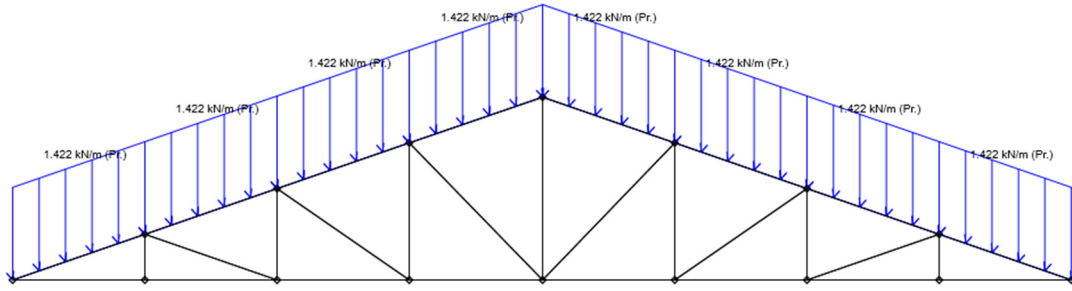


Accions:

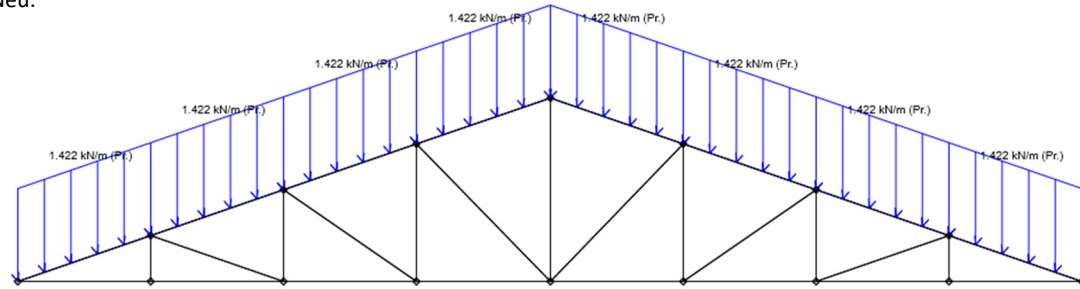
Pes propi i sobrecàrregues permanents (inclouent plaques solars)



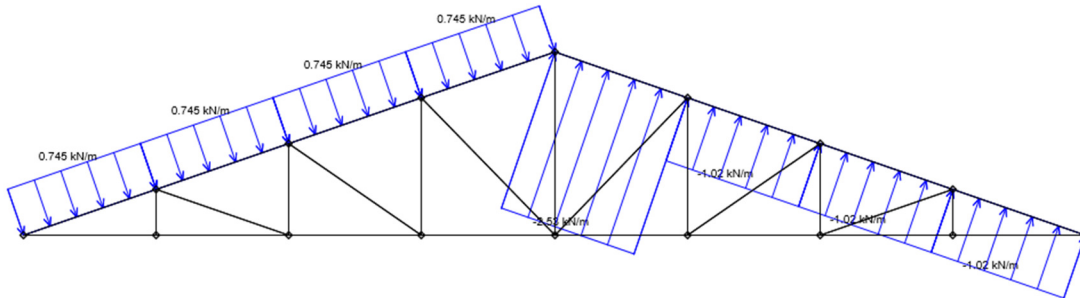
Sobrecàrregues de ús (manteniment, 0,40Kg/m²) v



Neu:



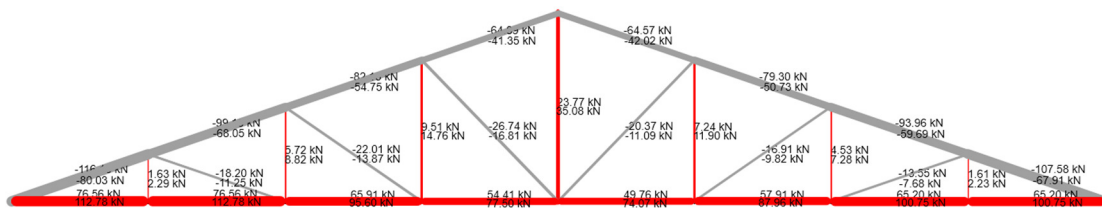
Vent +X):



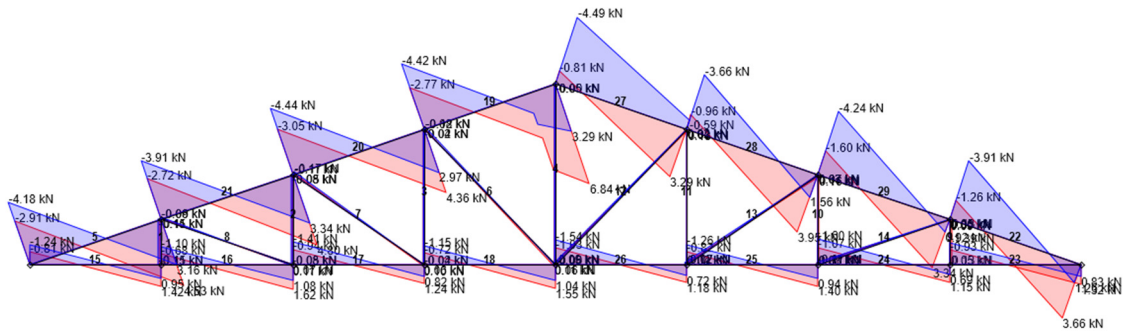
COMBINACIONS DE HIPÒTESIS, igual que Encavallada 0.

RESULTATS:

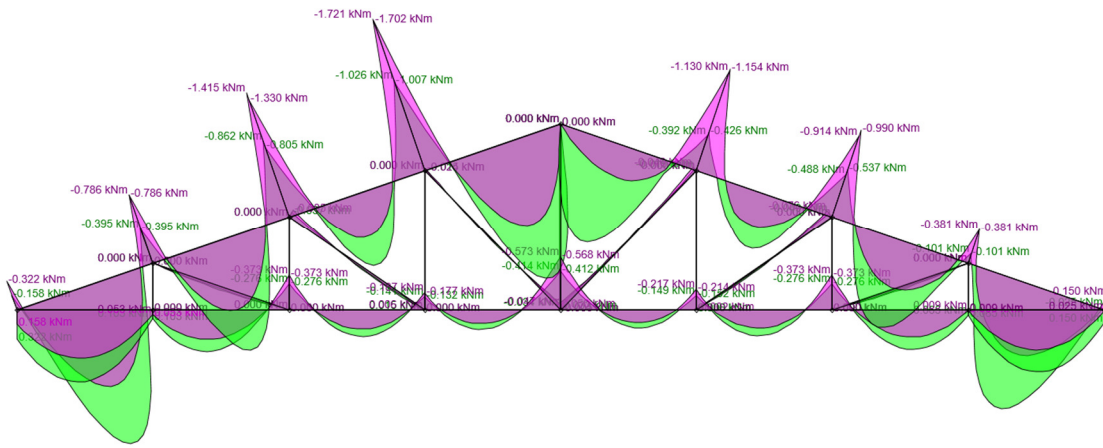
Axils (envolupant):



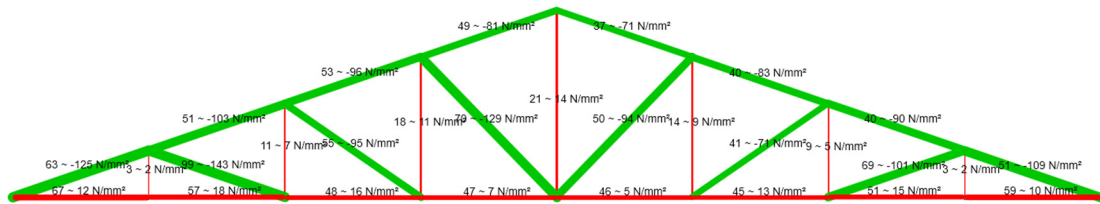
Tallants (envolupant):



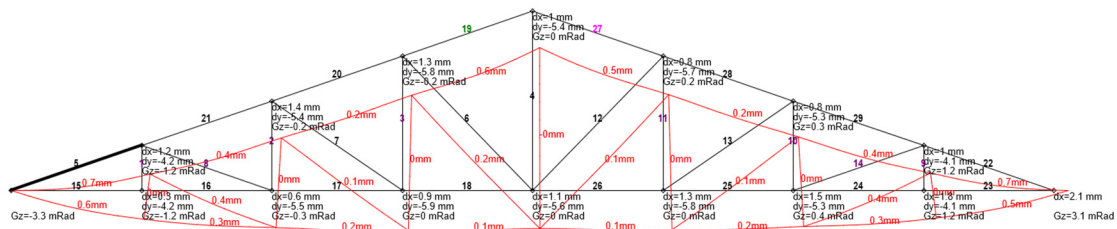
Moments (envolupant):



Tensions (Envolupant, incloent vinclament):

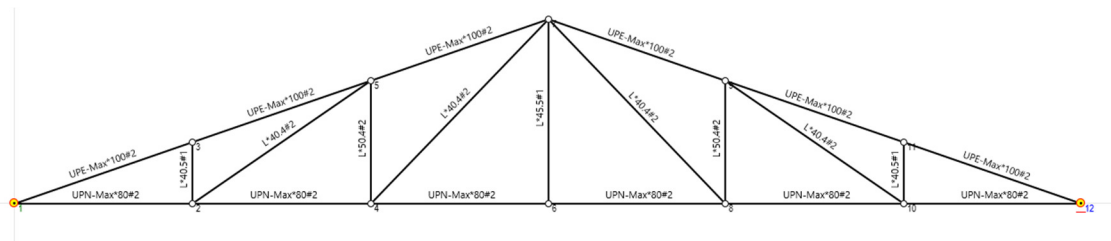


Deformacions (Servei)



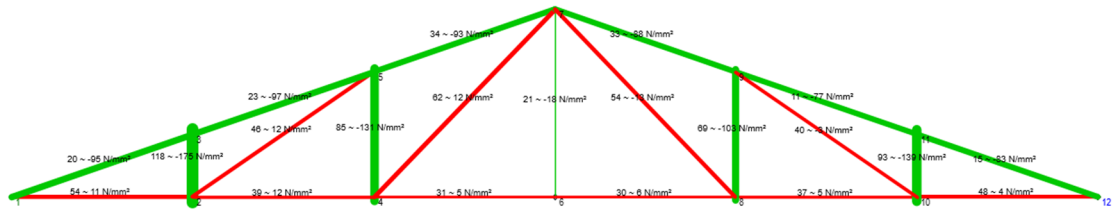
ENCAVALLADA 3-A

Esquema:



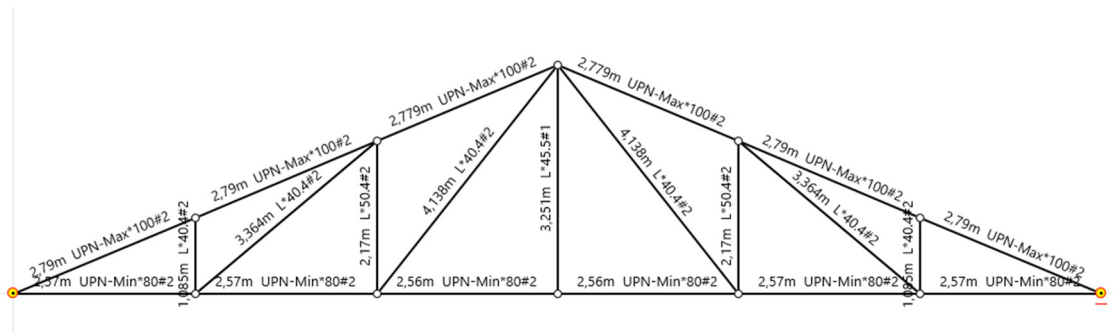
Les accions, combinacions són pràcticament iguals que en l'encavallada 2. De fet, un dels dos costats de l'encavallada té una llum lleugerament inferior (3,6m vs. 3,5m de les altres), per tant seria únicament només un increment de càrrega del 1,5%.

Els resultats de axils, tallants, moments i deformada no són especialment importants, així que es mostra el resultat de les tensions amb el pandeig incorporat.

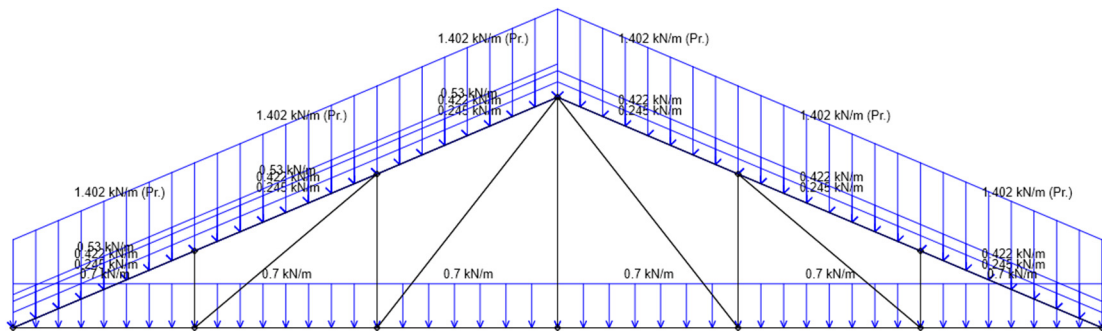


ENCAVALLADA 3-B

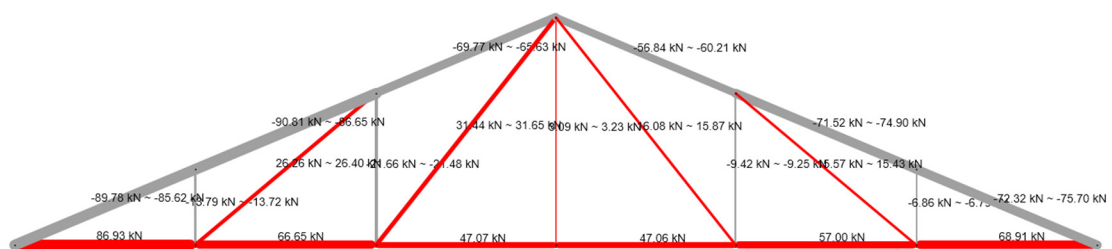
Esquema:



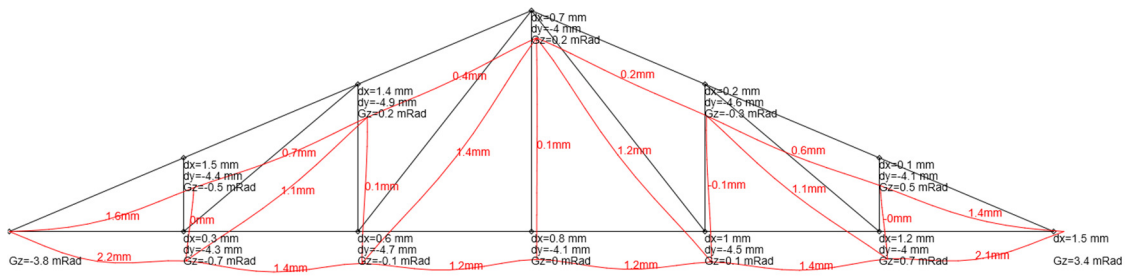
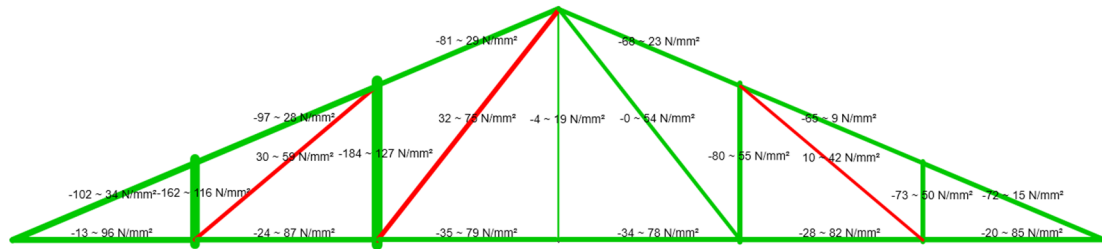
Accions (agrupades en combinació de Servei):



Axils (envolupant):

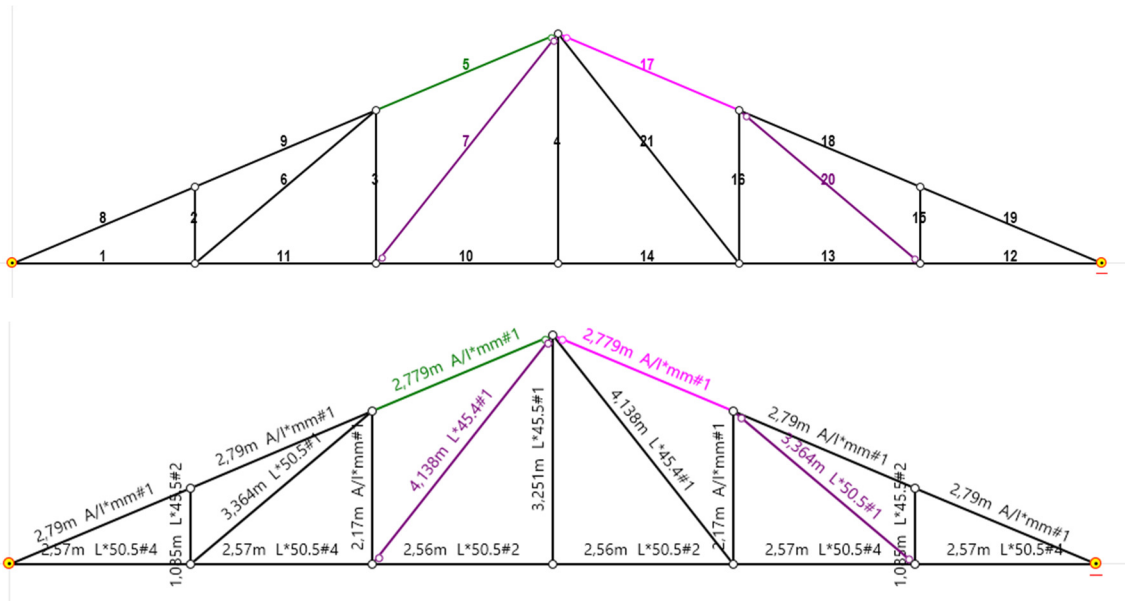


Tensions (Envolupant, incloent vinclament):



7. Annexe 2: Recàlcul encavallada 1 amb reforços

Esquemes:



Amb les seccions A/I següents.

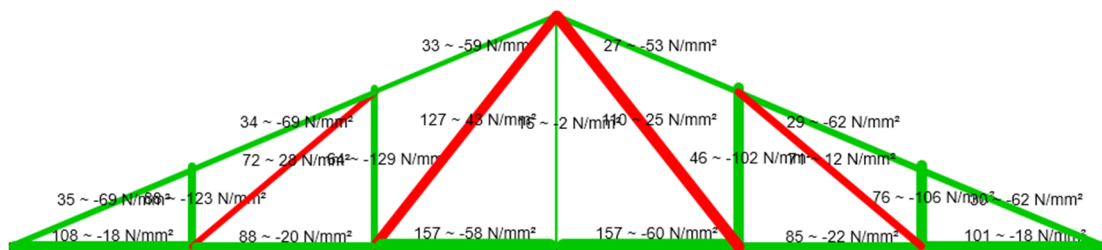
Barres 3 i 16: Area: 1721mm² Mxx: 798965 mm⁴ Myy : 595264mm⁴

Barres 8,9,5,18,18 i 19: A=4647mm² Ixx 5194447mm⁴, Myy 677243mm²

Accions, combinacions de hipòtesi, iguals a la encavallada 1

Axils, moments i tallants, molt similars.

Tensions màximes en Envolupant, incloent el pandeig:



Com es pot veure, en totes les barres la tensió màxima és sempre igual o inferior a 157N/mm².

8. Annex 3: Estat de càrregues considerats



ESTAT DE CÀRREGUES ZONA 0 I ZONA 1			
	ABANS DE LA INTERVENCIÓ	PROJECTE	
		Sense reforç	
SOLUCIÓ DE COBERTA			
Tipus de forjat	Unidireccional d'encavallada a encavallada	Unidireccional d'encavallada a encavallada	
Tipus de bigueta original	IPN 100	IPN 100	
Tipus biguetes de reforç	-		
Intereix biguetes	1,17 m	1,17 m	
Tipus de panell	Entrebigat de fibrociment en ona	Entrebigat de sandvitx acer/ Polisocianurat	
Altres			
ESTAT DE CÀRREGUES			
Pes propi (biguetes)	0,07 kN/m ²	0,07 kN/m ²	0,105 kN/m ²
Càrregues permanents Vessant nord	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,31kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² +f.s. 0,2kN/m ²)	
Càrregues permanents Vessant sud	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,43 kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2kN/m ² + pes plaques 0,12 kN/m ²)	
Sobrecàrrega d'ús	*Es desconeix quines es va tenir en compte pel càlcul	0,40 kN/m ² + puntual de 1 kN (*)	
Sobrecàrrega de neu		0,40 kN/m ²	

(*) Si es calcula una càrrega de ús distribuïda i alhora la puntual en el centre de la biga, no es compleix (per menys de 1mm) el límit de fletxa total. S'obvia aquest problema doncs es considera que aquesta situació de càrrega no es pot produir en la pràctica.

ESTAT DE CÀRREGUES ZONA 2			
	ABANS DE LA INTERVENCIÓ	PROJECTE	
		Sense reforç	Amb reforç
SOLUCIÓ DE COBERTA			
Tipus de forjat	Unidireccional d'encavallada a encavallada	Unidireccional d'encavallada a encavallada	
Tipus de bigueta original	De fusta, 75x150	De fusta, 75x150	
Tipus biguetes de reforç	-	+ Fusta 80x150	
Intereix biguetes	0,68 m	-	0.51 m
Tipus de panell	Entrebigat de fibrociment en ona	Entrebigat de sandvitx acer/ Polísocianurat	
Altres			
ESTAT DE CÀRREGUES			
Pes propi (biguetes)	0,06 kN/m ²	-	0.09 kN/m ²
Càrregues permanents	0,27 kN/m ²	0,31 kN/m ²	
Vessant nord	(0,14 kN/m ² + 0,13 kN/m ² (f.s))	(pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2 kN/m ²)	
Càrregues permanents	0,27 kN/m ²	0,43 kN/m ²	
Vessant sud	0,14 kN/m ² + 0,12 kN/m ² (f.s)	(pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2 kN/m ² + pes plaques 0,12 kN/m ²)	
Sobrecàrrega d'ús	*Es desconeix quines es va tenir en compte pel càlcul	0,40 kN/m ² + puntual de 2 kN	
Sobrecàrrega de neu		0,40 kN/m ²	

ESTAT DE CÀRREGUES ZONA 3a1			
	ABANS DE LA INTERVENCIÓ	PROJECTE	
		Sense reforç	Amb reforç
SOLUCIÓ DE COBERTA			
Tipus de forjat	Unidireccional d'encavallada a encavallada	Unidireccional d'encavallada a encavallada	
Tipus de bigueta original	De fusta, 70x180	De fusta, 70x180	
Tipus biguetes de reforç	-	-	
Intereix biguetes	0,94 m	0,94 m	-
Tipus de panell	Entrebigat de fibrociment en ona	Entrebigat de sandvitx acer/ Polisocianurat	
Altres			
ESTAT DE CÀRREGUES			
Pes propi (biguetes)	0,05 kN/m ²	0,05 kN/m ²	-
Càrregues permanents	0,16 kN/m ²	0,31kN/m ²	
Vessant nord	(0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	(pes panell 0,11 kN/m ² +f.s. 0,2kN/m ²)	
Càrregues permanents	0,16 kN/m ²	0,43 kN/m ²	
Vessant sud	(0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	(pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2kN/m ² + pes plaques 0,12 kN/m ²)	
Sobrecàrrega d'ús	*Es desconeix quines es va tenir en compte pel càlcul	0,40 kN/m ² + puntual de 1,5 kN	
Sobrecàrrega de neu		0,40 kN/m ²	

ESTAT DE CÀRREGUES ZONA 3a2			
	ABANS DE LA INTERVENCIÓ	PROJECTE	
		Sense reforç	Amb reforç
SOLUCIÓ DE COBERTA			
Tipus de forjat	Unidireccional d'encavallada a encavallada	Unidireccional d'encavallada a encavallada	
Tipus de bigueta original	De fusta, 70x180	De fusta, 70x180	
Tipus biguetes de reforç	-	-	
Intereix biguetes	0,68 m	0,68 m	-
Tipus de panell	Entrebigat de fibrociment en ona	Entrebigat de sandvitx acer/ Polisocianurat	
Altres			
ESTAT DE CÀRREGUES			
Pes propi (biguetes)	0,07 kN/m ²	0,07 kN/m ²	-
Càrregues permanents Vessant nord	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,31kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² +f.s.0,2kN/m ²)	
Càrregues permanents Vessant sud	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,43 kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2kN/m ² + pes plaques 0,12 kN/m ²)	
Sobrecàrrega d'ús	*Es desconeix quines es va tenir en compte pel càlcul	0,40 kN/m ² + puntual de 1,5 kN	
Sobrecàrrega de neu		0,40 kN/m ²	

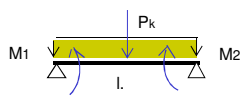
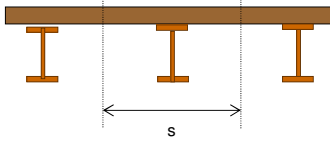
ESTAT DE CÀRREGUES ZONA 3b			
	ABANS DE LA INTERVENCIÓ	PROJECTE	
		Sense reforç	Amb reforç
SOLUCIÓ DE COBERTA			
Tipus de forjat	Unidireccional d'encavallada a encavallada	Unidireccional d'encavallada a encavallada	
Tipus de bigueta original	IPN100	IPN100	
Tipus biguetes de reforç	-		
Intereix biguetes	1,15 m	1,15m	
Tipus de panell	Entrebigat de fibrociment en ona	Entrebigat de sandvitx acer/ Polisocianurat	
Altres			
ESTAT DE CÀRREGUES			
Pes propi (biguetes)	0,07 kN/m ²	0,07 kN/m ²	0
Càrregues permanents Vessant nord	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,31kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² +f.s. 0,2kN/m ²)	
Càrregues permanents Vessant sud	0,16 kN/m ² (0,14 kN/m ² +0,02kN/m ² (f.s))	0,43kN/m ² (pes panell 0,11 kN/m ² + f.s. 0,2kN/m ² + pes plaques 0,12 kN/m ²)	
Sobrecàrrega d'ús	*Es desconeix quines es va tenir en compte pel càlcul	0,40 kN/m ² + puntual de 1,5 kN	
Sobrecàrrega de neu		0,40 kN/m ²	

9. Annex 4: Justificació dels càlculs realitzats per les biguetes

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE: **LLONCH**
 ZONA: **Naus 1, (la gran majoria), Tocant paret (tram A)**
 PLANTA: **Coberta. Sobrecàrrega de ús uniforme (0,4Kp/m²)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum **L (m)** 3,810
 Separació **s (m)** 1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(44 Kp/m²)	kN/m²	0,430
C.uniforme lineal adicional (permanent)	(0 Kp/m)	kN/m	
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)			1,905
Envans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(41 Kp/m²)	kN/m²	0,400
Sobrecàrregues de neu	(41 Kp/m²)	kN/m²	0,400
Vent (component vertical)	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,001

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic) (N/mm^2) = 275 2.806 Kp/cm2
 Minoració de l'acer γ_a = 1,00
 Tensió última $\sigma_u (N/mm^2)$ = 275,0 2.806 Kp/cm2

Mòdul elàsticitat **E (N/mm²)** 205800 2.100.000 Kp/cm2
 Mòdul elàsticitat transversal **G (N/mm²)** 79380 810.000 Kp/cm2
 Pes específic de l'acer $\gamma (t/m^3)$ = 7,85

Tipus de perfil **IPN100** index = 77
 Area **A** = 10,6 cm2
 Inercia xx **I_{xx}** = 171,0 cm4
 Inercia yy **I_{yy}** = 12,2 cm4
 Moment resistent **W_{xx}** = 34,2 cm3
 Gruix de l'ànima **e** = 4,5 mm
 Altura del perfil **h** = 100,0 mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de $q \cdot L^2$ a cubrir en centre de llum **M+ (servei) = $q \cdot L^2 / 8,0$**
 Fracció de $q \cdot L^2$ en extrems **M- (servei) = $q \cdot L^2 / 0,0$**

Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)
M_o (servei) = kN.m 2,784 $q \cdot L^2 / 8,0$

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta

M₁ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M₂ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M centre (servei) = kN.m 2,784 $q \cdot L^2 / 8,0$

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions					
Accions considerades	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,435
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,406
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,330

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	2,784 kN.m	2,923	2,923 kN
Combinacio 1	3,991 kN.m	4,190	4,190 kN
Combinacio 2	2,709 kN.m	2,844	2,844 kN
Combinacio 3	3,702 kN.m	3,887	3,887 kN

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1		Punt Mig		Extrem 2	
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	σ_1 =	0,00 N/mm2	σ_1 =	116,69 N/mm2	σ_1 =	0,00 N/mm2
	Comb. 2	σ_2 =	0,00 N/mm2	σ_2 =	79,22 N/mm2	σ_2 =	0,00 N/mm2
	Comb. 3	σ_3 =	0,00 N/mm2	σ_3 =	108,25 N/mm2	σ_3 =	0,00 N/mm2
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	τ_1 =	9,31 N/mm2	τ_1 =	0,00 N/mm2	τ_1 =	9,31 N/mm2
	Comb. 2	τ_2 =	6,32 N/mm2	τ_2 =	0,00 N/mm2	τ_2 =	6,32 N/mm2
	Comb. 3	τ_3 =	8,64 N/mm2	τ_3 =	0,00 N/mm2	τ_3 =	8,64 N/mm2
Tensió de comparació	Comb. 1	σ_{co} =	16,13 OK	σ_{co} =	116,69 OK	σ_{co} =	16,13 OK
	Comb. 2	σ_{co} =	10,95 OK	σ_{co} =	79,22 OK	σ_{co} =	10,95 OK
	Comb. 3	σ_{co} =	14,96 OK	σ_{co} =	108,25 OK	σ_{co} =	14,96 OK

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

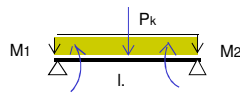
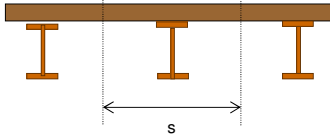
Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	4,59
Càrrega puntual permanent	0,00
Càrregues variables	3,68
Neu	3,68
Vent	0,01
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

Fletxa total **11,96** mm (L/319) **OK** **15,24** mm Limitació fletxa = L / **250**
 Fletxa activa **7,37** mm (L/517)

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE: **LLONCH**
 ZONA: **Naus 1, (la gran majoria), Tocant paret (tram A)**
 PLANTA: **Coberta. Sobrecàrrega de ús concentrada (1,5Kp)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum **L (m)** 3,810
 Separació **s (m)** 1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(44 Kp/m²)	kN/m²	0,430
C.uniforme lineal adicional (permanent)	(0 Kp/m)	kN/m	
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)		Pk (kN), Ds (m)	1,692 1,905
Envans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues de neu	(20 Kp/m²)	kN/m²	0,200
Vent (component vertical)	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,001

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic) (N/mm^2) = 275 2.806 Kp/cm2
 Minoració de l'acer γ_a = 1,00
 Tensió última $\sigma_u (N/mm^2)$ = 275,0 2.806 Kp/cm2

Mòdul elàsticitat **E (N/mm2)** 205800 2.100.000 Kp/cm2
 Mòdul elàsticitat transversal **G (N/mm2)** 79380 810.000 Kp/cm2
 Pes específic de l'acer $\gamma (t/m^3)$ = 7,85

Tipus de perfil **IPN100** index = 77
 Area **A** = 10,6 cm2
 Inercia xx **I_{xx}** = 171,0 cm4
 Inercia yy **I_{yy}** = 12,2 cm4
 Moment resistent **W_{xx}** = 34,2 cm3
 Gruix de l'ànima **e** = 4,5 mm
 Altura del perfil **h** = 100,0 mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de $q \cdot L^2$ a cubrir en centre de llum **M+ (servei) = $q \cdot L^2 / 8,0$**
 Fracció de $q \cdot L^2$ en extrems **M- (servei) = $q \cdot L^2 / 0,0$**

Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)
M_o (servei) = kN.m 3,110 $q \cdot L^2 / 8,0$

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta

M₁ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M₂ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M centre (servei) = kN.m 3,110 $q \cdot L^2 / 8,0$

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions					
Accions considerades	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,379
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,330
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,330

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	3,110 kN.m	2,420	2,420 kN
Combinacio 1	4,207 kN.m	3,292	3,292 kN
Combinacio 2	3,568 kN.m	2,621	2,621 kN
Combinacio 3	4,137 kN.m	3,218	3,218 kN

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1		Punt Mig		Extrem 2	
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	σ_1 =	0,00 N/mm2	σ_1 =	123,00 N/mm2	σ_1 =	0,00 N/mm2
	Comb. 2	σ_2 =	0,00 N/mm2	σ_2 =	104,32 N/mm2	σ_2 =	0,00 N/mm2
	Comb. 3	σ_3 =	0,00 N/mm2	σ_3 =	120,96 N/mm2	σ_3 =	0,00 N/mm2
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	τ_1 =	7,31 N/mm2	τ_1 =	2,50 N/mm2	τ_1 =	7,31 N/mm2
	Comb. 2	τ_2 =	5,82 N/mm2	τ_2 =	2,50 N/mm2	τ_2 =	5,82 N/mm2
	Comb. 3	τ_3 =	7,15 N/mm2	τ_3 =	2,50 N/mm2	τ_3 =	7,15 N/mm2
Tensió de comparació	Comb. 1	σ_{co} =	12,67 OK	σ_{co} =	123,08 OK	σ_{co} =	12,67 OK
	Comb. 2	σ_{co} =	10,09 OK	σ_{co} =	104,41 OK	σ_{co} =	10,09 OK
	Comb. 3	σ_{co} =	12,39 OK	σ_{co} =	121,04 OK	σ_{co} =	12,39 OK

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

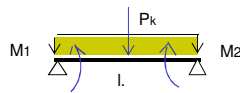
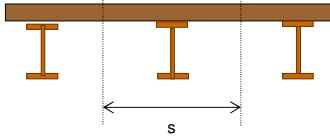
Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	4,59
Càrrega puntual permanent	5,54
Càrregues variables	0,00
Neu	1,84
Vent	0,01
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

Fletxa total **11,98** mm (L/318) **OK** **15,24** mm Limitació fletxa = L / **250**
 Fletxa activa **1,85** mm (L/2.060)

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE: **LLONCH**
 ZONA: **Naus 1, (la gran majoria)**
 PLANTA: **Coberta, Comprobació amb sobrecàrrega de ús uniforme (0,4Kp/m²)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum **L (m)** 3,500
 Separació **s (m)** 1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(24 Kp/m²)	kN/m²	0,240
C.uniforme lineal adicional (permanent)	(24 Kp/m)	kN/m	0,236
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)		Pk (kN), Ds (m)	0,000 1,750
Envans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(41 Kp/m²)	kN/m²	0,400
Sobrecàrregues de neu	(20 Kp/m²)	kN/m²	0,200
Vent (component vertical)	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,001

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic) $(N/mm^2) = 275$ 2.806 Kp/cm2
 Minoració de l'acer $\gamma_a = 1,00$
 Tensió última $\sigma_u (N/mm^2) = 275,0$ 2.806 Kp/cm2

Mòdul elàsticitat **E (N/mm2)** 205800 2.100.000 Kp/cm2
 Mòdul elàsticitat transversal **G (N/mm2)** 79380 810.000 Kp/cm2
 Pes específic de l'acer $\gamma (t/m^3) = 7,85$

Tipus de perfil **IPN100** index = 77
 Area **A = 10,6** cm2
 Inercia xx **I_{xx} = 171,0** cm4
 Inercia yy **I_{yy} = 12,2** cm4
 Moment resistent **W_{xx} = 34,2** cm3
 Gruix de l'ànima **e = 4,5** mm
 Altura del perfil **h = 100,0** mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de $q \cdot L^2$ a cubrir en centre de llum **M+ (servei) = $q \cdot L^2 / 8,0$**
 Fracció de $q \cdot L^2$ en extrems **M- (servei) = $q \cdot L^2 / 0,0$**

Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)
M_o (servei) = kN.m 2,006 $q \cdot L^2 / 8,0$

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta

M₁ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M₂ (servei) = kN.m 0,000 $q \cdot L^2 / 0,0$
M centre (servei) = kN.m 2,006 $q \cdot L^2 / 8,0$

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions					
Accions considerades	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,422
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,405
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,330

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	2,006 kN.m	2,292	2,292 kN
Combinacio 1	2,850 kN.m	3,257	3,257 kN
Combinacio 2	2,310 kN.m	2,640	2,640 kN
Combinacio 3	2,668 kN.m	3,049	3,049 kN

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1		Punt Mig		Extrem 2	
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	$\sigma_1 = 0,00$	N/mm2	$\sigma_1 = 83,32$	N/mm2	$\sigma_1 = 0,00$	N/mm2
	Comb. 2	$\sigma_2 = 0,00$	N/mm2	$\sigma_2 = 67,55$	N/mm2	$\sigma_2 = 0,00$	N/mm2
	Comb. 3	$\sigma_3 = 0,00$	N/mm2	$\sigma_3 = 78,00$	N/mm2	$\sigma_3 = 0,00$	N/mm2
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	$\tau_1 = 7,24$	N/mm2	$\tau_1 = 0,00$	N/mm2	$\tau_1 = 7,24$	N/mm2
	Comb. 2	$\tau_2 = 5,87$	N/mm2	$\tau_2 = 0,00$	N/mm2	$\tau_2 = 5,87$	N/mm2
	Comb. 3	$\tau_3 = 6,78$	N/mm2	$\tau_3 = 0,00$	N/mm2	$\tau_3 = 6,78$	N/mm2
Tensió de comparació	Comb. 1	$\sigma_{co} = 12,54$	OK	$\sigma_{co} = 83,32$	OK	$\sigma_{co} = 12,54$	OK
	Comb. 2	$\sigma_{co} = 10,16$	OK	$\sigma_{co} = 67,55$	OK	$\sigma_{co} = 10,16$	OK
	Comb. 3	$\sigma_{co} = 11,74$	OK	$\sigma_{co} = 78,00$	OK	$\sigma_{co} = 11,74$	OK

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

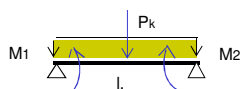
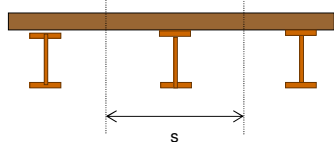
Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	3,34
Càrrega puntual permanent	0,00
Càrregues variables	2,62
Neu	1,31
Vent	0,01
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

Fletxa total **7,27** mm (L/481) **OK** **14,00** mm Limitació fletxa = L / **250**
 Fletxa activa **3,94** mm (L/889)

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE:	LLONCH
ZONA:	Naus 1, (la gran majoria)
PLANTA:	Coberta, Comprovació amb sobrecàrrega de ús concentrada (1,5Kp)

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum	L (m)	3,500
Separació	s (m)	1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(24 Kp/m²)	kN/m²	0,240
C.uniforme lineal adicional (permanent)	(24 Kp/m)	kN/m	0,236
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)	Pk (kN), Ds (m)		1,500 1,750
Envans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues de neu	(20 Kp/m²)	kN/m²	0,200
Vent (component vertical)	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,001

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic)	(N/mm²) =	275	2.806 Kp/cm²
Minoració de l'acer	γ_a =	1,00	
Tensió última	σ_u (N/mm²) =	275,0	2.806 Kp/cm²

Mòdul elàsticitat	E (N/mm²) =	205800	2.100.000 Kp/cm²
Mòdul elàsticitat transversal	G (N/mm²) =	79380	810.000 Kp/cm²
Pes específic de l'acer	γ (t/m³) =	7,85	

Tipus de perfil	IPN100	index = 77
Area	A =	10,6 cm²
Inèrcia xx	I _{xx} =	171,0 cm⁴
Inèrcia yy	I _{yy} =	12,2 cm⁴
Moment resistent	W _{xx} =	34,2 cm³
Gruix de l'ànima	e =	4,5 mm
Altura del perfil	h =	100,0 mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de q*L² a cubrir en centre de llum	M+ (servei) =	q*L²/8,0
Fracció de q*L² en extrems	M- (servei) =	q*L²/0,0

Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)	Mo (servei) =	kN.m 2,596	q*L²/8,0
---	---------------	------------	----------

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta	M1 (servei) =	kN.m 0,000	q*L²/0,0
	M2 (servei) =	kN.m 0,000	q*L²/0,0
	M centre (servei) =	kN.m 2,596	q*L²/8,0

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions					
Accions considerades	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,378
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,330
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,330

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	2,596 kN.m	2,216	2,216 kN
Combinacio 1	3,511 kN.m	3,015	3,015 kN
Combinacio 2	2,972 kN.m	2,399	2,399 kN
Combinacio 3	3,452 kN.m	2,948	2,948 kN

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1		Punt Mig		Extrem 2	
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	σ_1 =	0,00 N/mm²	σ_1 =	102,67 N/mm²	σ_1 =	0,00 N/mm²
	Comb. 2	σ_2 =	0,00 N/mm²	σ_2 =	86,89 N/mm²	σ_2 =	0,00 N/mm²
	Comb. 3	σ_3 =	0,00 N/mm²	σ_3 =	100,94 N/mm²	σ_3 =	0,00 N/mm²
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	τ_1 =	6,70 N/mm²	τ_1 =	2,22 N/mm²	τ_1 =	6,70 N/mm²
	Comb. 2	τ_2 =	5,33 N/mm²	τ_2 =	2,22 N/mm²	τ_2 =	5,33 N/mm²
	Comb. 3	τ_3 =	6,55 N/mm²	τ_3 =	2,22 N/mm²	τ_3 =	6,55 N/mm²
Tensió de comparació	Comb. 1	σ_{co} =	11,61 OK	σ_{co} =	102,74 OK	σ_{co} =	11,61 OK
	Comb. 2	σ_{co} =	9,23 OK	σ_{co} =	86,98 OK	σ_{co} =	9,23 OK
	Comb. 3	σ_{co} =	11,35 OK	σ_{co} =	101,01 OK	σ_{co} =	11,35 OK

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

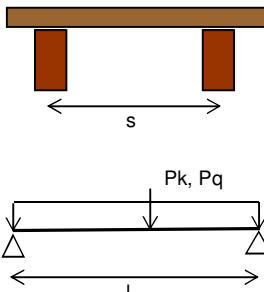
Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	3,34
Càrrega puntual permanent	3,81
Càrregues variables	0,00
Neu	1,31
Vent	0,01
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

Fletxa total	8,46 mm (L/414)	OK	14,00 mm	Limitació fletxa = L / 250
Fletxa activa	1,32 mm (L/2.658)			

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **LLONCH**
 Zona: **encavallada 2. Biguetes de fusta existents, vessant sud**
 Forjat: **coberta. Càrrega de ús concentrada (1,5Kp en ELU)**

DADES GENRALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	150
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,50
Separació	s (m)	0,68
Inèrcia	I (mm ⁴)	2,0E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	262500
Àrea	A (mm ²)	10500
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)	c18		
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^è percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)		1		
Minoració de la fusta	γ_M	1,3		
Pes propi forjat	(6Kp/m ²) kN/m ²	0,06	P	
Sobrecàrregues permanents	(44Kp/m ²) kN/m ²	0,43	P	
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²) Pk (kN)		P	Ψ_0
Envans	(0Kp/m ²) kN/m ²		L	0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(153Kp/m ²) Pq (kN)	1,5	L	0,7
Sobrecàrregues d'ús	(0Kp/m ²) kN/m ²	0,00	M	0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²) kN/m ²	0,40	C	0,6
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²) kN/m ²	0,20	C	0,6

(P=Perm., L=Larga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Larga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
CP+US	1,35	1,5	0	0	0,80
CP+us+NEU	1,35	0	1,5	0,6	0,90
CP+us+VENT	1,35	0	0,5	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	2,65 kN.m	1,91 kN
Combinacio 2	1,43 kN.m	1,64 kN
Combinacio 3	1,21 kN.m	1,38 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm) 3,76	2,26
Variables	(mm) 7,83	3,91
Neu	(mm) 4,54	0,00
Vent	(mm) 2,27	0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	14,63 mm	ERROR	11,67 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	18,55 mm	ERROR	17,50 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	18,8 mm	ERROR	17,50 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		15,0 mm	No Adm.	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

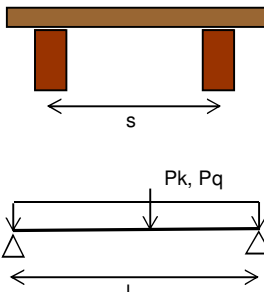
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	10,111 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	5,4666 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	4,5939 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,2726 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2343 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,1969 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **LLONCH**
 Zona: **encavallada 2. Biguetes de fusta existents, vessant nord.**
 Forjat: **coberta. Càrrega de ús Puntual (1,5kN)**

DADES GENRALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	150
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,50
Separació	s (m)	0,68
Inèrcia	I (mm ⁴)	2,0E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	262500
Àrea	A (mm ²)	10500
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)			c18
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^è percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)			1
Minoració de la fusta	γ_M		1,3
Pes propi forjat	(6Kp/m ²)	kN/m ²	0,06 P
Sobrecàrregues permanents	(32Kp/m ²)	kN/m ²	0,31 P
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²)	Pk (kN)	P
Envans	(0Kp/m ²)	kN/m ²	L 0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(153Kp/m ²)	Pq (kN)	1,5 L 0,7
Sobrecàrregues d'ús	(0Kp/m ²)	kN/m ²	0,00 M 0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²)	kN/m ²	0,40 C 0,6
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²)	kN/m ²	0,20 C 0,6

(P=Perm., L=Llarga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions				
	Perman Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
CP+US	1,35	1,5	0	0,80
CP+us+NEU	1,35	0	1,5	0,90
CP+us+VENT	1,35	0	0,5	1,5

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	2,49 kN.m	1,72 kN
Combinacio 2	1,27 kN.m	1,45 kN
Combinacio 3	1,04 kN.m	1,19 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm)	2,83 1,70
Variables	(mm)	7,83 3,91
Neu	(mm)	4,54 0,00
Vent	(mm)	2,27 0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	14,63 mm	ERROR	11,67 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	18,55 mm	ERROR	17,50 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	17,3 mm	OK	17,50 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		14,5 mm	No Adm.	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

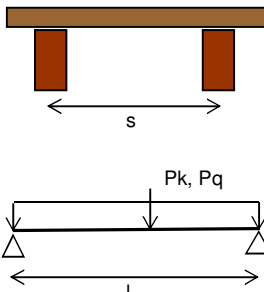
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	9,468 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	4,824 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	3,9513 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,2451 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2067 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,1693 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **LLONCH**
 Zona: **encavallada 2. Biguetes de fusta existents + reforç, vessant sud**
 Forjat: **coberta. Càrrega de ús PUNTUAL (150Kp)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	150
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,50
Separació	s (m)	0,45
Inèrcia	I (mm ⁴)	2,0E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	262500
Àrea	A (mm ²)	10500
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)	c18		
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^è percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)	1			
Minoració de la fusta	γ_M	1,3		
Pes propi forjat	(9Kp/m ²)	kN/m ²	0,09	P
Sobrecàrregues permanents	(44Kp/m ²)	kN/m ²	0,43	P
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²)	Pk (kN)		P
Envans	(0Kp/m ²)	kN/m ²		L
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(0Kp/m ²)	Pq (kN)	0	L
Sobrecàrregues d'ús	(41Kp/m ²)	kN/m ²	0,40	M
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²)	kN/m ²	0,40	C
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²)	kN/m ²	0,20	C

(P=Perm., L=Llarga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
CP+US	1,35	1,5	0	0	0,80
CP+us+NEU	1,35	0	1,5	0,6	0,90
CP+us+VENT	1,35	0	0,5	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	0,90 kN.m	1,03 kN
Combinacio 2	0,98 kN.m	1,12 kN
Combinacio 3	0,83 kN.m	0,95 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm)	2,65
Variables	(mm)	2,06
Neu	(mm)	4,54
Vent	(mm)	2,27

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	8,86 mm	OK	11,67 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	9,37 mm	OK	17,50 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	10,6 mm	OK	17,50 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		7,9 mm	OK	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

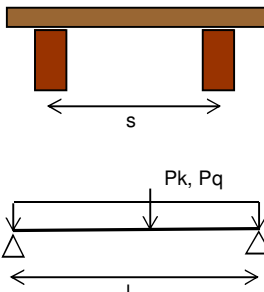
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	3,4297 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	3,747 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	3,1653 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,147 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,1606 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,1357 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **escola IIIa**
 Zona: **3-A (sobre oficines)**
 Forjat: **Coberta, estructura existent amb noves càrregues. US concentrada (150Kp)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	180
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,69
Separacio	s (m)	0,94
Inèrcia	I (mm ⁴)	3,4E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	378000
Àrea	A (mm ²)	12600
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)			c18
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^o percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)			1		
Minoració de la fusta	γ_M		1,3		
Pes propi forjat	(5Kp/m ²)	kN/m ²	0,05	P	
Sobrecàrregues permanents	(44Kp/m ²)	kN/m ²	0,43	P	
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²)	Pk (kN)	0	P	Ψ_0
Envans	(0Kp/m ²)	kN/m ²	0,00	L	0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(153Kp/m ²)	Pq (kN)	1,5	L	0,7
Sobrecàrregues d'ús	(0Kp/m ²)	kN/m ²	0,00	M	0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²)	kN/m ²	0,40	C	0,5
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²)	kN/m ²	0,20	C	0,6

(P=Perm., L=Larga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
Combinacio 1	1,35	1,5	0	0	0,80
Combinacio 2	1,35	0	1,5	0,9	0,90
Combinacio 3	1,35	0	0,75	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	3,11 kN.m	2,25 kN
Combinacio 2	2,28 kN.m	2,48 kN
Combinacio 3	2,00 kN.m	2,16 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm) 3,69	2,21
Variables	(mm) 5,36	2,68
Neu	(mm) 3,27	0,00
Vent	(mm) 1,63	0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	10,27 mm	OK	12,30 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	12,95 mm	OK	18,45 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	14,8 mm	OK	18,45 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		11,1 mm	No Adm.	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

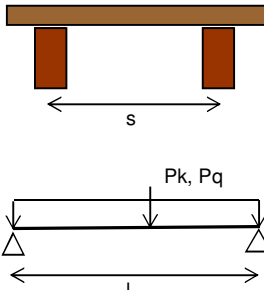
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	8,2333 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	6,0436 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	5,2817 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,2677 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2948 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,2576 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **escola IIIa**
 Zona: **3-A (sobre oficines). Vessant nord**
 Forjat: **Coberta, estructura existent amb noves càrregues. US concentrada (150Kp)**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	180
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,69
Separació	s (m)	0,94
Inèrcia	I (mm ⁴)	3,4E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	378000
Àrea	A (mm ²)	12600
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)			c18
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^o percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)		1		
Minoració de la fusta	γ_M	1,3		
Pes propi forjat	(5Kp/m ²) kN/m ²	0,05	P	
Sobrecàrregues permanents	(32Kp/m ²) kN/m ²	0,31	P	
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²) Pk (kN)	0	P	Ψ_0
Envans	(0Kp/m ²) kN/m ²	0,00	L	0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(153Kp/m ²) Pq (kN)	1,5	L	0,7
Sobrecàrregues d'ús	(0Kp/m ²) kN/m ²	0,00	M	0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²) kN/m ²	0,40	C	0,5
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²) kN/m ²	0,20	C	0,6

(P=Perm., L=Llarga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
Combinacio 1	1,35	1,5	0	0	0,80
Combinacio 2	1,35	0	1,5	0,9	0,90
Combinacio 3	1,35	0	0,75	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	2,85 kN.m	1,97 kN
Combinacio 2	2,03 kN.m	2,20 kN
Combinacio 3	1,74 kN.m	1,88 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm) 2,77	1,66
Variables	(mm) 5,36	2,68
Neu	(mm) 3,27	0,00
Vent	(mm) 1,63	0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	10,27 mm	OK	12,30 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	12,95 mm	OK	18,45 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	13,3 mm	OK	18,45 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		10,6 mm	No Adm.	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

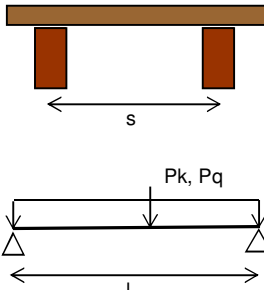
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	7,5476 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	5,3579 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	4,596 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,2342 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2614 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,2242 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **escola IIIa**
 Zona: **3-A**
 Forjat: **Coberta - Càrrega de Ús distribuïda**

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	180
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,50
Separació	s (m)	0,68
Inèrcia	I (mm ⁴)	3,4E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	378000
Àrea	A (mm ²)	12600
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)			c18
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^è percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)		1		
Minoració de la fusta	γ_M	1,3		
Pes propi forjat	(7Kp/m ²) kN/m ²	0,07	P	
Sobrecàrregues permanents	(44Kp/m ²) kN/m ²	0,43	P	
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²) Pk (kN)		P	Ψ_0
Envans	(0Kp/m ²) kN/m ²		L	0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(0Kp/m ²) Pq (kN)		L	0,7
Sobrecàrregues d'ús	(41Kp/m ²) kN/m ²	0,40	M	0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²) kN/m ²	0,40	C	0,6
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²) kN/m ²	0,20	C	0,6

(P=Perm., L=Llarga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
CP+US	1,35	1,5	1,5	0	0,80
CP+us+NEU	1,35	1,05	1,5	0,9	0,90
CP+us+VENT	1,35	1,05	0,9	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	1,95 kN.m	2,23 kN
Combinacio 2	1,95 kN.m	2,23 kN
Combinacio 3	1,83 kN.m	2,09 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm) 2,25	1,35
Variables	(mm) 1,81	0,45
Neu	(mm) 2,66	0,00
Vent	(mm) 1,33	0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	5,79 mm	OK	11,67 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	6,24 mm	OK	17,50 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	7,8 mm	OK	17,50 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		5,6 mm	OK	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

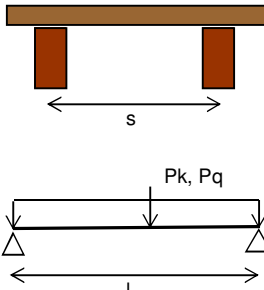
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	5,1612 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	5,1612 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	4,8307 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,2654 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2654 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,2484 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES DE FUSTA

Expedient: **escola IIIa**
 Zona: **3-A**
 Forjat: **Coberta - Càrrega de Ús Puntual**

DADES GENRALS. GEOMETRIA



Base	b (mm)	70
h	h (mm)	180
Arriostrat (0,1)		1
Factor càrrega compartida		1 kls
Llum	l (m)	3,50
Separació	s (m)	0,68
Inèrcia	I (mm ⁴)	3,4E+07
Mòdul Resistent	W (mm ³)	378000
Àrea	A (mm ²)	12600
Coefficient d'area de tallant		0,66667

CARACTERISTIQUES FUSTA

Classe resistent (Cxx, Dxx, GLxxh)	c18		
Flexió	f _{m,k}	N/mm ²	18,0
Tracció Paral·lela	f _{t,0,k}	N/mm ²	11,0
Tracció perpendicular	f _{t,90,k}	N/mm ²	0,3
compressió paralela	f _{c,0,k}	N/mm ²	18,0
compressió perpendicular	f _{c,90,k}	N/mm ²	4,8
Tallant	f _{v,k}	N/mm ²	2,0
<i>Propietats de rigidesa:</i>			
Modul d'elasticitat paral·lel mig	E _{0,mig}	kN/mm ²	9,00
Modul elasticitat paral·lel 5 ^è percentil	E _{0,k}	kN/mm ²	6,00
Modul d'elasticitat perpendicular mig	E _{90,mig}	kN/mm ²	0,30
Modul de tallant mig	G	kN/mm ²	0,56
Densitat característica		Kg/m ³	320,0
Densitat mitja		Kg/m ³	380,0

ESTAT DE CÀRREGUES I ACCIONS (sense majorar)

Classe de servei (1,2 o 3)		1			
Minoració de la fusta	γ_M	1,3			
Pes propi forjat	(7Kp/m ²)	kN/m ²	0,07	P	
Sobrecàrregues permanents	(44Kp/m ²)	kN/m ²	0,43	P	
Sobrecàrrega perm. concentrada	(0Kp/m ²)	Pk (kN)		P	Ψ_0
Envans	(0Kp/m ²)	kN/m ²		L	0,7
Sobrecàrrega Variab. concentrac	(153Kp/m ²)	Pq (kN)	1,5	L	0,7
Sobrecàrregues d'ús	(0Kp/m ²)	kN/m ²		M	0,7
Sobrecàrregues de neu	(41Kp/m ²)	kN/m ²	0,40	C	0,6
Vent (component vertical)	(20Kp/m ²)	kN/m ²	0,20	C	0,6

(P=Perm., L=Llarga Durada, M=Mitja, C=Curta, I=Instantània)

COEFICIENTS I COMBINACIONS

Coeficients per classe de servei		Kmod	Kdef
C	Curta durada	0,9	0
I	Instantània	1,1	0
L	Llarga duració	0,7	0,5
M	Durada mitja	0,8	0,25
P	Permanent	0,6	0,6

Combinacions considerades per comprovar tensions					
	Perman	Sob. Ús	Neu	Vent	Kmod
CP+US	1,35	0	1,5	0	0,80
CP+us+NEU	1,35	1,05	1,5	0,9	0,90
CP+us+VENT	1,35	1,05	0,9	1,5	0,90

Esforsos per vigueta (Majorats)	M*	Tallant V*
Combinacio 1	1,33 kN.m	1,52 kN
Combinacio 2	2,89 kN.m	2,52 kN
Combinacio 3	2,77 kN.m	2,37 kN

Fletxa de flexió i tallant	Instantània	Diferida
Permanents	(mm) 2,25	1,35
Variables	(mm) 4,60	2,30
Neu	(mm) 2,66	0,00
Vent	(mm) 1,33	0,00

EFFECTES DE LES ACCIONS

Comprovació de fletxes (EC5, 4.3.1)

Fletxa instantània de càrregues variables	U _{2,inst}	8,58 mm	OK	11,67 mm	U _{2,inst}	L / 300
Fletxa de variables amb fluència	U _{2,fin}	10,88 mm	OK	17,50 mm	U _{2,fin}	L / 200
Fletxa total amb fluència	U _{net,fin}	11,1 mm	OK	17,50 mm	U _{net,fin}	L / 200
Fletxa activa (diferida perm.+total variab.)		8,8 mm	OK	10,00 mm	Comprovació genèrica recomanable.	

COMPROVACIO DE TENSIONS

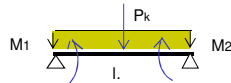
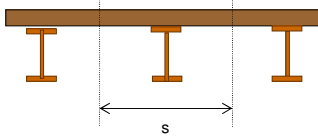
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 1	$\sigma_{m,d}$	3,5084 N/mm ²	OK	11,08 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 2	$\sigma_{m,d}$	7,6501 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a flexió	Comb. 3	$\sigma_{m,d}$	7,3196 N/mm ²	OK	12,46 N/mm ²	f _{m,d} Resist. de càlcul a flexió
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 1	τ_d	0,1804 N/mm ²	OK	1,23 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 2	τ_d	0,2997 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant
Valor de càlcul tensió a tallant	Comb. 3	τ_d	0,2827 N/mm ²	OK	1,38 N/mm ²	f _{v,d} Resist. de càlcul a tallant

VALORS DE CàLCUL DE LA FUSTA

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE: LLONCH
ZONA: Encavallades 3, tram E, al costat de taller ceràmica.
PLANTA: coberta. Sobrecàrrega de ús repartida.

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum **L (m)** 3,950
 Separació **s (m)** 1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(23 Kp/m²)	kN/m²	0,230
C.uniforme lineal addicional (permanent)	(24 Kp/m)	kN/m	0,236
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)	Pk (kN), Ds (m)		0,000 1,975
Ervans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(41 Kp/m²)	kN/m²	0,400
Sobrecàrregues de neu	(20 Kp/m²)	kN/m²	0,200
Vent (component vertical)	(12 Kp/m²)	kN/m²	0,120

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic)	(N/mm²) =	275	2.806 Kp/cm²
Minoració de l'acer	γ_a =	1,00	
Tensió última	σ_u (N/mm²) =	275,0	2.806 Kp/cm²
Mòdul elàsticitat	E (N/mm²) =	205800	2.100.000 Kp/cm²
Mòdul elàsticitat transversal	G (N/mm²) =	79380	810.000 Kp/cm²
Pes específic de l'acer	γ (t/m³) =	7,85	

Tipus de perfil	IPN100	index = 77
Area	A =	10,6 cm²
Inercia xx	I_{xx} =	171,0 cm⁴
Inercia yy	I_{yy} =	12,2 cm⁴
Moment resistent	W_{xx} =	34,2 cm³
Gruix de l'ànima	e =	4,5 mm
Altura del perfil	h =	100,0 mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de $q \cdot L^2$ a cubrir en centre de llum **M+ (servei) =** $q \cdot L^2 / 8,0$
 Fracció de $q \cdot L^2$ en extrems **M- (servei) =** $q \cdot L^2 / 0,0$

Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)
M_o (servei) = kN.m **2,806** $q \cdot L^2 / 8,0$

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta

M₁ (servei) =	kN.m	0,000	$q \cdot L^2 / 0,0$
M₂ (servei) =	kN.m	0,000	$q \cdot L^2 / 0,0$
M centre (servei) =	kN.m	2,806	$q \cdot L^2 / 8,0$

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
Accions considerades					
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,423
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,417
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,330

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	2,806 kN.m	2,841	2,841 kN
Combinacio 1	3,599 kN.m	3,644	3,644 kN
Combinacio 2	3,323 kN.m	3,365	3,365 kN
Combinacio 3	3,731 kN.m	3,779	3,779 kN

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1	Punt Mig	Extrem 2
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	$\sigma_1 = 0,00$ N/mm²	$\sigma_1 = 105,23$ N/mm²	$\sigma_1 = 0,00$ N/mm²
	Comb. 2	$\sigma_2 = 0,00$ N/mm²	$\sigma_2 = 97,16$ N/mm²	$\sigma_2 = 0,00$ N/mm²
	Comb. 3	$\sigma_3 = 0,00$ N/mm²	$\sigma_3 = 109,11$ N/mm²	$\sigma_3 = 0,00$ N/mm²
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	$\tau_1 = 8,10$ N/mm²	$\tau_1 = 0,00$ N/mm²	$\tau_1 = 8,10$ N/mm²
	Comb. 2	$\tau_2 = 7,48$ N/mm²	$\tau_2 = 0,00$ N/mm²	$\tau_2 = 7,48$ N/mm²
	Comb. 3	$\tau_3 = 8,40$ N/mm²	$\tau_3 = 0,00$ N/mm²	$\tau_3 = 8,40$ N/mm²
Tensió de comparació	Comb. 1	$\sigma_{co} = 14,03$ OK	$\sigma_{co} = 105,23$ OK	$\sigma_{co} = 14,03$ OK
	Comb. 2	$\sigma_{co} = 12,95$ OK	$\sigma_{co} = 97,16$ OK	$\sigma_{co} = 12,95$ OK
	Comb. 3	$\sigma_{co} = 14,54$ OK	$\sigma_{co} = 109,11$ OK	$\sigma_{co} = 14,54$ OK

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	5,30
Càrrega puntual permanent	0,00
Càrregues variables	4,25
Neu	2,13
Vent	1,28
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

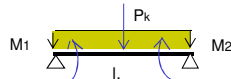
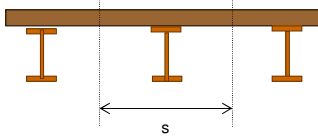
Fletxa total mm (L/305) mm Limitació fletxa = L /

Fletxa activa mm (L/516)

COMPROVACIO DE BIGUETES METÀL·LIQUES

PROJECTE: LLONCH
ZONA: Encavallades 3, tram E, al costat de taller ceràmica.
PLANTA: coberta. Sobrecàrrega de ús Puntual (C2)

DADES GENERALS. GEOMETRIA



Llum **L (m)** 3,950
 Separació **s (m)** 1,180

Pes propi biguetes metàl·liques	(7 Kp/m²)	kN/m²	0,069
Càrregues permanents + pes propi del forjat	(23 Kp/m²)	kN/m²	0,230
C.uniforme lineal addicional (permanent)	(24 Kp/m)	kN/m	0,236
C.perm.puntual i distància al suport (per bigueta)	Pk (kN), Ds (m)		1,692 1,975
Ervans	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues d'ús	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Sobrecàrregues de neu	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000
Vent (component vertical)	(0 Kp/m²)	kN/m²	0,000

CARACTERISTIQUES DE L'ACER I DEL PERFIL

Tipus d'acer (límit elàstic)	(N/mm²) =	275	2.806 Kp/cm²
Minoració de l'acer	γ_a =	1,00	
Tensió última	σ_u (N/mm²) =	275,0	2.806 Kp/cm²
Mòdul elàsticitat	E (N/mm²) =	205800	2.100.000 Kp/cm²
Mòdul elàsticitat transversal	G (N/mm²) =	79380	810.000 Kp/cm²
Pes específic de l'acer	γ (t/m³) =	7,85	

Tipus de perfil	IPN100	index = 77
Area	A =	10,6 cm²
Inercia xx	I _{xx} =	171,0 cm⁴
Inercia yy	I _{yy} =	12,2 cm⁴
Moment resistent	W _{xx} =	34,2 cm³
Gruix de l'ànima	e =	4,5 mm
Altura del perfil	h =	100,0 mm

DISTRIBUCIO DE FLEXIONS EN LA BIGUETA

Fracció de $q \cdot L^2$ a cubrir en centre de llum	M+ (servei) =	$q \cdot L^2 / 8,0$
Fracció de $q \cdot L^2$ en extrems	M- (servei) =	$q \cdot L^2 / 0,0$
Flector isostàtic sota càrrega total, en condicions de servei (per bigueta)	M _o (servei) =	kN.m 2,819 $q \cdot L^2 / 8,0$

Flectors en servei, sota càrrega total. Valors per bigueta			
M ₁ (servei) =	kN.m	0,000	$q \cdot L^2 / 0,0$
M ₂ (servei) =	kN.m	0,000	$q \cdot L^2 / 0,0$
M centre (servei) =	kN.m	2,819	$q \cdot L^2 / 8,0$

COMBINACIONS D'ACCIONS

Combinacions considerades per a comprovar tensions	Permanent	Sob. Ús	Neu	Vent	Mig
CP+US+NEU	1,33	1,5	1,5	0	1,330
CP+US+VENT	1,33	1,5	0	1,5	1,330
CP+US+NEU+VENT	1,33	1,33	1,33	1,33	NC

ESFORÇOS

Esforç per bigueta	M* (centre)	v1*	v2* (extrems)
Servei	2,819 kN.m	2,009	2,009 kN
Combinacio 1	3,750 kN.m	2,672	2,672 kN
Combinacio 2	3,750 kN.m	2,672	2,672 kN
Combinacio 3	NC	NC	NC

COMPROVACIO DE TENSIONS

		Extrem 1		Punt Mig	Extrem 2		
Tensió normal (flexió)	Comb. 1	$\sigma_1 =$	0,00 N/mm²	$\sigma_1 =$	109,64 N/mm²	$\sigma_1 =$	0,00 N/mm²
	Comb. 2	$\sigma_2 =$	0,00 N/mm²	$\sigma_2 =$	109,64 N/mm²	$\sigma_2 =$	0,00 N/mm²
	Comb. 3	$\sigma_3 =$	NC	$\sigma_3 =$	NC	$\sigma_3 =$	NC
Tensió tangencial (tallant)	Comb. 1	$\tau_1 =$	5,94 N/mm²	$\tau_1 =$	2,50 N/mm²	$\tau_1 =$	5,94 N/mm²
	Comb. 2	$\tau_2 =$	5,94 N/mm²	$\tau_2 =$	2,50 N/mm²	$\tau_2 =$	5,94 N/mm²
	Comb. 3	$\tau_3 =$	NC	$\tau_3 =$	NC	$\tau_3 =$	NC
Tensió de comparació	Comb. 1	$\sigma_{co} =$	10,28 OK	$\sigma_{co} =$	109,72 OK	$\sigma_{co} =$	10,28 OK
	Comb. 2	$\sigma_{co} =$	10,28 OK	$\sigma_{co} =$	109,72 OK	$\sigma_{co} =$	10,28 OK
	Comb. 3	$\sigma_{co} =$	NC	$\sigma_{co} =$	NC	$\sigma_{co} =$	NC

(*) NC indica combinació No Considerada

COMPROVACIO DE DEFORMACIONS

Fletxa deguda a (en servei):	(mm)
Càrregues permanents	5,30
Càrrega puntual permanent	6,17
Càrregues variables	0,00
Neu	0,00
Vent	0,00
M extrem 1	0,00
M extrem 2	0,00

Fletxa total	11,48 mm (L/344)	OK	15,80 mm	Limitació fletxa = L / 250
Fletxa activa	0,00 #iDIV/0!			