

Treball final de Màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol:

DISSENY I CÀLCUL D'UNA ESTRUCTURA
PER COBRIR LA PISCINA MUNICIPAL D'OLOT

Document:

1. MEMÒRIA I ANNEXOS

Alumne: David Alba Teixidó

Tutor: Enric Simon Madrenas

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: MMCTE

Convocatòria (mes/any): juny 2022

ÍNDEX

Índex.....	i
Índex de figures.....	ii
Índex de taules.....	iii
1 Introducció	1
1.1 Antecedents.....	1
Peticionari.....	4
Necessitat del peticionari.....	4
1.1.1 1.2 Objecte del projecte.....	4
1.1.2 1.3 Especificacions i abast.....	4
Especificacions de la petició.....	4
1.3.1 Abast del projecte.....	4
1.3.2 1.4 Normatives.....	5
2 Situació, Emplaçament i Estudi del terreny.....	7
2.1 Situació i Emplaçament.....	7
2.2 Estudi del terreny.....	8
3 Descripció de la solució.....	13
3.1 Candidatures a solució.....	13
3.2 Tria de la solució a projectar.....	16
3.3.1	
3.3.2 3.3 Descripció de la solució adoptada.....	16
3.3.3 Pilars.....	17
3.3.4 Biga fixa principal.....	18
3.3.5 Biga carril.....	18
3.3.6 Perfilaria de TLN i TLS.....	19
3.3.7 Elements de l'estructura mòbil o esclavons.....	20
3.3.8 Creus de Sant Andreu – tirants.....	23
3.3.9 Fonamentació.....	24
Unions.....	24
Tractaments anti-corrosió.....	25

3.4	Pintat de l'estructura.....	26
3.5	Instal·lacions.....	26
4	Termini d'execució.....	27
5	Resum del pressupost.....	29
6	Conclusions.....	31
6.1	Assoliment de l'objectiu.....	31
6.2	Revisió de preus.....	31
6.3	Classificació del contractista.....	31
6.4	Manifestació que el projecte compleix la normativa vigent.....	31
6.5	Manifestació d'obra complerta.....	31
7	Relació de documents del projecte.....	33
8	Bibliografia i programari.....	35
8.1	Bibliografia.....	35
8.2	Programari Emprat.....	38

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1.	Competició de natació a la presa de Tossols-Basil (Olot).....	1
Figura 2.	Vista zenital de les instal·lacions.....	2
Figura 3.	Piscina d'ensenyament i competició, vestuaris i edifici de recepció.....	2
Figura 4.	Piscina de competició, vestuaris i edifici de recepció.....	3
Figura 5.	Ciudadans d'Olot reclamant la piscina coberta municipal.....	3
Figura 6:	Plànol de situació de la ubicació del projecte dins de Catalunya.....	7
Figura 7:	Plànol de situació de la ubicació de la Piscina Municipal dins del municipi d'Olot.....	7
Figura 8:	Plànol de situació de la ubicació de la zona d'actuació del projecte dins el complex de la Piscina Municipal d'Olot.....	8
Figura 9:	Sondatge geològic del terreny analitzat amb el tipus de sòl.....	10
Figura 10:	Estructura amb pilars fixes i coberta mòbil (tipus A).....	13
Figura 11:	Estructura amb pilars i coberta mòbils (tipus B).....	14
Figura 12:	Estructura amb pilar fixe a una vessant, i coberta i pilar mòbil a l'altre (tipus C).....	14

Figura 13: Estructura tipus A plantejada amb una cúpula cilíndrica amb biga corba poligonalitzada.	15
Figura 14: Plantejaments de pòrtics tipus C.	15
Figura 15: Renderització en perspectiva 3D de la solució projectada.	17
Figura 16: Pilar de tancament lateral oest.	18
Figura 17. Pilar principal i els elements estructurals que el conformen.	19
Figura 18. Dimensions de la secció de la biga – carril.	19
Figura 19. Disseny de la coberta mòbil.	20
Figura 20. Disseny de la coberta mòbil incorporada al disseny global en modalitat estiu.	21
Figura 21. Sistema rodant DEMAG® DRS.	22
Figura 22. Exemple de subjecció del sistema DEMAG® DRS.	22
Figura 23. Dimensions principals del sistema DEMAG® DRS 315.	22
Figura 24. Ús de creus de Sant Andreu per estabilitzar pilars.	24
Figura 25. Unió pilar HEB900 - Fonamentació.	25
Figura 26. Unió pilar HEB180 - Fonamentació.	25
Figura 27. Unió IPE400 - IPE400, IPE400 - IPE200, i IPE400 - Cables tirant.	25
Figura 28. Unió pilar HEB900 - IPE400, pilar HEB900- Biga principal, pilar HEB900 – Cables tirant.	25
Figura 29: Textura acer amb acabat galvanitzat.	26

ÍNDIX DE TAULES

Taula 2.1. Nivells litològics de l'estudi geotècnic.	9
Taula 3.1. Dades característiques del sistema rodant DEMAG® DRS315.	23

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

La ciutat d'Olot, situada al nord-oest de la província de Girona, ha estat des de sempre practicant de natació. Molt abans que s'inaugurés el club privat CNO (Club Natació Olot) o més conegut com "Les Tries", ja es practicava aquest esport a la presa dels Tossols-Basil del riu Fluvià (Figura 1). Encara avui n'és popular la travessa popular a través de les seves aigües en una competició de 1.600 metres, que remunta els seus inicis al 1.953. El 1955 s'inicia el club que és l'avui CNO, inaugurant el 1.962 la primera piscina exterior, i el 1.966 la primera piscina coberta.



Figura 1. Competició de natació a la presa de Tossols-Basil (Olot).

Font: (elgarrotxí.cat, 2019)

Des d'ençà el club privat ha augmentat i millorat les seves instal·lacions, però el cost per entrar a ser soci o l'entrada individual sempre ha distat de tenir un preu popular, és per això que al ple de l'Ajuntament del 26 de juny del 2.000 es parlés de la necessitat que tenia la ciutat per a poder aportar als seus ciutadans una piscina pública on practicar tal esport:

"Una piscina a l'abast de tothom.

Es difícil trobar alguna persona a Olot que no assenyali la necessitat de disposar d'una piscina pública a la ciutat. [...] Per la seva condició d'exercici físic de pur divertiment, d'esport o de font de salut, per la necessitat que tenim, cada dia més, de contacte amb l'aire lliure [...], el bany ha esdevingut una necessitat de primer ordre.

Un servei com aquest ha de ser forçosament popular, que arribi a totes les capes de la població i aquesta és una de les funcions de l'administració pública que més importància té, fer arribar els beneficis de la societat a tots els sectors de gent. Tant és així que costa trobar municipis on falti una piscina pública.

[...]

És a partir d'aquestes consideracions que, amb la present proposta, l'Ajuntament d'Olot, fa el primer pas del camí que ha de culminar amb la inauguració d'una piscina per l'estiu del 2002, de manera que els olotins i les olotines vegin satisfet un dels desitjos més populars i reclamats."

Aquestes instal·lacions descrites es realitzaren, donant a lloc a la Piscina Municipal d'Olot. Aquesta fou dotada d'un edifici de recepció amb funcions de bar-restaurant i gimnàs a la planta superior, d'un edifici de vestuaris i serveis, i de 4 piscines (Figura 2, Figura 3 i Figura 4) diferents envoltades de zona verda:

- Clapoteig: de dimensions de 8 per 6 metres i una profunditat ínfima, pensada per als més menuts.
- Lúdica: Amb una forma irregular en planta, presenta una longitud de 54 metres per 6,5 d'amplada, amb una profunditat variable.
- Ensenyament: de 16,6 x 8 m destinada a la iniciació i a aprenentatge de la natació.
- Competició (de 25 x 16,6 m que es destina a l'aprenentatge, pràctica i competició de la natació).

Des de la seva construcció ha estat objecte de crítica la no disposició d'aquestes instal·lacions fora de les dates d'estiu al no ser cap de les piscines coberta.

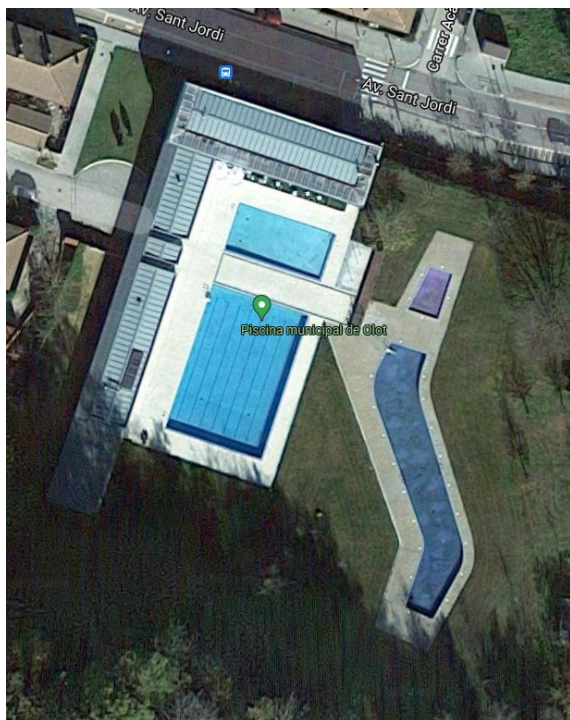


Figura 2. Vista zenital de les instal·lacions.

Font: Google Maps, Olot

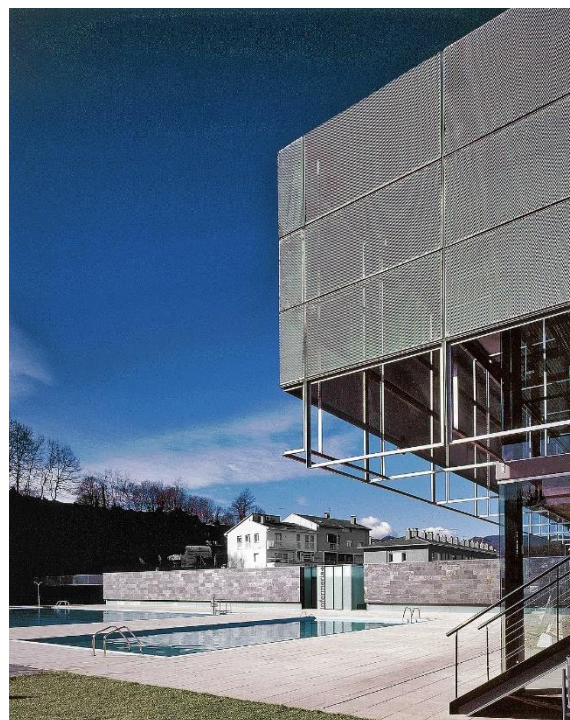


Figura 3. Piscina d'ensenyament i competició, vestuaris i edifici de recepció.

Font: (Dubois, 2016)

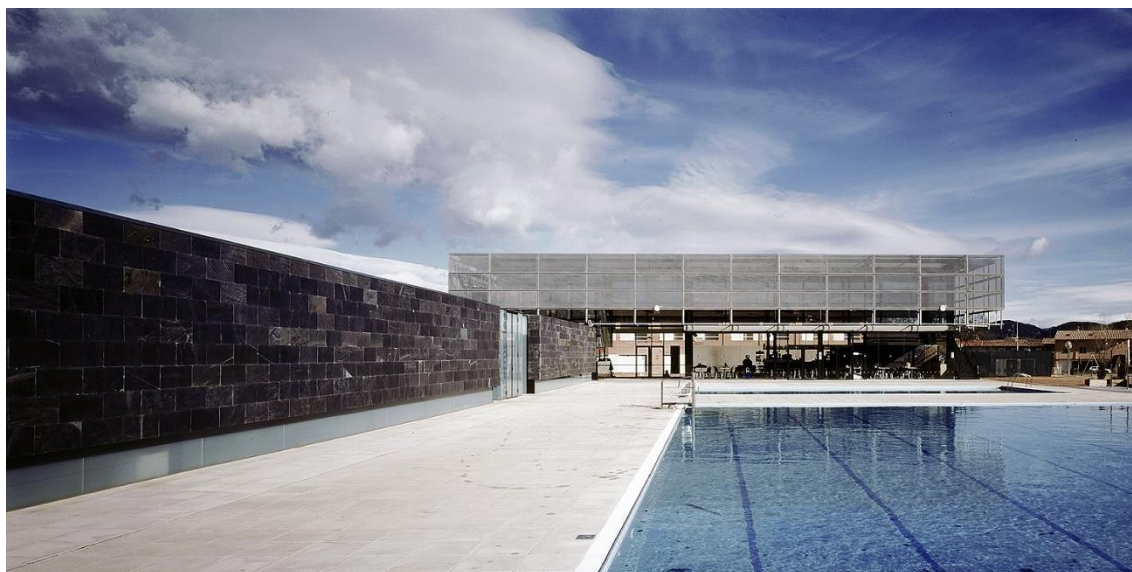


Figura 4. Piscina de competició, vestuaris i edifici de recepció.

Font: (Dubois, 2016)

Aquestes instal·lacions han estat prestant servei des del 2003, sempre convivint amb una gran problemàtica. La temporada de bany a exterior de la zona garrotxina es compren entre meitat de juny i meitat de setembre. Això sols dona la viabilitat a l'amortització durant una quarta part de l'any, i el que és més important: Els ciutadans no poden practicar la natació i demés esports d'aigua en instal·lacions municipals durant el 75% de l'any, essent la pràctica d'aquests molt recomanada per a totes les edats i especialment les més avançades.

La ciutat ha estat reclamant (Figura 5) tot aquest temps que es donés solució a aquest afer, i és objectiu d'aquest projecte donar-hi solució.



Figura 5. Ciutadans d'Olot reclamant la piscina coberta municipal.

Font: (Kornel Varga, 2021)

Peticionari

El sol·licitant del redactat, disseny i càlcul per a la futura execució del present projecte de la coberta estructural per a la Piscina Municipal d'Olot, és l'Ajuntament d'Olot, amb CIF P1712100E, i direcció Passeig Bisbe Guillamet, 10, 17800 Olot (província de Girona).

1.1.1 Necessitat del peticionari

El peticionari requereix el redactat, disseny, càlcul i execució del projecte que respongui a la necessitat de disposar d'unes instal·lacions que ofereixin el bany i la pràctica d'esports aquàtics en la totalitat de l'any.

1.2 Objecte del projecte

L'objecte del present projecte és el disseny, càlcul i simulació d'una estructura que doni solució a la necessitat exposada de la ciutat. Es projecta una coberta que permeti cobrir les actuals piscines d'ensenyament i competició, i annexar-les amb l'edifici de vestuaris, per a poder donar disponibilitat d'aquestes dues piscines durant totes les estacions de l'any. La superfície aproximada que acull aquestes piscines és d'aproximadament 45 x 24 m, disposant de més extensió per a la projecció de l'estructura.

1.3 Especificacions i abast

1.3.1 Especificacions de la petició

L'Ajuntament d'Olot mostra el requeriment de que el disseny escollit permeti tenir un accés el més diàfan possible a la resta de piscines durant la temporada d'estiu, per a que els usuaris puguin desplaçar-se de forma fàcil i ràpida entre piscines. Aquestes piscines estan ubicades en un entorn privilegiat de zona verda del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, fet que genera la necessitat implícita de que la coberta^{1,3,2} maximitzi la superfície transparent per a que tal excepcional entorn pugui ser observat .

Abast del projecte

El present projecte serà concebut per a satisfer totes les sol·licitacions especificades pel sol·licitant.

Esment: El present projecte, com a Treball de Fi de Màster que és, contempla l'abast que en el seu moment es va acordar amb la Comissió de P/TF en el Full de Seguiment de TFM:

"- Redacció dels documents 1-Memòria i 2-Plànols de l'estructura; no inclosos: 3-Plec de condicions, 4-Amidaments, 5-Pressupost.

- Desenvolupament del conjunt del projecte emprant tecnologia BIM.

- No es realitzarà el disseny de la instal·lació del climatitzador d'aire i aigua de les piscines. No es realitzaran els càlculs pertinents a la motorització i automatització de possibles components mòbils."

A esmentar que el document 1-Memòria és el més important del projecte al ser la redacció descriptiva tècnica de la solució adoptada, i inclou l'annex de càlcul, on s'exposa detalladament totes les premisses, normatives seguides, càlculs, justificacions, simulacions i resultats que validen el disseny escollit i la seva viabilitat constructiva tot i tractar-se d'un projecte fictici.

1.4 Normatives

El present projecte ha estat concebut, valorant les següents normatives:

- DB-SE: "Documento Básico- Seguridad Estructural".
- DB-SE-A: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Acero".
- DB-SE-AE: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la edificación".
- DB-SE-C: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Cimientos".
- NCSE-02 ("Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación")

2 SITUACIÓ, EMPLAÇAMENT I ESTUDI DEL TERRENY

2.1 Situació i Emplaçament

La ubicació del present projecte és la mateixa que l'actual Piscina Municipal d'Olot, la qual està situada a la província de Girona a Catalunya (Figura 6), dins el municipi d'Olot (Figura 7).



Figura 6: Plànol de situació de la ubicació del projecte dins de Catalunya.

Font: Google Maps

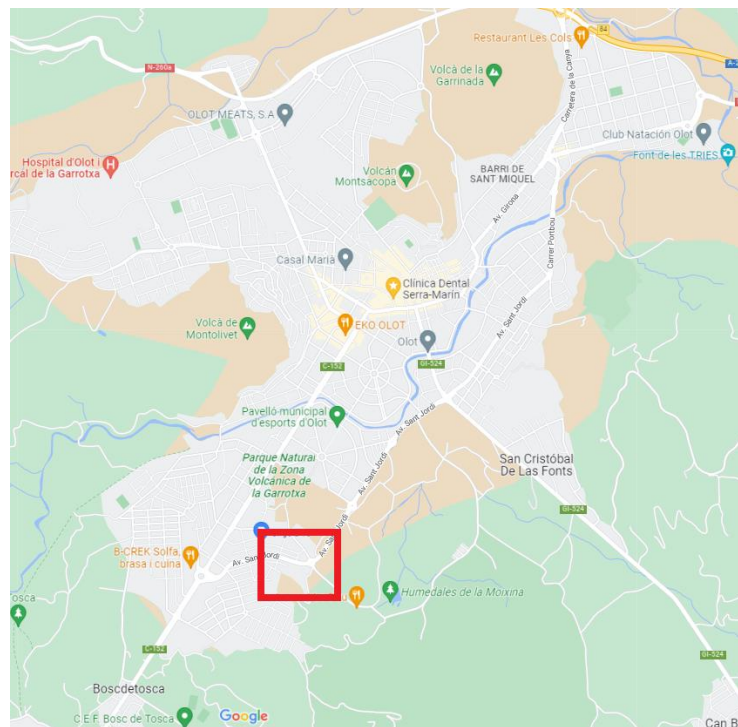


Figura 7: Plànol de situació de la ubicació de la Piscina Municipal dins del municipi d'Olot.

Font: Google Maps

Dins del complex que conforma la Piscina Municipal d'Olot a l'avinguda Sant Jordi, el projecte farà actuació a la zona delimitada amb un quadre vermell a la Figura 8 (piscines de competició i ensenyament).

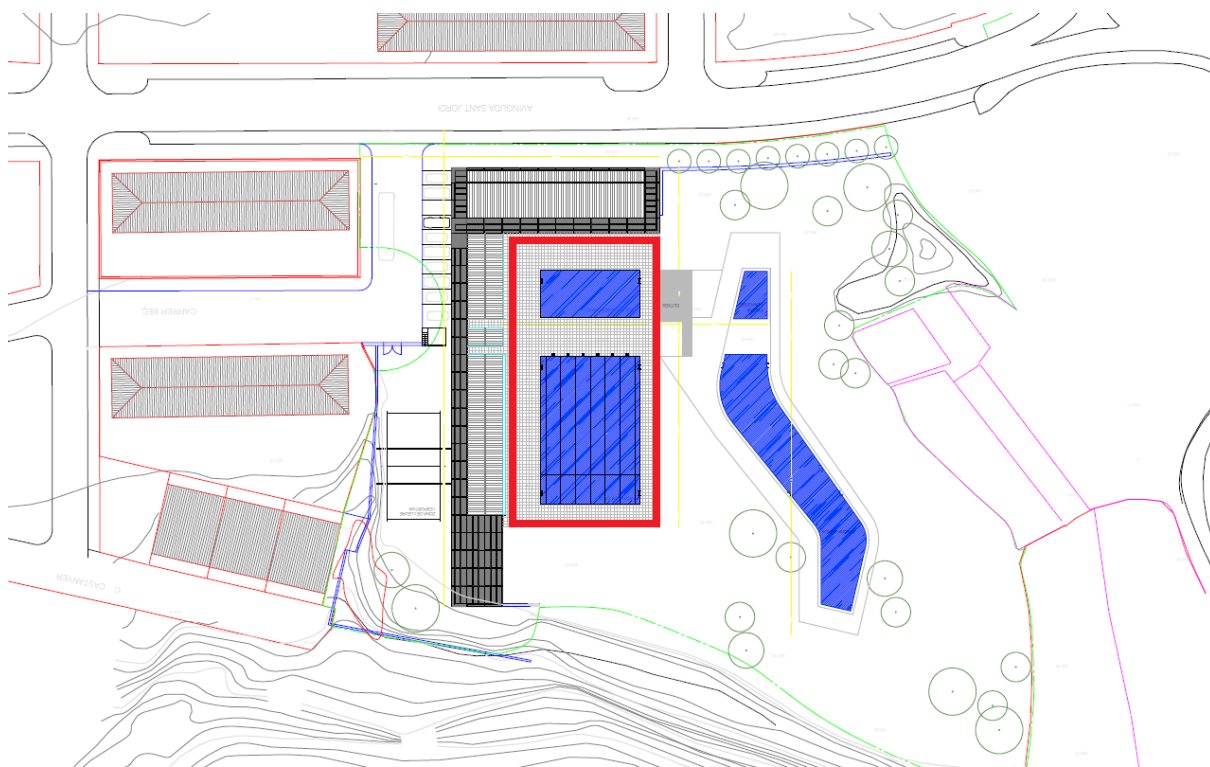


Figura 8: Plànol de situació de la ubicació de la zona d'actuació del projecte dins el complex de la Piscina Municipal d'Olot.

Font: Arxiu Comarcal de la Garrotxa, documentació digital del projecte executat

2.2 Estudi del terreny

Per a determinar l'estat del terreny i poder executar l'adequada fonamentació pel present projecte és necessari realitzar un estudi geotècnic.

Als annexos queda inclòs un estudi de tal tipologia que fou emès el 20 de juliol del 2000 quan es realitzaren les obres per a la construcció de les instal·lacions actuals de la piscina municipal. Es prendran les seves conclusions amb apropiada validesa per a treballar el present projecte.

De les conclusions més rellevants es destaquen de cares al present projecte:

- En referència al "Nivell de fonamentació": " En la nostra opinió basada en el coneixement del terreny i de l'obra projectada, es consideren les possibilitats següents: (a) Directa/Semiprofunda en el nivell A, mitjançant sabates; (b) Semiprofunda en el nivell B, mitjançant pous i sabates.
- Es reconeixen el següents nivells litològics:

TAULA 2.1. NIVELLS LITOLÒGICS DE L'ESTUDI GEOTÈCNIC

Denominació	Composició	Fondària aprox. del límit superior de la capa (m) al pou de sondatge 2 (ubicació projecte actual)
Nivell R	Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció	0,00 (superfície de la parcel·la)
Nivell A	Basalt disgregat de colors marró i gris	1,4
Nivell B	Basalt de color gris fosc	2,5

- En referència a l'agressivitat de l'aigua i el sòl al formigó: "l'aigua interceptada no és agressiva per al formigó".
- En referència a l'excavabilitat: "Els materials dels nivells R i A podran ser excavats mitjançant la maquinària convencional emprada en el moviment de terres (giratòries i retro-excavadores mixtes), bé que ocasionalment caldrà, en el segon cas, l'ajut d'un martell pneumàtic. Per a l'excavació del nivell B serà indispensable, coma mínim, un martell pneumàtic molt pesant."
- A la Figura 9 es pot observar un dels tres sondatges geològics del terreny motiu de tal estudi. Es tracta del sondatge S-2, el més pròxim a la zona on s'ubica l'estructura projectada.
- L'estudi geotècnic aporta múltiples dades i aportacions referents a la tipologia de fonamentació a emprar i les sol·licitacions que es poden transmetre al terreny. Les dades rellevants són esmentades i comentades al corresponent apartat a l'annex de càlcul, apartat de fonamentació.

Nota: Aquest estudi és propietat de l'Ajuntament d'Olot i ha estat cedit. El fet de que el format en que queda annexat al present projecte sigui diferent al format emprat a la resta del document, recau en que el format en què ha estat lliurat no és modificable.



Columna estratigràfica del sondatge

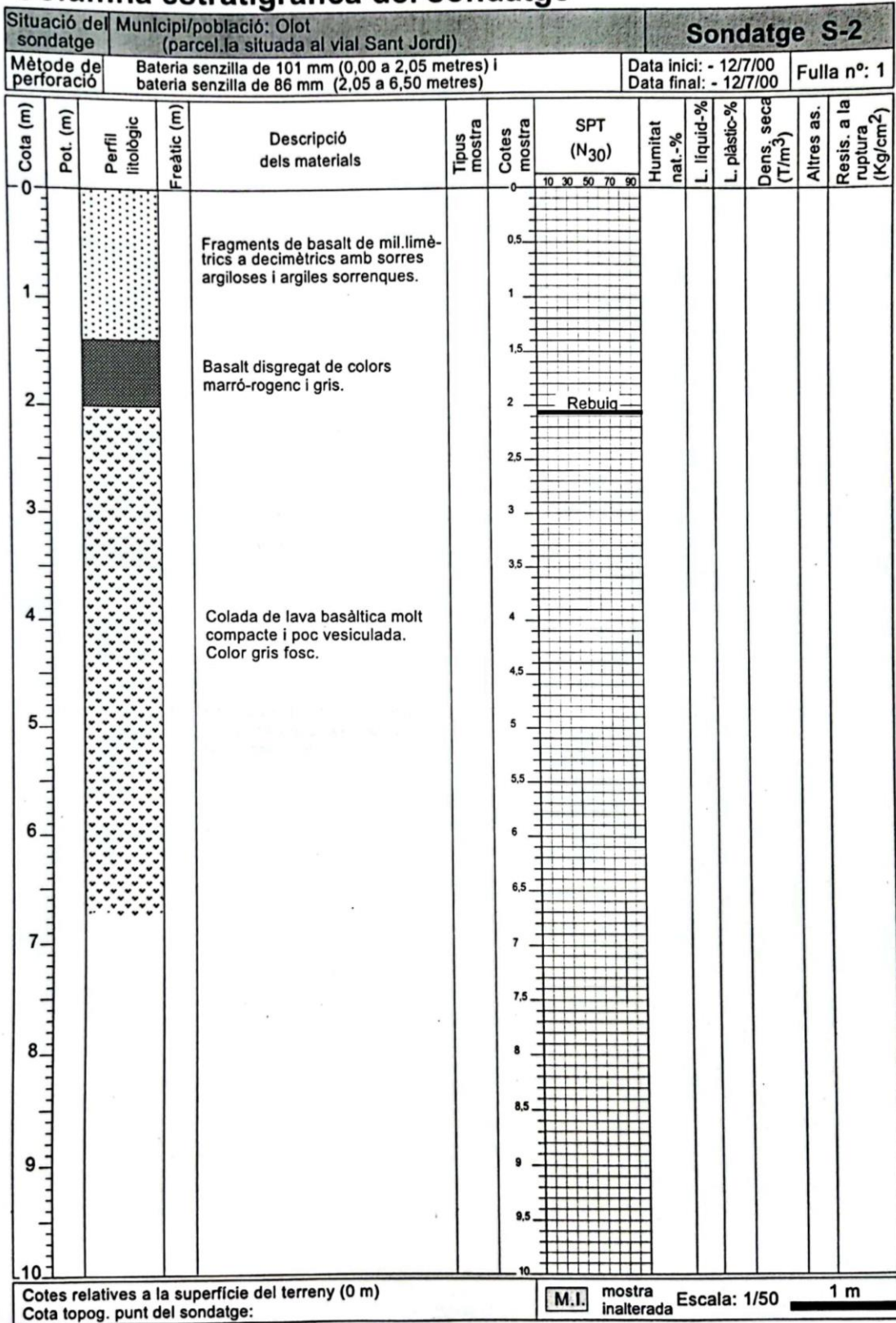


Figura 9: Sondatge geològic del terreny analitzat amb el tipus de sòl.

Font: Arxiu Comarcal de la Garrotxa, Estudi Geotècnic

3 DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

3.1 Candidatures a solució

Es projecta el disseny de la construcció d'una estructura per a cobrir les piscines de competició i ensenyament del complex actual de La piscina Municipal d'Olot, essent una superfície doncs d'uns 26 metres per 50 aproximadament. En tot moment les solucions considerades plantegen que part o la totalitat de l'estructura sigui mòbil, per tal de poder descobrir les piscines que es projecten sota l'estructura i que siguin més disfrutables a la temporada d'estiu, així com cobertes a la temporada d'hivern.

Es realitza un estudi calculista mitjançant simulacions per a obtenir la solució que s'adapti més a l'objectiu cercat. Les diferents opcions plantejades es divideixen en tres vessants:

- A. Estructura amb pilars fixes a ambdós costats, i coberta mòbil lliscant sobre els pilars. (exemple real: Figura 10)

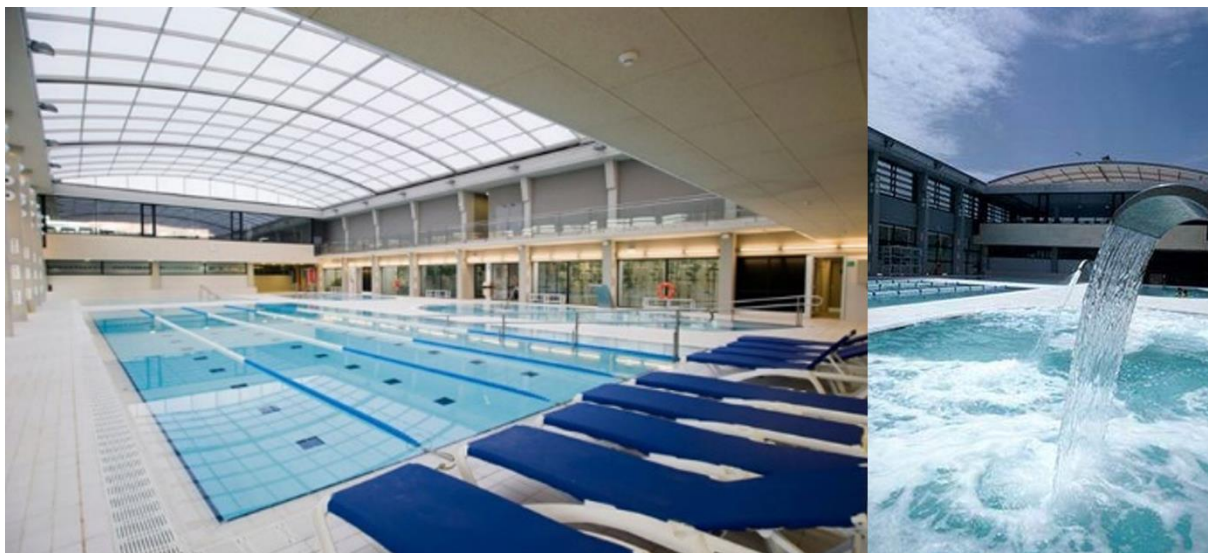


Figura 10: Estructura amb pilars fixes i coberta mòbil (tipus A).

Font: (BIS structures, 2002)

- B. Estructura amb pilars i coberta mòbils (es desplaça tota l'estructura). (exemple real: Figura 11)



Figura 11: Estructura amb pilars i coberta mòbils (tipus B)

Font: (MaperGlass, 2014)

- C. Estructura amb pilar fixe al costat de vestidors, i pilar i coberta mòbils per l'altre. (exemple real: Figura 12)

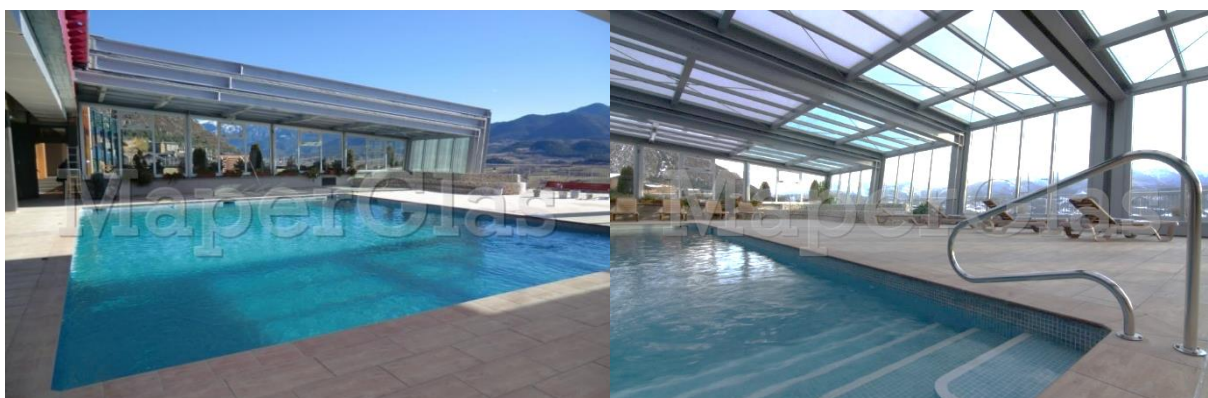


Figura 12: Estructura amb pilar fixe a una vessant, i coberta i pilar mòbil a l'altre (tipus C).

Font: (MaperGlass, 2014)

Les tres tipologies d'estructures son simulades amb la finalitat d'escollir quina aporta un millor balanç global entre avantatges i desavantatges.

De l'estructura tipus A es planteja com a opció inicial fer una cúpula cilíndrica amb biga corba poligonalitzada. Es pot observar a la Figura 13 la coberta mòbil amb una llum entre pilars fixes de 26 metres. Per a la tipologia A també es planteja que la coberta mòbil sigui plana, però es descarta al haver d'augmentar considerablement el cantell de les bigues envers a la coberta cilíndrica.

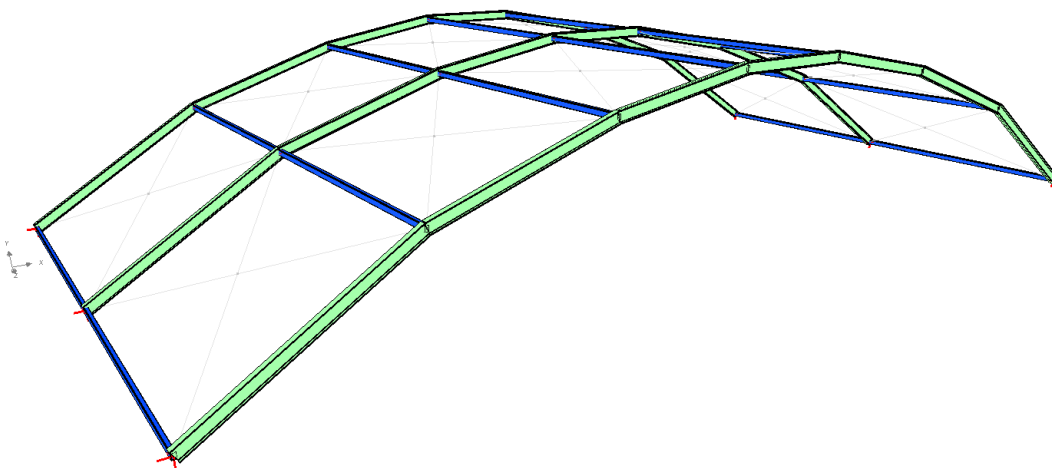


Figura 13: Estructura tipus A plantejada amb una cúpula cilíndrica amb biga corba poligonalitzada.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, BuildSoft

Per a la tipologia C es plantegen cinc possibles dissenys bàsics de pòrtics tal i com es veu a la Figura 14, on de llunyà a proper, observem:

- Pòrtic amb trams purament rectes paral·lels o perpendiculars al paviment.
- Pòrtic amb biga corba de radi 1 metre a l'extrem de pilar fixe, i 1 metre a l'extrem de pilar mòbil.
- Pòrtic amb biga corba de radi 1 metre a l'extrem de pilar fixe, i 2 metres a l'extrem de pilar mòbil.
- Pòrtic amb biga corba de radi 1 metre a l'extrem de pilar fixe, i 4 metres a l'extrem de pilar mòbil.
- Pòrtic amb trams purament rectes, essent alguns perfils treballant amb angle

Tots aquests dissenys treballen cobrint la mateixa alçada i llum entre recolzaments.

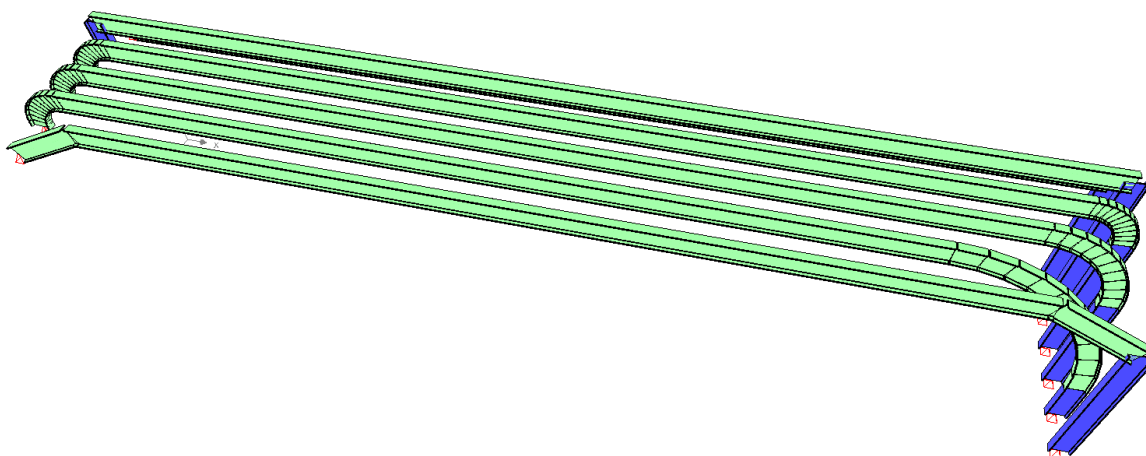


Figura 14: Plantejaments de pòrtics tipus C.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, BuildSoft

L'opció tipus B no s'acaba plantejant ja que es valora el fet que les opcions A i B es poden integrar amb l'estructura actual de vestuaris, conformant volumètricament una sola edificació i una millor practicitat per a la comunicació entre els dos recintes en època hivernal (veure Figura 4).

A part de la morfologia del pòrtic, també es plantegen els sistemes de rodament de l'estructura per a que aquesta sigui mòbil, a la vegada que la distribució de càrregues del sistema mòbil a la futura fonamentació.

3.2 Tria de la solució a projectar

Un cop realitzat el mencionat estudi de mercat, les diferents simulacions esmentades entre d'altres, i l'estudi de la distribució de càrregues al sistema mòbil, s'opta per a que la solució escollida sigui realitzar una estructura de tipus A. Els principals motius de la tria han estat:

- Lleugeresa de l'estructura mòbil: Al només haver de moure la coberta i cap dels pilars, els quals son estàtics, les especificacions necessàries del sistema motor tractor de la mobilitat de la coberta seran molt menys sol·licitants. A la vegada una major lleugeresa comporta un menor PEM (Pressupost d'Execució Material).
- Simplicitat de sistema mòbil: Executant la tipologia estructural A envers la C, l'estructura adquireix simetria, essent doncs el sistema que permet rodar la coberta mòbil igual als dos extrems del pòrtic, i simplificant el conjunt global. Aquesta avantatge es pot traslladar també al disseny de la fonamentació i la totalitat de l'estructura.
- Evitar juntes a peu de terra: descartant la tipologia estructural C, evitem que el sistema mòbil del costat contrari a vestuaris quedi a nivell de terra i esdevingui un problema al haver de protegir-se degudament al ser aquesta zona transitada pels usuaris, circulant aquests sense calçat.

3.3 Descripció de la solució adoptada

Es projecta una coberta estructural per a les piscines de competició i ensenyament del complex de la Piscina municipal d'Olot. Aquesta coberta es dissenya amb unes dimensions exteriors de 27,3 metres d'amplada per 50,37 de longitud, orientada segons les construccions prèvies de les piscines. Per a la seva construcció s'ha projectat realitzant un ús íntegre perfilaria metàl·lica, pensant en realitzar uns tancaments amb alumini/PVC i policarbonat transparent.

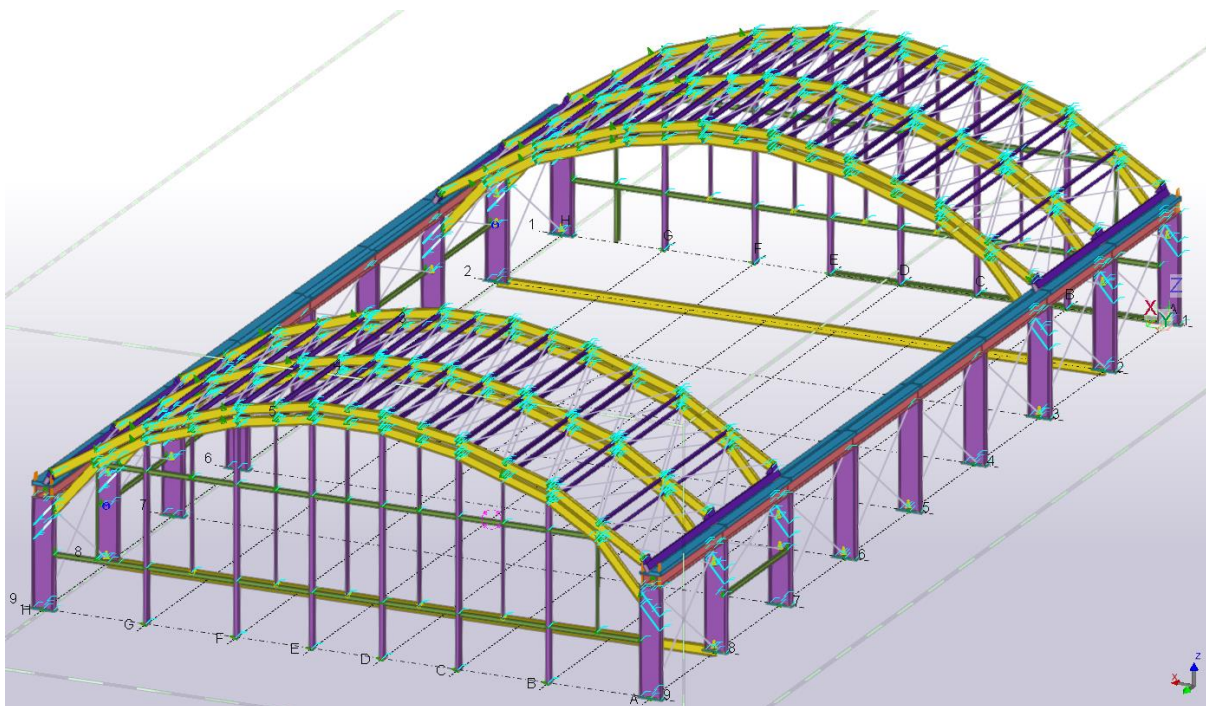


Figura 15: Renderització en perspectiva 3D de la solució projectada

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Pel que fa a la coberta, aquesta es de tipologia cilíndrica tret de la similitud morfològica amb tal cos geomètric en posició horitzontal. La coberta queda dividida en quatre trams en el sentit longitudinal global de l'estructura, els quals s'anomenaran eslavons. Aquests tenen una longitud que cobreix tota l'amplada de l'estructura i una amplada de 12,7 metres (una quarta part de la longitud total de l'estructura). Dels quatre eslavons només hi hauran dos tipus, ja que la coberta és simètrica a partir de la meitat de la seva longitud: eslavons fixes o extrems i eslavons mòbils. Els eslavons fixes, tal i com el seu nom indica, restaran sens cap tipus de mobilitat i collats a l'estructura base (els pilars), així com als tancaments laterals. Els dos eslavons mòbils per contra seran els que es poden moure i son els que marcaran l'ús de les piscines en modalitat "hivern" o "estiu", coberta o descoberta. Aquests sols es recolzen al carril.

Als següents punts de la present redacció s'exposen els diferents elements que componen el projecte:

Pilars

Consta de dos tipologies de pilars, tots ells realitzant la unió de l'estructura amb la fonamentació:

3.3.1.1 Pilars principals HEB900

Aquests pilars són els que podem veure a la Figura 15 i la Figura 16 en color lila amb el major cantell (900 mm). Són 18 unitats de perfil HEB900, i queden disposades 9 equidistants cada 6,25 metres als dos

laterals. Distingirem cada lateral segons si és el lateral de vestuaris contigu als vestuaris, tancament lateral oest (TLO) des d'ara, o el costat oposat, tancament lateral est (TLE) des d'ara.

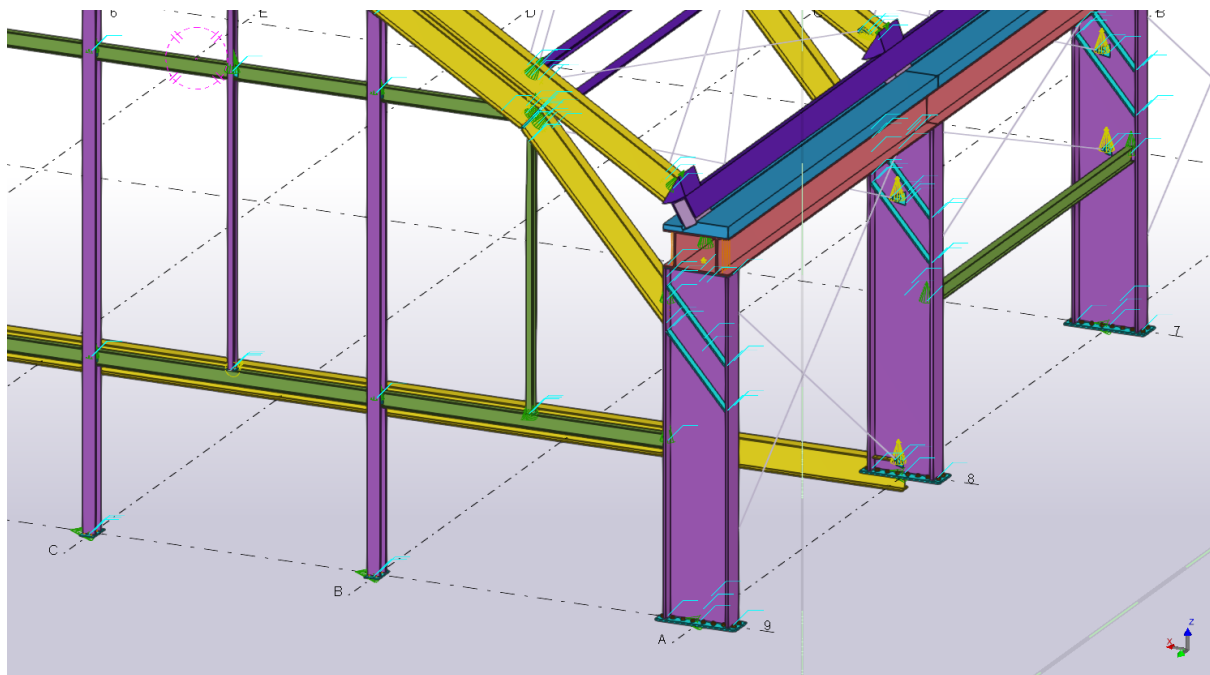


Figura 16: Pilar de tancament lateral oest

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

3.3.1.2 Pilars secundaris HEB180

Aquests pilars són els que podem veure a la Figura 15 i la Figura 16 en color lila amb el menor cantell (180 mm). Són 12 unitats de perfil HEB900, i queden disposades 6 per cada tancament lateral restant (TLN – Nord; TLS – Sud). La distància entre ells en aquest cas no és regular. S'han optimitzat per a ser tant primers com fou possible per a donar un major grau d'obertura a l'estiu.

Biga fixa principal

Els pilars principals (HEB900) estan units per la part superior mitjançant unes bigues en les quals es recolza al cap del pilar. Es tracta d'un perfil no estandarditzat, que es pot ser denominat com a HK500-20-20*900-150, al tenir un cantell de 900 mm, una amplada total de 500 mm, i un espessor regular de 20 mm en els diferents perfils que el conformen. Observar la Figura 17, l'element de color vermell i contorn groc. D'aquest perfil se'n situen 8 a cada lateral principal (16 en total). Tots ells de 6,25 metres de longitud.

Biga carril

Situat just a sobre de les bigues principals es muntarà un perfil dissenyat específicament per a aquest projecte, amb la finalitat d'acollir el sistema rodat de la part mòbil de la coberta. La seva codificació és GAL70-900-250-450-27.5-136.6-160-0-30—30, donada per les seves dimensions particulars de la secció (dades més comprensibles amb la Figura 17 (en color blau fosc) i la Figura 18.

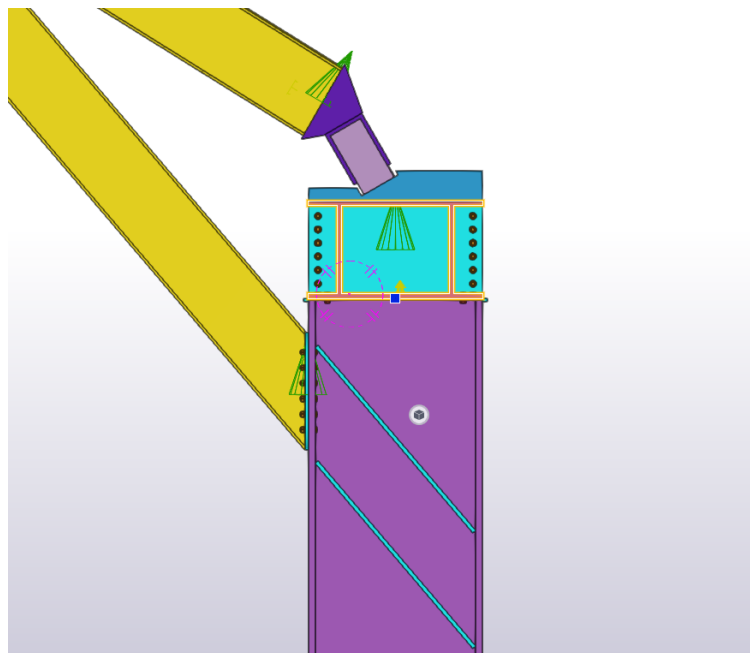


Figura 17. Pilar principal i els elements estructurals que el conformen

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Perfilaria de TLN i TLS

3.3.4

Per a complementar el tancaments laterals TLN i TLS es disposen dues tipologies més de perfils, els quals serviran de suport per la fusteria d'alumini/PVC. Tal i com podem observar a la Figura 16, es disposen en horitzontal perfils IPE200, i en vertical IPE140, escollits especialment per a suportar les càrregues de vent interiors (exposat a annex de càlcul).

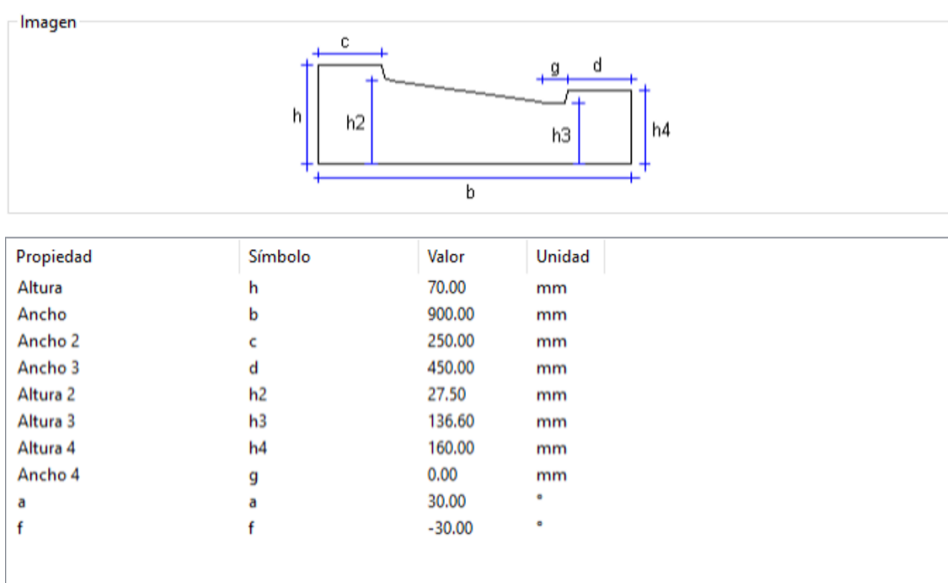


Figura 18. Dimensions de la secció de la biga – carril

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Elements de l'estructura mòbil o esclavons

Tal i com s'ha exposat prèviament, aquesta coberta és de tipus cilíndrica mòbil i està dividida en quatre esclavons. Tot i que sols els dos centrals són mòbils, tots ells guarden una mateixa morfologia de components (Figura 19 i Figura 20):

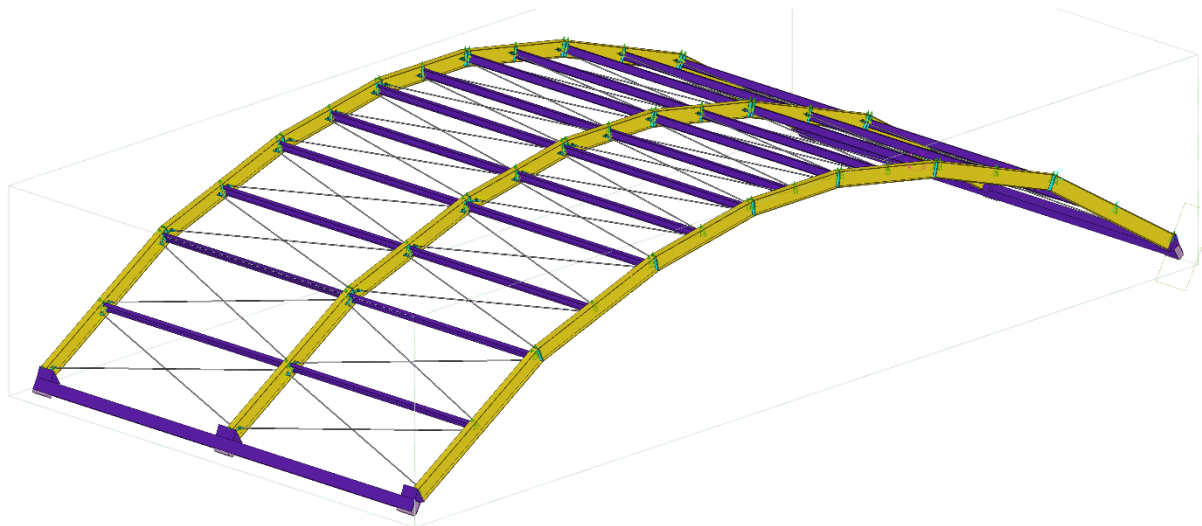


Figura 19. Disseny de la coberta mòbil

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

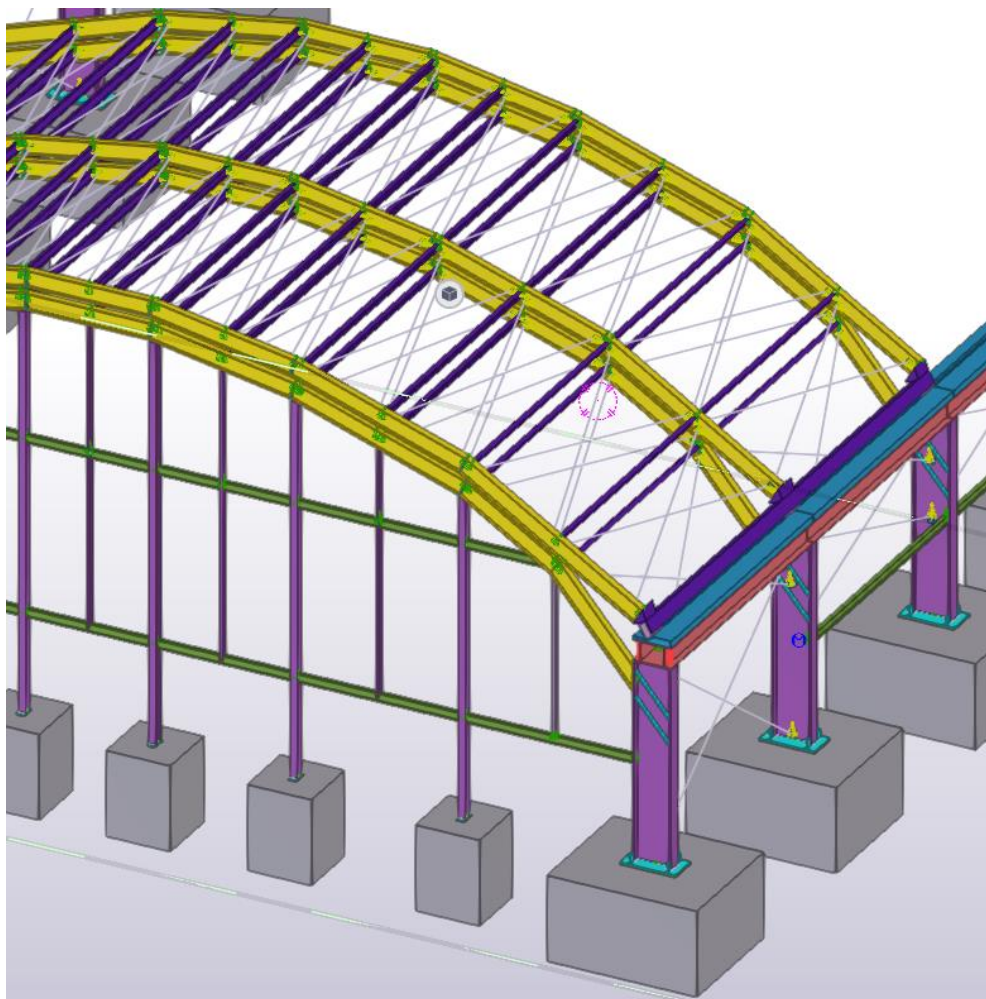


Figura 20. Disseny de la coberta mòbil incorporada al disseny global en modalitat estiu.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

3.3.5.1 Jàsseres de coberta– IPE 400

Són els perfils que es poden veure en color groc a la Figura 20. La secció emprada és una IPE400. Els pòrtics dels eslavons mòbils estan compostos per 7 trams de perfil, i els d'eslavó fixe per un més. La diferència recau en el sistema d'encolatge als pilars. Les longituds i inclinacions varien segons la ubicació de la coberta.

3.3.5.2 Biguetes de coberta – IPE 200

Són els perfils esvelts que es poden veure a la coberta en lila a la Figura 20. La secció emprada és una IPE200. Els trams de pòrtic estan formats per 13 perfils, els eslavons per 26, i l'estructura per 104. Tots ells amb una longitud de 6,25 metres amb la finalitat que nota la càrrega de coberta es passi directament als pilars.

3.3.5.3 Dispositiu rodant – DEMAG® DRS315

La solució escollida per a permetre que els eslavons mòbils disposin d'un sistema de lliscament, és el dispositiu aportat pel fabricant DEMAG® amb el model DRS315 (veure Figura 21). La tria d'aquest model ha estat estudiada per l'alta capacitat de carrega combinat amb un disseny suficientment compacte com per incloure'l a l'estructura projectada. El disseny permet collar l'element amb perns, i una alta capacitat de ser substituït si el pas dels anys ho requereix. A les imatges renderitzades es pot observar l'element poliedritzat en color lila pàl·lid. Ordenades de més concises a més globals: Figura 17, Figura 16, Figura 20



Figura 21. Sistema rodant DEMAG® DRS



Figura 22. Exemple de subjecció del sistema DEMAG® DRS

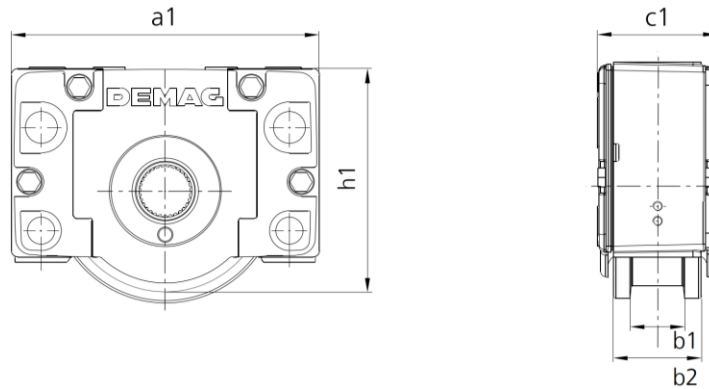


Figura 23. Dimensions principals del sistema DEMAG® DRS 315

Font: (DEMAG, 2022)

TAULA 3.1. DADES CARACTERÍSTIQUES DEL SISTEMA RODANT DEMAG® DRS315

Tamaño	Capacidad de carga máx.	Rueda Ø	Peso	Dimensiones [mm]				
	[t]	[mm]	[kg]	a1	b1	b2	c1	h1
DRS 112	2,75	112	7,3	190	47	80	96	131
DRS 125	5	125	9,9	220	60	80	98	147,5
DRS 160	7	160	18,3	275	65	89	110	187
DRS 200	10	200	35,7	340	65	101	130	238
DRS 250	16	250	62	385	75	110	150	281
DRS 315	22	315	117	470	90	130	180	349,5
DRS 400	30	400	201	580	110	155	210	440
DRS 500	40	500	352	700	110	170	240	566

3.3.5.4 Perfil de subjecció de dispositiu rodant - U220*300*20

Amb la finalitat de subjectar i acollir el sistema rodant DEMAG®, s'instal·la a l'extrem dels esclavons de la coberta mòbil aquest perfil amb secció U220*300*20.

Creus de Sant Andreu – tirants

^{3.3.6} Constituïdes per cables d'acer, aporten a l'estructura un alt grau d'intranslacionalitat (menys dèbil envers el vinclament. Sempre s'instal·len els cables en parelles en forma de creu connectant dos perfils iguals paral·lels (tal i com es pot veure a la Figura 24). N'hi ha repartides entre els 18 pilars dels TLE i TLO, a la vegada que en tota la coberta. Són un total de 32 cables per pòrtic, sumant un total de 256 per a tota l'estructura projectada.

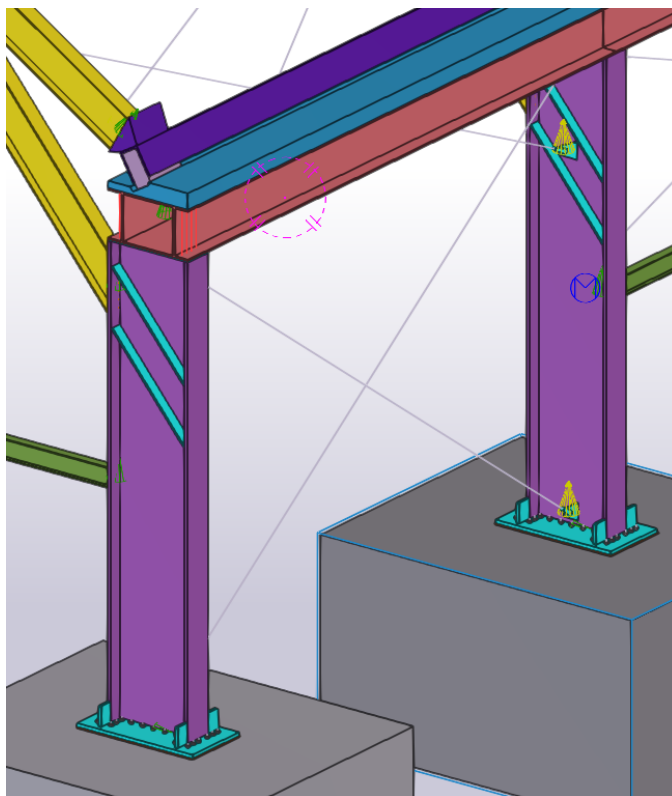


Figura 24. Ús de creus de Sant Andreu per estabilitzar pilars

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla Structures

3.3.7

Fonamentació

3.3.7.1 Fonaments de pilars principal

Es projecta fonamentació per sabates (Figura 24), essent aquestes acord amb l'estudi geotècnic i les simulacions emprades, d'unes dimensions de 3,5 metres en el sentit Y local del perfil HEB900, per 3 metres en amplada i per 2 metres de profunditat. Es quantifica l'armat inferior. L'armat superior no és necessari (com a formigó en massa és suficient), però se'n defineix un mínim igualment.

3.3.7.2 Fonaments de pilars secundaris

Es projecta fonamentació per sabates, essent aquestes acord amb l'estudi geotècnic i les simulacions emprades, d'unes dimensions de 1,5 metres en el sentit Y local del perfil HEB900, per 1,5 metres en amplada i per 2 metres de profunditat. Es quantifica l'armat inferior. L'armat superior no és necessari (com a formigó en massa és suficient), però se'n defineix un mínim igualment.

Unions

Es dissenyen i calculen unions per a cada tipologia de parell de perfils a unir o perfils amb fonamentació. Totes les unions són dimensionades als apartats de l'annex de càlcul. A continuació algunes imatges d'exemple:

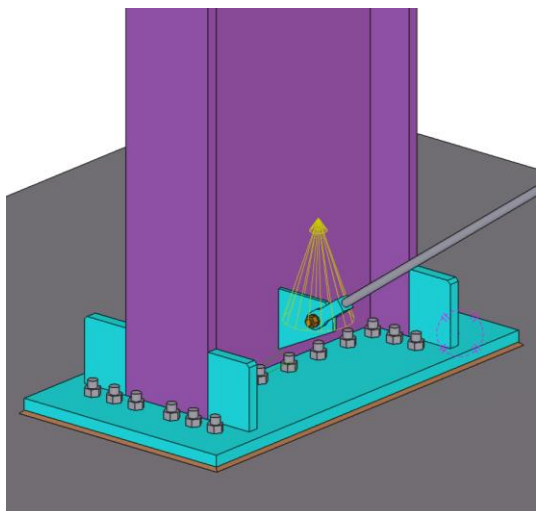


Figura 25. Unió pilar HEB900 - Fonamentació

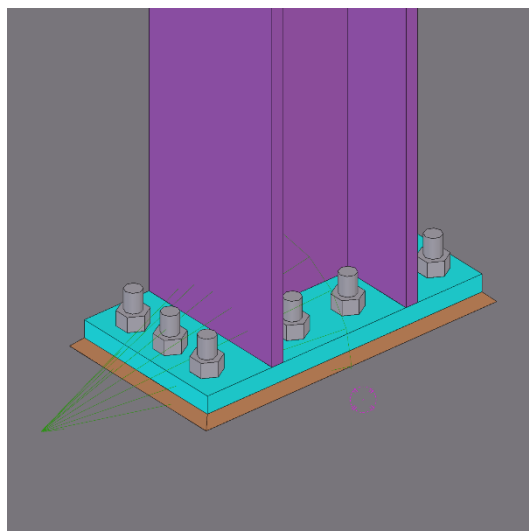


Figura 26. Unió pilar HEB180 - Fonamentació

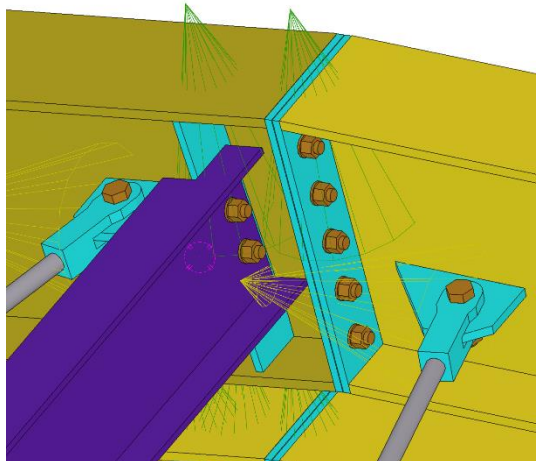


Figura 27. Unió IPE400 - IPE400, IPE400 - IPE200, i IPE400 - Cables tirant

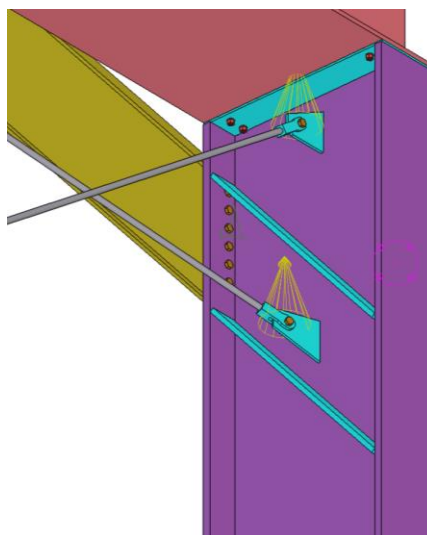


Figura 28. Unió pilar HEB900 - IPE400, pilar HEB900- Biga principal, pilar HEB900 - Cables tirant

3.3.9

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla Structures

Tractaments anti-corrosió

El present projecte consta de múltiples parts realitzades amb acer. Aquest acer estructural no és inoxidable. És per aquest motiu que se li haurà de realitzar un tractament anti-corrosió.

Aquest tractament serà un galvanitzat (Figura 29) i es realitzarà prèviament a la instal·lació, i posteriorment a la realització de les soldadures que es realitzen per unir els diferents perfils metàl·lics de l'estructura. Tots els components que formen part del projecte hauran de ser adquirits amb tal tractament també, com poden ser els elements de les unions cargolades.



Figura 29: Textura acer amb acabat galvanitzat.

Font: Elaboració pròpia

Les soldadures que es realitzin in-situ hauran de ser tractades també.

L'estructura requerirà durant la seva vida útil que es revisi l'estat envers la corrosió i es realitzin els corresponents tractaments preventius i correctius per un professional competent per assegurar evitar la corrosió.

3.4 Pintat de l'estructura

La totalitat de l'estructura metàl·lica serà pintada amb el color que la ciutat d'Olot desitgi, realitzant-se una votació popular organitzada pel propi Ajuntament d'Olot.

3.5 Instal·lacions

L'Estructura projectada requerirà d'instal·lacions de climatització/ventilació i il·luminació. No queden dissenyades i projectades en el present document al tractar exclusivament del disseny estructural.

4 TERMINI D'EXECUCIÓ

S'inicia l'obra amb diferents fronts en paral·lel:

- Arribada de la comanda dels perfils que componen l'estructura a taller, i inici de la construcció allí.
- Inici de les obres per acollir la fonamentació.

Així doncs, per una banda es tallaran i soldaran els perfils i components que conformen l'estructura a taller, i es realitzaran els tractaments necessaris; a la vegada que al punt d'ubicació del projecte s'haurà de realitzar l'excavació dels diferents pous per la fonamentació de les sabates, així com realitzar el tractament de residus corresponent al material extret i desviar els serveis afectats.

Es donarà per conclosa l'obra estructural quan s'hagin muntat tots els components inclosos a la present redacció, així com realitzades les corresponents verificacions de qualitat.

Es calcula doncs, que per a la realització de tot aquest procediment, el present projecte tindrà un termini d'execució de 4 mesos, iniciant-se la construcció el 2 de gener de 2023 i finalitzant la instal·lació a l'obra el 28 d'abril de 2023.

5 RESUM DEL PRESSUPOST

Segons acordat al full de Treball de fi de Màster, apartat d'abast del treball, els apartats de Plec de Condicions, Amidaments, i Pressupost queden fora de l'abast del TFM. Per tant, no es procedeix al càlcul del pressupost i conseqüentment del resum de pressupost.

6 CONCLUSIONS

6.1 Assoliment de l'objectiu

El conjunt d'objectius plantejats a l'inici de la redacció del present projecte es consideren complerts satisfactòriament. S'ha projectat una estructura que aconsegueix les necessitats del peticionari, les especificacions estipulades, s'ha assolit l'abast de projecte, amb el compliment de totes les normatives vigents. S'ha projectat una estructura que podrà superar totes les accions que li poden fer inclemència al llarg de la seva vida útil.

6.2 Revisió de preus

Al ser el període d'execució menor a 6 mesos, el present projecte no té dret a revisió de preus.

6.3 Classificació del contractista

Es proposa a continuació la classificació que s'ha d'exigir als Contractistes per presentar-se a la licitació d'aquestes obres públiques d'acord al que dicta la llei:

Per a l'excavació de l'emplaçament de les sabates:

- Grup A (moviment de terres i perforacions), subgrup 1 (desmuntats i buidatges), Categoria 3.

Per a la part restant de la totalitat projectada:

- Grup C (Edificacions), subgrup 3 (estructures metàl·liques), Categoria.

6.4 Manifestació que el projecte compleix la normativa vigent

El present Projecte reuneix els requisits exigits per la Normativa vigent.

6.5 Manifestació d'obra complerta

El present Projecte fa referència a una obra complerta, en el sentit que és susceptible de ser entregada a l'ús general per la seva execució i finalització.

7 RELACIÓ DE DOCUMENTS DEL PROJECTE

El present projecte queda redactat i exposat, amb el conjunt dels següents documents:

1. Memòria i Annexes
 - 1.1. Memòria
 - 1.2. Annex 1 – Annex de Càlculs
 - 1.3. Annex 2 – Estudi Geotècnic
2. Plànols
3. Plec de Condicions
4. Estat d'Amidaments
5. Pressupost

Nota: Recordar que segons el ja esmentat a l'apartat 1.3.2 (Abast del projecte) pel present TFM sols es redactaran i entregaran els arxius corresponents al document 1, amb tots els subapartats detallats, i el document 2.

8 BIBLIOGRAFIA I PROGRAMARI

8.1 Bibliografia

Per a la redacció del present projecte, s'ha extret i treballat informació procedent de:

Ayuntamiento de Huelva. (sense data). *Proyecto de Construcción. Construcción de glorietas en enlace tipo diamante; Anejo Nº18 Clasificación del Contratista*. Huelva: Ayuntamiento de Huelva. Recollit de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/5FDF36EA-630B-4DAF-B4C0-C9A87C48FC6F/142465/39H3880_ANEJO18CLASIFICACIONDELCONTRATISTA.pdf

Balbuena García, I. (2021). *Comparación de herramientas de modelado mediant el diseño de marquesinas de madera ecosostenibles*. Ingeniería Mecánica. Bilbao: Universidad del País Vasco. Consultat el 10 / 04 / 2022, a <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/53950/MEMORIA.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

BIS structures. (2002). *BIS structures*. Consultat el 02 / 03 / 2022, a BIS structures

BuildSoft. (06 / 04 / 2022). *Buildsoftsupport.com*. Consultat el 06 / 04 / 2022, a <https://buildsoftsupport.com/knowledge-base/how-to-define-a-temperature-load/>

BuildSoft. (28 / 04 / 2022). *support.buildsoft.eu*. Recollit de <https://support.buildsoft.eu/knowledge-base/how-to-import-section-material-library/>

BuildSoft. (04 / 04 / 2022). *support.buildsoft.eu*. Recollit de <https://support.buildsoft.eu/knowledge-base/stresses-versus-steel-verification/>

BuilSoft. (02 / 05 / 2022). *builsoftsupport.com*. Recollit de <https://buildsoftsupport.com/knowledge-base/vertical-reactions-are-zero/>

DEMAG. (12 / 04 / 2022). *demagcranes.com*. Recollit de <https://www.demagcranes.com/es/productos/sistema-tecnico-de-accionamiento/gama-de-ruedas/conjunto-de-ruedas-dws>

Diari de Girona. (01 / 10 / 2019). El GEiEG instal·la la nova cúpula de la piscina de 50 metres al complex de Sant Ponç de Girona. p. 1. Consultat el 07 / 02 / 2022, a <https://www.diaridegirona.cat/fotos/girona/2019/10/01/geieg-instal-nova-cupula-piscina-48693902.html#foto=1>

Dirari de Girona. (25 / 08 / 2021). La piscina coberta municipal d'Olot no es podrà inaugurar enguany, per la COVID-19. Olot, Girona. Consultat el 21 / 03 / 2022, a <https://www.diaridegirona.cat/comarques/2021/08/25/piscina-coberta-municipal-d-olot-56513766.html>

- Dubois, R. (25 / 03 / 2016). *Rob Dubois*. Consultat el 20 / 02 / 2022, a Rob Dubois
- EL PUNT AVUI+. (26 / 08 / 2021). Una cançó de l'estiu olotina. p. 23. Consultat el 20 / 03 / 2022, a <https://www.elpuntavui.cat/societat/article/5-societat/2019261-una-canço-de-l'estiu-olotina.html>
- elgarrotxi.cat*. (29 / 8 / 2019). Consultat el 30 / 3 / 2022, a <https://www.elgarrotxi.cat/video-suspesa-la-66a-edicio-de-la-travessia-tossols-basil-que-shavia-de-fer-aquest-diumenge-per-falta-daigua/>
- elgarrotxi.cat*. (29 / 08 / 2019). Suspensa la 66a edició de la Travessia Tossols-Basil que s'havia de fer aquest diumenge per falta d'aigua. Olot, Girona. Consultat el 18 / 03 / 2022, a <https://www.elgarrotxi.cat/video-suspesa-la-66a-edicio-de-la-travessia-tossols-basil-que-shavia-de-fer-aquest-diumenge-per-falta-daigua/>
- Foros de SóloIngeniería. (19 / 11 / 2007). *soloingenieria.net*. Consultat el 8 / 04 / 2022, a <https://soloingenieria.net/foros/viewtopic.php?f=7&t=5371>
- GarrotxaDigital.cat. (06 / 10 / 2015). Recullen 2.000 signatures per demanar una piscina municipal coberta a Olot. p. 1. Consultat el 20 / 03 / 2022, a <https://www.garrotxadigital.cat/2015/10/06/recullen-2-000-signatures-per-demanar-una-piscina-municipal-coberta-a-olot/>
- Gobierno de España. (1994). *Norma de construcción sismorresistente NCSE-94*. Madrid: BOE. Consultat el 28 / 03 / 2022, a <http://normativa.itafec.com/obras-de-paso-puentes-estructuras/ES.07.02.005.OM.pdf>
- INSUMA SUR. (sense data). *Insumasur*. Consultat el 22 / 03 / 2022, a <https://insumasur.com/wp-content/uploads/2019/12/Ficha-de-Producto-Policarbonato-Compacto.pdf>
- Jansana de la Villa de Paauw arquitectes. (2005). *Anexo 2: Memoria estructura marquesinas*. Zorrotzaurre: Ayuntamiento de Zorrotzaurre. Consultat el 15 / 04 / 2022, a <https://www.zorrotzaurre.com/wp-content/uploads/2016/10/3.1.2-ANEXO-2-MEMORIA-ESTRUCTURA-MARQUESINAS-V3.pdf>
- Kornel Varga. (22 / 08 / 2021). *YouTube*. Consultat el 20 / 02 / 2022, a https://www.youtube.com/watch?v=PmR1pluyAMQ&ab_channel=KornelVarga
- MaperGlass. (28 / 4 / 2014). *MaperGlass*. Consultat el 03 / 03 / 2022, a <https://www.maperglas.com/cerramientos-retractiles/2006-piscina-centro-fitness-dir-diagonal-en-barcelona>
- MaperGlass. (04 / 25 / 2014). *MaperGlass*. Consultat el 03 / 03 / 2022, a <https://www.maperglas.com/cubiertas-adosadas/2010-piscina-hotel-muntanya-en-prullans-lleida>

Ministerio de Fomento. (2002). *Norma de Construcción Sismorresistent: Parte general y edificación (NCSE-02)*. Madrid: BOE. Recollit de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0820200.pdf

Ministerio de Fomento. (2007). *Documento Básico SE-A Acero*. Madrid: BOE. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>

Ministerio de fomento. (2009). *Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación*. Madrid: BOE. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>

Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico SE-C Cimientos*. Madrid: BOE. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>

Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico Seguridad estructural*. Madrid: BOE. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>

Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico SE-M Madera*. Madrid: BOE. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-M.pdf>

Radio Olot. (04 / 03 / 2019). La nova piscina coberta d'Olot, realitat el 2021. 1. Olot, Girona. Consultat el 19 / 03 / 2022, a <https://radiolot.cat/noticies/la-nova-piscina-coberta-dolot-realitat-el-2021/>

8.2 Programari Emprat

Per a poder desenvolupar el present projecte, seguint l'objectiu d'aplicar i beneficiar-nos de la TECNOLOGIA BIM, s'han emprat els següents programes:



Diamonds
by BuildSoft

- Diamonds 2022 (BuildSoft):
 - o Realització dels dissenys i simulacions preliminars.
 - o Disseny unifilar de l'estructura.
 - o Simulació per la verificació de l'estructura metàl·lica per criteris de resistència i estabilitat.



BIM Expert
by BuildSoft

- BIM Expert (BuildSoft)
 - o Exportació estructural de Diamonds a Tekla
 - o Exportació estructural a Idea StatiCa



Calculate yesterday's estimates

- Idea StatiCa:
 - o Exportació de nusos estructurals de BIM Expert a Idea StatiCa Connect



Connection

- Idea StatiCa Connection:
 - o Anàlisi i verificació pel mètode dels Elements Finitos d'unions soldades i cargolades



PowerConnect
by BuildSoft

- Power Connect (Buildsoft)
 - o Anàlisi i verificació per metodologia analítica d'unions soldades i cargolades.
 - o Anàlisi i verificació per metodologia analítica d'unions d'estructura metàl·lica – fonamentació.



- Tekla Structures 2022:
 - o Modelat estructural
 - o Renderitzat 3D
 - o Execució de plànols.



- Word (Microsoft):
 - o Redacció i edició dels diferents documents.



- Excel (Microsoft):
 - o Càlcul automàtic parametritzat de diferents parts.

Treball final de Màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol:

DISSENY I CÀLCUL D'UNA ESTRUCTURA
PER COBRIR LA PISCINA MUNICIPAL D'OLOT

Document:

1.1. ANNEX DE CÀLCULS

Alumne: David Alba Teixidó

Tutor: Enric Simon Madrenas

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: MMCTE

Convocatòria (mes/any): juny 2022

ÍNDIX

Índex.....	i
Índex de figures.....	iii
Índex de taules.....	iv
ANNEX A: Càlculs i simulacions estructurals.....	7
A.1. Accions permanents, Valor representatiu.....	9
A.1.1. Pes propi d'elements estructurals.....	9
A.1.2. Pes propi d'elements no estructurals.....	9
A.1.2.1. Pes propi dels tancaments de policarbonat compactat.....	9
A.2. Accions variables, valor representatiu.....	10
A.2.1. Sobrecàrrega d'ús.....	10
A.2.1.1. Sobrecarrega de conservació.....	10
A.2.2. Vent.....	10
A.2.2.1. Vent longitudinal.....	11
A.2.2.2. Vent transversal.....	12
A.2.2.3. Pressió/succió interior.....	13
A.2.3. Acció tèrmica.....	14
A.2.4. Neu.....	15
A.3. Accions accidentals.....	17
A.3.1. Impactes.....	17
A.3.2. Acció sísmica.....	17
A.4. Paràmetres de les Combinacions d'accions.....	19
A.4.1. Factors de simultaneïtat.....	19
A.4.2. Valor de càlcul de les accions.....	19
A.4.2.1. Valor de càlcul per comprovacions en ELU.....	19
A.4.2.2. Valor de càlcul per comprovacions en ELS.....	20
A.5. Combinació d'accions.....	21
A.5.1. Combinació d'accions en ELU en situació persistent o transitòria.....	21
A.5.2. Combinació d'accions en ELS.....	23

A.5.2.1.	ELS en combinació característica, poc probable o peculiar.....	23
A.5.2.2.	ELS en combinació freqüent.....	23
A.5.2.3.	ELS en combinació quasi-permanent.....	24
A.6.	Creació dels arxius de Diamonds per a les simulacions.....	25
A.6.1.	Geometria.....	26
A.6.2.	Càrregues.....	28
A.6.2.1.	Pes propi.....	28
A.6.2.2.	Sobrecàrrega d'ús i manteniment o conservació.....	29
A.6.2.3.	Neu.....	30
A.6.2.4.	Vent transversal o X.....	31
A.6.2.5.	Vent longitudinal o Z.....	32
A.6.2.6.	Pressió interior o vent interior positiu.....	33
A.6.2.7.	Succió interior o vent interior negatiu.....	34
A.6.2.8.	Temperatura màxima o estiu.....	35
A.6.2.9.	Temperatura mínima o hivern.....	36
A.6.3.	Combinacions de càrregues.....	37
A.7.	Verificacions i comprovacions estructurals en E.L.S.....	38
A.7.1.	Criteris funcionals relatius a desplaçaments.....	38
A.7.1.1.	Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CR), Hivern.....	38
A.7.1.2.	Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CP), Hivern.....	41
A.7.1.3.	Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CR), Estiu.....	44
A.7.1.4.	Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CP), Estiu.....	47
A.7.1.5.	Resum de resultats ELS CR/CP.....	50
A.7.1.6.	Estat límit de deformacions verticals, integritat constructiva.....	50
A.7.1.7.	Estat límit de deformacions verticals, estètica.....	51
A.7.1.8.	Estat límit de deformacions horitzontals, integritat constructiva.....	51
A.7.1.9.	Estat límit de deformacions horitzontals, estètica.....	51
A.7.2.	Criteris funcionals relatius a vibracions.....	52
A.8.	Verificacions i comprovacions en E.L.U.....	53
A.8.1.	ELU d'equilibri (EQU).....	53

A.8.2.	ELU de resistència (STR) de l'estructura metàl·lica	56
A.8.3.	ELU de fatiga (FAT).....	59
A.9.	Càlcul d'unions	61
A.9.1.	Unió columna HEB180 amb biga IPE200.....	62
A.9.2.	Unió columna IPE200 amb biga IPE140	69
A.9.3.	Cap de pilar HEB900 – jàssera IPE400.....	77
A.9.4.	Pilar IPE200 – jàssera IPE400.....	87
A.9.5.	Jàssera IPE400 – bigueta IPE200.....	96
A.9.6.	Connexió Pilar HEB900 – Sabata fonamentació.....	114
A.9.7.	Connexió pilar HEB180 – Sabata fonamentació.....	124
A.10.	Sistema rodant per a la mobilitat de la coberta.....	132
A.11.	Fonamentació.....	134

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1.	Mapa de regions amb diferent valor de pressió dinàmica.....	11
Figura 2.	Disposició de les zones de Cp o Cs a zona de teulat per a cobertes cilíndriques.....	13
Figura 3.	Disposició de les zones de Cp o Cs a tancaments laterals per a qualsevol tipus de coberta.	13
Figura 4.	Diagrama de pressió i succió interior deguda al vent.....	13
Figura 5.	Mapa d'isotermes de la temperatura anual màxima de l'aire.....	14
Figura 6:	Zones climàtiques a l'hivern segons normativa.....	15
Figura 7.	Representació de 3 vistes principals del projecte entrat a Geometria de Diamonds per a la modalitat d'Estiu.....	26
Figura 8.	Unió de cap de pilar HEB900 amb jàssera IPE400.....	27
Figura 9.	Distribució de càrrega de pes propi.....	28
Figura 10.	Distribució de càrrega de conservació/manteniment.....	29
Figura 11.	Distribució de càrrega de neu.....	30
Figura 12.	Distribució de càrrega de vent transversal o X.....	31
Figura 13.	Distribució de càrrega de vent longitudinal o Z.....	32
Figura 14.	Distribució de càrrega de pressió interior o vent interior positiu.....	33
Figura 15.	Distribució de càrrega de succió interior o vent interior negatiu.....	34

Figura 16. Distribució de càrrega de temperatura màxima o estiu.....	35
Figura 17. Distribució de càrrega de temperatura mínima o hivern.....	36
Figura 18. Entrada de combinacions de càrrega a Diamonds.....	37
Figura 19. Agrupar i desagrupar barres en funció del pla de vinclament.....	53
Figura 20. Anàlisi de longituds de vinclament segons grups.....	53
Figura 21: Resultats gràfics d'anàlisi d'estabilitat, modalitat hivern.....	54
Figura 22: Resultats detallats biga a major percentatge de vinclament usat de l'estructura.....	55
Figura 23: Resultats gràfics d'anàlisi d'estabilitat, modalitat estiu.....	55
Figura 24: Gràfic de nombre de perfils en cada grup de percentatge d'ús de màxim vinclament.....	56
Figura 25: Resultats gràfics d'anàlisi de resistència, modalitat estiu.....	57
Figura 26: Resultats gràfics d'anàlisi de resistència, modalitat hivern.....	58
Figura 27: Resultats detallats biga a major percentatge de resistència usat de l'estructura.....	59
Figura 28. Sollicitacions a l'element rodant.....	132

ÍNDIX DE TAULES

Taula A.1.1: pesos propis de les diferents seccions metàl·liques.....	9
Taula A.1.2. Sobrecàrregues de pes prop de policarbonat compactat.....	10
Taula A.2.1. Sobrecàrregues de conservació per a cobertes accessibles únicament per a conservació. 10	
Taula A.2.2. Dades de càlcul del vent longitudinal en funció de l'alçada.....	12
Taula A.2.3. Dades de càlcul del vent transversal en funció de l'alçada.....	12
Taula A.2.4. Increment de temperatura degut a la radiació solar.....	14
Taula A.2.5. Temperatura mínima de l'aire exterior.....	15
Taula A.2.6. Càrrega de neu [kn/m ²] segons ubicació i alçada respecte el nivell del mar.....	16
Taula A.2.7. Valors del coeficient de forma de la càrrega de neu.....	16
Taula A.4.1. Factors de simultaneïtat.....	19
Taula A.4.2. Valors dels coeficients parcials per a comprovacions resistents.....	19
Taula A.4.3. Valors dels coeficients parcials per a comprovacions d'estabilitat.....	19
Taula A.4.4. Valors dels coeficients parcials per a comprovacions E.L.S.....	20

Taula A.5.1. Combinació d'accions per l'estructura en ELU i resistència	22
Taula A.10.1. Dades característiques del sistema rodant DEMAG DRS315	132

ANNEX A: CÀLCULS I SIMULACIONS ESTRUCTURALS

Per a la realització del disseny i dimensionament d'aquest projecte s'ha treballat mitjançant càlculs i simulacions amb software, de totes les sol·licitacions que pot tenir durant la seva vida útil. S'ha pensat, dissenyat, estudiat i calculat cada component estructural.

Per a realitzar els dissenys, càlculs i simulacions, s'ha hagut d'estudiar prèviament les diferents accions i combinacions d'accions que posaran a prova l'estructura un cop construïda. El càlcul del valor de tals accions i combinacions es realitza a partir de les següents normatives:

- DB-SE: "Documento Básico- Seguridad Estructural".
- DB-SE-A: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Acero".
- DB-SE-AE: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la edificación".
- DB-SE-C: "Documento Básico- Seguridad Estructural- Cimientos".
- NCSE-02 ("Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación")

Segons aquestes normatives, les accions a considerar són les següents:

A.1. ACCIONS PERMANENTS, VALOR REPRESENTATIU

Les càrregues permanents són les produïdes pel conjunt d'elements que formen part de l'estructura i altres components subjectats a la mateixa que hi aporten càrregues gravitatòries.

A.1.1. Pes propi d'elements estructurals

El pes propi de les diferents seccions estructurals emprades és el que es pot observar a la Taula A.1.1, totes elles amb acer S275JR.

TAULA A.1.1: PESOS PROPIS DE LES DIFERENTS SECCIONS METÀL·LIQUES

Secció	Pes propi [kg/m]
IPE 400	66,3
IPE 200	22,4
IPE 140	12,9
HEB 900	291,5
HEB 180	51,2
HK500-20-20*900-150	470,8
GAL70-900-250-450-27.5-136.6-160-0-30—30	784,7

El conjunt dels diferents elements estructurals queda detallat al document de la memòria descriptiva. Per a més informació de cada perfil i el seu ús, consultar el citat document.

A.1.2. Pes propi d'elements no estructurals

A.1.2.1. Pes propi dels tancaments de policarbonat compactat

El policarbonat té una densitat de 1.2 g/cm^3 . Això es tradueix en les masses per unitat de superfície que podem trobar a la Taula A.1.2.

Taula A.1.2. Sobrecàrregues de pes prop de policarbonat compactat.

Espessor [mm]	Càrrega [kg/m ²]	Càrrega (a l'alça) [kN/m ²]
2	2,4	0.024
3	3,6	0.036
4	4,8	0.048

Al emprar-se doble capa de metacrilat de 4 mm per a realitzar la capa aïllant tèrmica d'aire, podem establir la càrrega superficial d'aquest material en 0.1 kN/m².

A.2. ACCIONS VARIABLES, VALOR REPRESENTATIU

A.2.1. Sobrecàrrega d'ús

Per a l'estructura projectada no s'estima cap sobrecàrrega d'ús més enllà del manteniment puntual que requereixi d'algun operari accedir a la zona superior de la coberta.

A.2.1.1. Sobrecàrrega de conservació

El Codi tècnic estructural defineix al DBSE-AE Taula 3.1 que la sobrecàrrega per a "Cobertes accessibles únicament per a conservació", una sobrecàrrega d'ús segons de 0,4 kN/m² (dades complementades amb la Taula A.2.1). Aquesta sobrecàrrega no serà concomitant amb cap altre sobrecàrrega variable.

TAULA A.2.1. SOBRECÀRREGUES DE CONSERVACIÓ PER A COBERTES ACCESSIBLES ÚNICAMENT PER A CONSERVACIÓ.

Categoria d'ús		Subcategoria d'ús	Carrega uniforme [kN/m ²]	Càrrega concentrada [kN]
G	Cobertes accessibles únicament per a conservació	Cobertes amb inclinació inferior a 20 °	1	2
		Cobertes lleugeres sobre corretges (sense forjat) (es considera si el tancament no excedeix el 1 kN/m ²)	0,4	1
		Cobertes amb inclinació superior a 40°	0	2

A.2.2. Vent

Per a realitzar el càlcul de la càrrega per vent es fa ús del CTE-DB-SE-AE ("Código Técnico de la Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural-Acciones en Edificación"), en concret a l'apartat 3.3. El càlcul de vent es dividirà en longitudinal (vent en sentit nord-sud o invers), vent transversal (vent en sentit est-oest o invers), i pressió/succió interior. La diferència ve motivada per la normativa al respecte.

A.2.2.1. Vent longitudinal

La càrrega del vent que es genera perpendicular a la superfície de cada punt de superfície exposat (pressió estàtica), ve definida per les següents dues equacions, per a la càrrega en pressió i en succió:

$$q_{e,p} = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$$q_{e,s} = q_b \cdot c_e \cdot c_s$$

Essent:

$q_{e,p}$ La càrrega de vent per pressió.

$q_{e,s}$ La càrrega de vent per succió.

q_b La pressió dinàmica del vent, estipulada segons l'annex D.1. apartat 4 del CTE-DB-SE-AE, és de $0,52 \text{ kN/m}^2$, al quedar el municipi d'Olot dins de la regió C del plànol de la Figura 1.

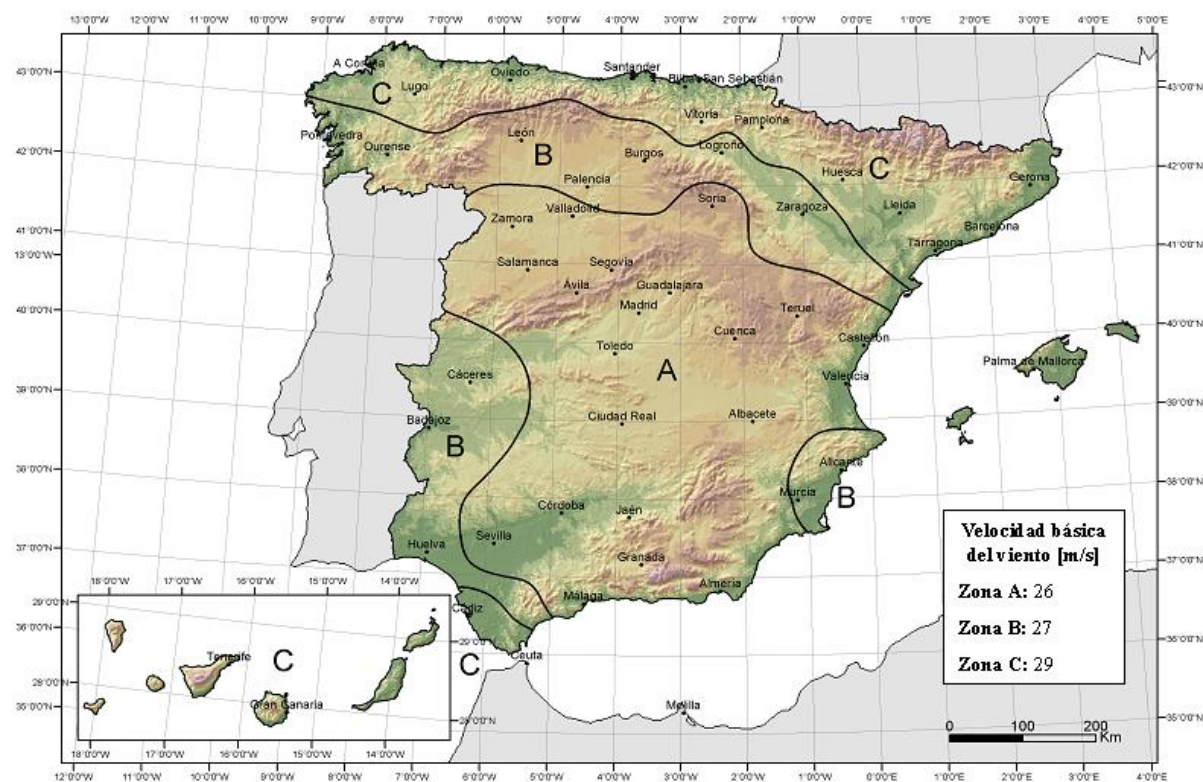


Figura 1. Mapa de regions amb diferent valor de pressió dinàmica.

Font: Extretes dels documents de la citada normativa CTE

c_e Coeficient d'exposició, el qual ens ve donat per la taula 3.4 del DBSE-AE, pàgina 8, d'on valorant el grau d'aspra de l'entorn a la categoria IV" Zona urbana en general, industrial o forestal", podem obtenir aquest coeficient en funció de l'alçada, tali com es mostra a la Taula A.2.2.

C_p Coeficient eòlic de pressió, estipulat segons la taula 3.5. apartat 1, del CTE-DB-SE-AE- Part 2, i prenent com a esveltesa un valor inferior a 0,25 (alçada de 5m per base de 25 o 45 m), obtenim el valor d'aquest paràmetre en **0,7**.

C_s Coeficient eòlic de succió, estipulat segons la taula 3.5. apartat 1, del CTE-DB-SE-AE- Part 2, i prenent com a esveltesa un valor inferior a 0,25, obtenim el valor d'aquest paràmetre en **-0,3**.

Per tant, tindrem diferents valors en funció de les alçades.

TAULA A.2.2. DADES DE CàLCUL DEL VENT LONGITUDINAL EN FUNCió DE L'ALÇADA

Alçada [m]	3	6	9	12	15
C_e	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1
$q_{e,p}$ [kN/m ²]	0,47	0,51	0,62	0,69	0,76
$q_{e,s}$ [kN/m ²]	0,20	0,22	0,27	0,30	0,33

A.2.2.2. Vent transversal

Per al càlcul de les accions de vent, la normativa defineix un càlcul més complex amb la finalitat de definir el cas més desfavorable possible per l'estructura, ja que en aquest cas la forma cilíndrica de la coberta pot generar carregues extres degut als fluxos aerodinàmics. Per al cas concret que ens trobem, una coberta de tipologia cilíndrica, i les dimensions que tenim, haurem de treballar amb les següents dades:

- q_b manté el mateix valor que en el cas anterior (0,52 kN/m²).
- C_e manté els mateixos valors que en el cas anterior
- $C_{p/s}$: en aquest cas es calcula en funció de la zona a estudiar de la coberta cilíndrica. Aquesta es divideix segons les zones (veure Figura 2 i Figura 3). Els valors de cada zona són els que es troben a la XXXXXXXX, en què els valors positius signifiquen pressió i els negatius succió perpendicular a la superfície a calcular.

TAULA A.2.3. DADES DE CàLCUL DEL VENT TRANSVERSAL EN FUNCió DE L'ALÇADA

Zona	A_v	B_v	C_v	D_v	E_v	A_H	B_H	C_H
C_p o C_s	-1,2	-0,8	-0,5	0,75	-0,3	0,12	-0,85	-0,4

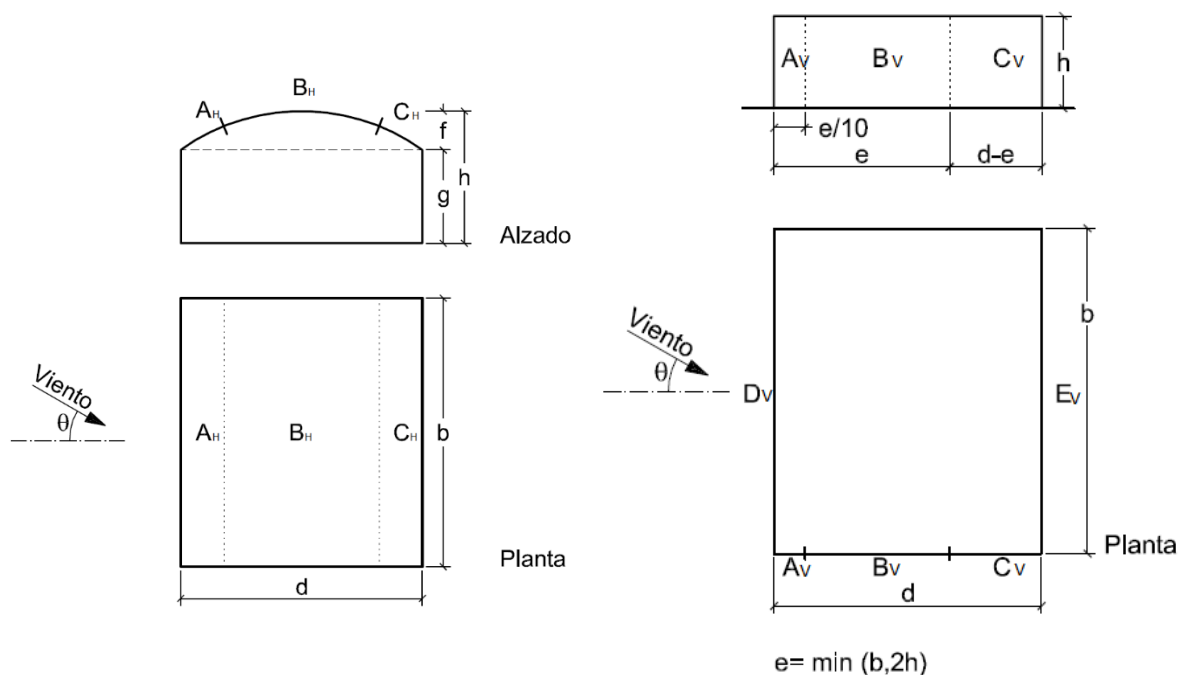


Figura 2. Disposició de les zones de Cp o Cs a zona de teulat per a cobertes cilíndriques.

Figura 3. Disposició de les zones de Cp o Cs a tancaments laterals per a qualsevol tipus de coberta

Font: Extretes dels documents de la citada normativa CTE

A.2.2.3. Pressió/succió interior

Tal i com ja s'ha exposat prèviament, aquesta estructura està ideada amb la finalitat d'oferir un gran grau d'obertura per a la temporada d'estiu. Per aquest motiu, al bufar el vent pot generar altes càrregues de pressió a l'interior, positiva i negativa (no simultànies). Veure la Figura 4. Treballant en els casos més extrems, podem treballar amb:

- Coeficient de pressió = 0,7
- Coeficient de succió = -0.5
- La resta de dades pel càlcul de la càrrega vindran donades segons la resta de paràmetres corresponents a vent transversal o longitudinal.

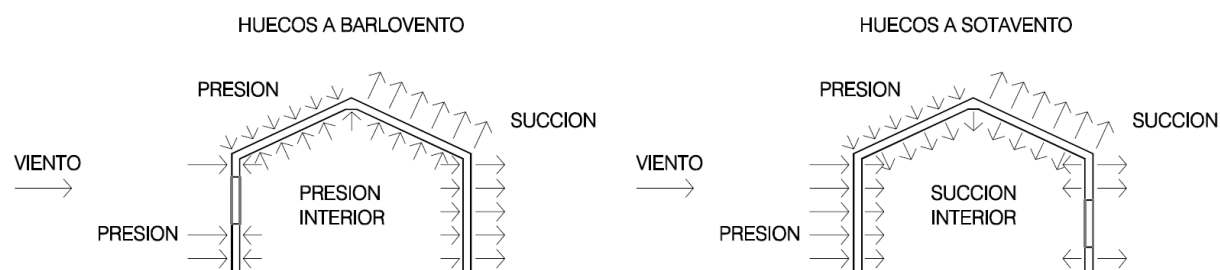


Figura 4. Diagrama de pressió i succió interior deguda al vent.

Font: Extretes dels documents de la citada normativa CTE

A.2.3. Acció tèrmica

Seguint la normativa del CTE-DB-AE ("Acciones en edificación"), apartat 3.4.1 (generalitats de les accions tèrmiques), tots els elements de l'estructura continus de dimensions superiors a 40 metres se'ls ha de realitzar el càlcul d'acció tèrmica.

Es defineix la temperatura màxima a la que s'ha de calcular l'estructura a partir del plànol de la Figura 5, on Olot està a la zona verd clara (42 °C); i a la Taula A.2.4, que en el cas més pessimista hem de valorar que l'estructura pot ser fosca i obtenir un guany extra de 42°C. Per tant, la temperatura màxima que pot arribar el projecte serà de 84°C.

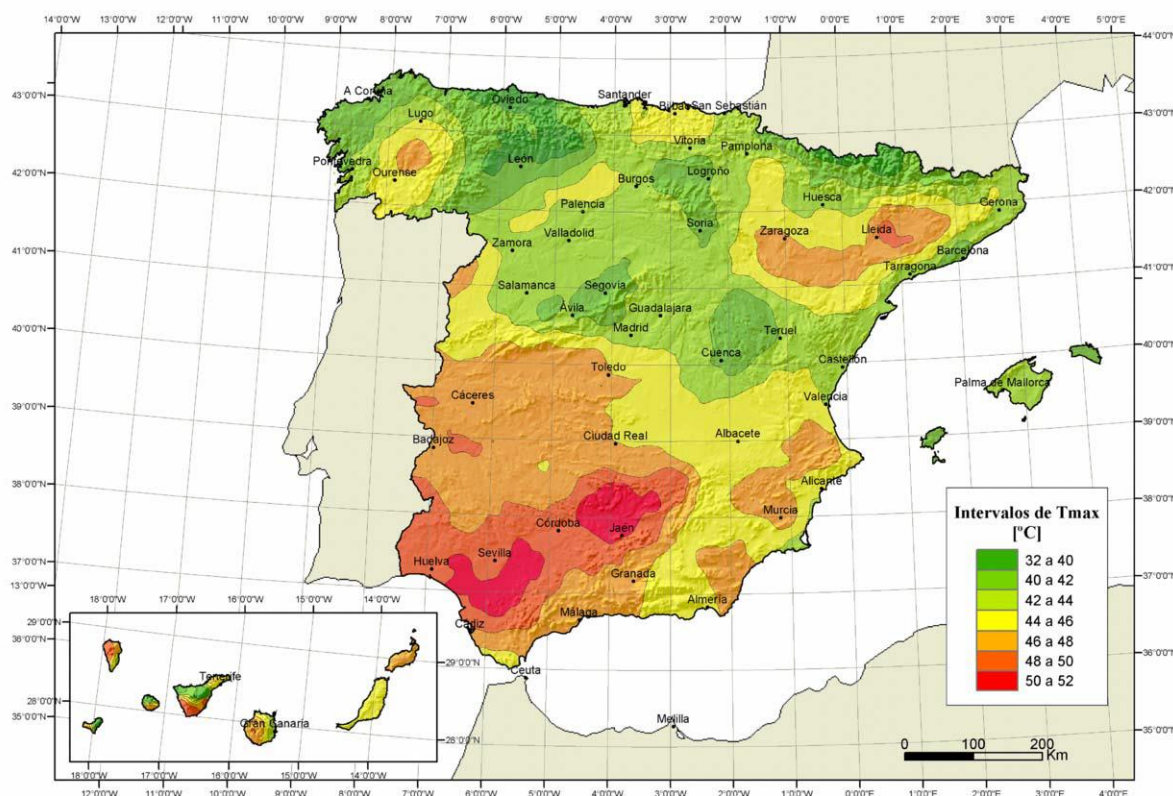


Figura 5. Mapa d'isotermes de la temperatura anual màxima de l'aire.

Font: Extreptes dels documents de la citada normativa CTE

TAULA A.2.4. INCREMENT DE TEMPERATURA DEGUT A LA RADIACIÓ SOLAR

Orientació de la superfície	Color de la superfície		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

Pel que fa a la temperatura mínima, aquesta ve donada pel mapa de la Figura 6, on Olot està a la zona 2; i per la Taula A.2.5, on entrant a ella per alçada de 400 metres i zona 2 obtenim una temperatura mínima de -15°C.



Figura 6: Zones climàtiques a l'hivern segons normativa.

Font: Extrems dels documents de la citada normativa CTE

TAULA A.2.5. TEMPERATURA MÍNIMA DE L'AIRE EXTERIOR.

Altitud (m)	Zona de clima invernau, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

A.2.4. Neu

Per al càlcul de la càrrega de neu es segueix el CTE-DB-AE ("Acciones en edificación"), apartat 3.5 (Neu).

S'obté el valor de càrrega de neu per unitat de superfície en projecció horitzontal, q_n a partir de l'equació:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Essent:

μ coeficient de forma de la coberta

S_k valor característic de la càrrega de neu sobre un terreny horitzontal

Per a determinar el valor S_k , al ser el present projecte ubicat a un municipi no capital de província, i en una altitud respecte el mar inferior a 2.200 m, la sobrecàrrega de neu en un terreny horitzontal queda definida per la Taula A.2.6 (extreta del citat document, pàgina 42 i última del document). Olot es troba a la zona 2, tal i com es mostra a la Figura 6, i a una alçada respecte al mar de 443m.

TAULA A.2.6. CÀRREGA DE NEU [KN/M²] SEGONS UBICACIÓ I ALÇADA RESPECTE EL NIVELL DEL MAR

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Així doncs, la sobrecàrrega de neu serà el valor obtingut en l'anterior Taula A.2.6, $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$.

El coeficient de forma es determina en un valor segons la Taula A.2.7:

Taula A.2.7. Valors del coeficient de forma de la càrrega de neu

Inclinació [°]	Coeficient de forma, μ
0-30	1
60-90	0
30-60	Interpolació lineal entre valors anteriors

Essent per al present projecte $\mu = 1$

Realitzant doncs el producte, obtenim la càrrega de neu:

$$q_n = 1 \cdot S_k = 1 \cdot 0,7 = 0,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Aquesta càrrega s'aplica a tota la coberta de l'estructura.

A.3. ACCIONS ACCIDENTALS

A.3.1. Impactes

L'acció generada per l'impacte d'un vehicle de carretera contra l'estructura no es calcula pel present projecte, al quedar tal estructura acollida dins un complex el qual pot ser considerat com a sistema de contenció tant per col·lisions accidentals com premeditades.

A.3.2. Acció sísmica

Per al càlcul sísmic, es fa us de la norma NCSE-02 ("Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación").

Segons el punt 1.2.2. es classifica l'edificació projectada com a d'importància normal.

Segons el punt 1.2.3. és requisit aplicar aquesta normativa contra sismes en cas de que es classifiqui l'obra com a d'importància normal o especial si l'acceleració bàsica $a_b \geq 0,04g$, essent g el valor de la gravetat. Si consultem l'Annex 1 de la citada normativa, a la taula "Valores de la aceleración sísmica básica, a_b , y del coeficiente de contribución, K , de los términos municipales con $a_b > 0,04 g$, organizado por comunidades autónomas", obtenim per la ciutat d'Olot uns valors de

$$\left(\frac{A_b}{g}\right)_{olot} = 0,10 \text{ i } K = 1,0 \text{ (coeficient de contribució)}$$

No obstant, segons l'article 1.2.3. del NCSE-02 al tractar-se d'una estructura més resistent que una executada per maons, estar dotada de menys de quatre pisos i tenir una acceleració menor a 0,12, el càlcul sísmic no és procedent.

A.4. PARÀMETRES DE LES COMBINACIONS D'ACCIONS

A.4.1. Factors de simultaneïtat

El factor de simultaneïtat serveix per estipular numèricament la probabilitat de que dues accions es propiciïn coetàniament. El DBSE designa els diferents factors de simultaneïtat que es poden donar i cal tenir en compte en pel present projecte. A la Taula A.4.1 podem observar els que afecten al present projecte (dades recollides de la taula 4.2 del DBSE).

TAULA A.4.1. FACTORS DE SIMULTANEÏTAT

Acció	Factors de simultaneïtat		
	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecàrrega d'ús	0	0	0
Vent	0,6	0,5	0
Acció tèrmica	0,6	0,5	0
Neu	0,5	0,2	0

A.4.2. Valor de càlcul de les accions

Obtenim el valor de càlcul de les accions multiplicant el seu valor representatiu, designat en els apartats A.1 i A.2, pel coeficient parcial γ_F corresponent.

El valor de tal coeficient varia en funció de la tipologia d'anàlisi que s'estigui realitzant:

A.4.2.1. Valor de càlcul per comprovacions en ELU

Per a aquesta tipologia de comprovació, els valors de γ_F seran els exposats a la Taula A.4.2 per a càlculs de resistència i la Taula A.4.3 per a càlculs d'estabilitat.

TAULA A.4.2. VALORS DELS COEFICIENTS PARCIALS PER A COMPROVACIONS RESISTENTS

Acció		Efecte (valor de γ_F)	
		Favorable	Desfavorable
Permanent de valor constant (G)	Pes propi, carregues mortes	0,8	1,35
Variable (Q)	Vent, Neu, Tèrmica	0	1,5

TAULA A.4.3. VALORS DELS COEFICIENTS PARCIALS PER A COMPROVACIONS D'ESTABILITAT

Acció		Efecte (valor de γ_F)	
		Favorable	Desfavorable
Permanent de valor constant (G)	Pes propi, carregues mortes	0,9	1,1
Variable (Q)	Vent, Neu, Tèrmica	0	1,5

A.4.2.2. Valor de càlcul per comprovacions en ELS

Per a aquesta tipologia de comprovació, els valors de γ_F seran els exposats a la Taula A.4.4.

TAULA A.4.4. VALORS DELS COEFICIENTS PARCIALS PER A COMPROVACIONS E.L.S.

Acció		Efecte (valor de γ_F)	
		Favorable	Desfavorable
Permanent de valor constant (G)	Pes propi, carregues mortes	1	1
Variable (Q)	Vent, Neu, Tèrmica	0	1

A.5. COMBINACIÓ D'ACCIONS

Per a fer les comprovacions en ELU i ELS, es realitzen les combinacions d'accions a partir dels valors de càlcul definits als anteriors apartats. Aquestes venen definides a partir d'equacions i clàusules definides al DBSE. A continuació s'exposen d'ambdues, les que apliquen al present projecte, excloent les que no apliquen com la combinació sísmica.

A.5.1. Combinació d'accions en ELU en situació persistent o transitòria

La combinació d'accions per a l'Estat Límit Últim en situació persistent o transitòria es realitza a partir de l'expressió fonamental següent:

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

Essent:

$G_{k,j}$ el valor característic de cada acció permanent.

$Q_{k,1}$ el valor característic de l'acció variable dominant.

$\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ el valor de certes accions variables al ser combinades amb una acció variable dominant en concret.

$\gamma_{G,j}, \gamma_{Q,i}$ els valors dels coeficients parcials.

On el producte del primer sumatori fa referència al pes propi i càrregues mortes, el component sumant següent fa referència a l'acció variable predominant que s'està calculant, i el sumatori final fa referència a la resta d'accions variables concomitants. Els coeficients parcials per a les accions γ_F per els càlculs del present apartat són els ubicats a l'apartat A.4.2.1; i els factors de simultaneïtat ψ_i són els ubicats a la Taula A.4.1.

A partir d'aquesta expressió, cal valorar el conjunt de condicions imposades pel present projecte que, ja sigui per normativa d'ús o per combinació, resulten infactible:

- Al ser el vent interior una conseqüència del vent exterior, el interior només actuarà com a simultani del transversal o longitudinal.
- Tal i com s'ha exposat prèviament, al tractar-se d'una coberta amb accés exclusiu per a la conservació, aquesta càrrega sols actuarà com a principal, i no se li aplicaran càrregues concomitants.

Un cop definides, es pot generar una taula que exposi totes les combinacions factibles per a l'estructura en ELU. En total s'han creat 54 combinacions diferents de càrrega, que són les que es troben a la Taula A.5.1. Es poden veure a les cel·les dos valors. El primer és $\psi_{0,i}$ i el segon γ_F . Els casos

en què $\psi_{0,i} = 1$ significa que aquella acció és la principal en aquella combinació. No s'ha inclòs la columna del pes propi al ser aquest participatiu a totes les combinacions possibles.

TAULA A.5.1. COMBINACIÓ D'ACCIONS PER L'ESTRUCTURA EN ELU I RESISTÈNCIA

	Nom	Mant.	Neu	Vent Z	Vent X	Temp. Estiu	Temp.	V.int.X +	V.int.X -
1	T.H.					1.00 x 1.50			
2	T.E.						1.00 x 1.50		
3	Manteniment	1 x 1.5							
4	Neu		1.00 x 1.50						
5	Neu+V.Z		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50					
6	Neu+V.Z+T.H		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50			0.60 x 1.50		
7	Neu+V.Z+T.H+V.i.+		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50			0.60 x 1.50		0.60 x 1.50
8	Neu+V.X		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50				
9	Neu+V.X+T.H		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		0.60 x 1.50		
10	Neu+V.X+T.H+V.i.+		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		0.60 x 1.50		0.60 x 1.50
11	Neu+V.Z+V.i.+		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50				0.60 x 1.50	
12	Neu+V.X+V.i.+		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50			0.60 x 1.50	
13	Neu+V.X+T.H		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		0.60 x 1.50	0.00	
14	Neu+V.X+T.H+V.i.-		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		0.60 x 1.50	0.60 x 1.50	
15	Neu+V.Z+T.H+V.i.-		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50			0.60 x 1.50	0.60 x 1.50	
16	Neu+V.Z+V.i.-		1.00 x 1.50	0.60 x 1.50					0.60 x 1.50
17	Neu+V.X+V.i.-		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50				0.60 x 1.50
18	V.Z			1.00 x 1.50					
19	V.Z			1.00 x 1.50					
20	V.Z+V.i.+			1.00 x 1.50				1.00 x 1.50	
21	V.Z+V.i.-			1.00 x 1.50					1.00 x 1.50
22	V.Z+neu		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50					
23	V.Z+V.i.++neu		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50				1.00 x 1.50	
24	V.Z+V.i.+neu		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50					1.00 x 1.50
25	V.Z+T.H			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		
26	V.Z+V.i.+T.H			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
27	V.Z+V.i.-1.50			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		1.00 x 1.50
28	V.Z+T.E			1.00 x 1.50		0.60 x 1.50			
29	V.Z+V.i.++T.E			1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		1.00 x 1.50	
30	V.Z+V.i.-+T.E			1.00 x 1.50		0.60 x 1.50			1.00 x 1.50
31	V.Z+neu+T.H		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		
32	V.Z+V.i.++neu+T.H		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50			0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
33	V.Z+V.i.-+neu+T.H		0.50 x 1.50	1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		1.00 x 1.50
34	V.Z+T.H			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		
35	V.Z+V.i.+T.H			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
36	V.Z+V.i.-+T.H			1.00 x 1.50			0.60 x 1.50		1.00 x 1.50
37	V.X				1.00 x 1.50				
38	V.X+V.i.+				1.00 x 1.50			1.00 x 1.50	
39	V.X+V.i.-				1.00 x 1.50				1.00 x 1.50

	Nom	Mant.	Neu	Vent Z	Vent X	Temp. Estiu	Temp.	V.int.X +	V.int.X -
40	V.X+neu		0.50 x 1.50		1.00 x 1.50				
41	V.X+V.i.++neu		0.50 x 1.50		1.00 x 1.50			1.00 x 1.50	
42	V.X+V.i.+neu		0.50 x 1.50		0.60 x 1.50				1.00 x 1.50
43	V.X+T.H				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		
44	V.X+V.i.+T.H				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
45	V.X+V.i.-1.50				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		1.00 x 1.50
46	V.X+T.E				1.00 x 1.50	0.60 x 1.50			
47	V.X+V.i.++T.E				1.00 x 1.50	0.60 x 1.50		1.00 x 1.50	
48	V.X+V.i.+T.E				1.00 x 1.50	0.60 x 1.50			1.00 x 1.50
49	V.X+neu+T.H		0.50 x 1.50		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		
50	V.X+V.i.++neu+T.H		0.50 x 1.50		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
51	V.X+V.i.+neu+T.H		0.50 x 1.50		1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		1.00 x 1.50
52	V.X+T.H				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		
53	V.X+V.i.+T.H				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50	1.00 x 1.50	
54	V.X+V.i.-+T.H				1.00 x 1.50		0.60 x 1.50		1.00 x 1.50

A.5.2. Combinació d'accions en ELS

Segons la verificació d'Estat Límit de Servei que es realitzi, es realitzarà diferent tipologia de de combinació d'accions:

A.5.2.1. ELS en combinació característica, poc probable o peculiar

La combinació d'accions per a l'Estat Límit de Servei en situació característica es realitza a partir de la mateixa expressió fonamental de l'ELU en situació persistent o transitòria:

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

Al no aplicar-se noves restriccions, les combinacions possibles seran les mateixes ja descrites en l'apartat A.5.1. No s'inclou de nou la taula, recalcant que l'únic que canviaria serien els valors de majoració que passarien a ser els detallats a la Taula A.4.4.

A.5.2.2. ELS en combinació freqüent

La combinació d'accions per a l'Estat Límit de Servei en situació freqüent es realitza a partir de la següent expressió fonamental:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Al no aplicar-se noves restriccions, les combinacions possibles seran les mateixes ja descrites en l'apartat A.5.1. No s'inclou de nou la taula, recalcant que l'únic que canviaria serien els valors de majoració que passarien a ser els detallats a la Taula A.4.4 i els de concomitància segons la Taula A.4.1.

A.5.2.3. ELS en combinació quasi-permanent

La combinació d'accions per a l'Estat Límit de Servei en situació quasi-permanent es realitza a partir de la següent expressió fonamental:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

En aquest cas observar que totes les accions que no són de pes propi es multipliquen pel ponderador de concomitància amb subíndex 2. Tal i com hem vist anteriorment, aquest valor és en tots els casos nul. Per tant sols restarà una combinació possible, la qual és la del pes propi.

A.6. CREACIÓ DELS ARXIUS DE DIAMONDS PER A LES SIMULACIONS

Per a realitzar les diferents comprovacions estructurals per validar el present projecte, es realitzen diverses simulacions amb software informàtic. El programa principal serà Diamonds de la marca BuildSoft, on es crearà l'estructura, amb els perfils designats, i condicions de contorn, per posteriorment entrar les diferents combinacions i realitzar les simulacions. La present estructura destaca per la peculiaritat que pot adoptar dues morfologies diferents segons si és estiu o hivern. És per aquest motiu que s'haurà de modelitzar l'estructura i totes les simulacions per duplicat, al haver d'acomplir tots els requeriments de resistència i servei en les dues modalitats. A continuació s'exposa de forma resumida la concepció del model d'hivern. El d'estiu es idèntic amb la diferència de la ubicació dels esclavons centrals.

A.6.1. Geometria

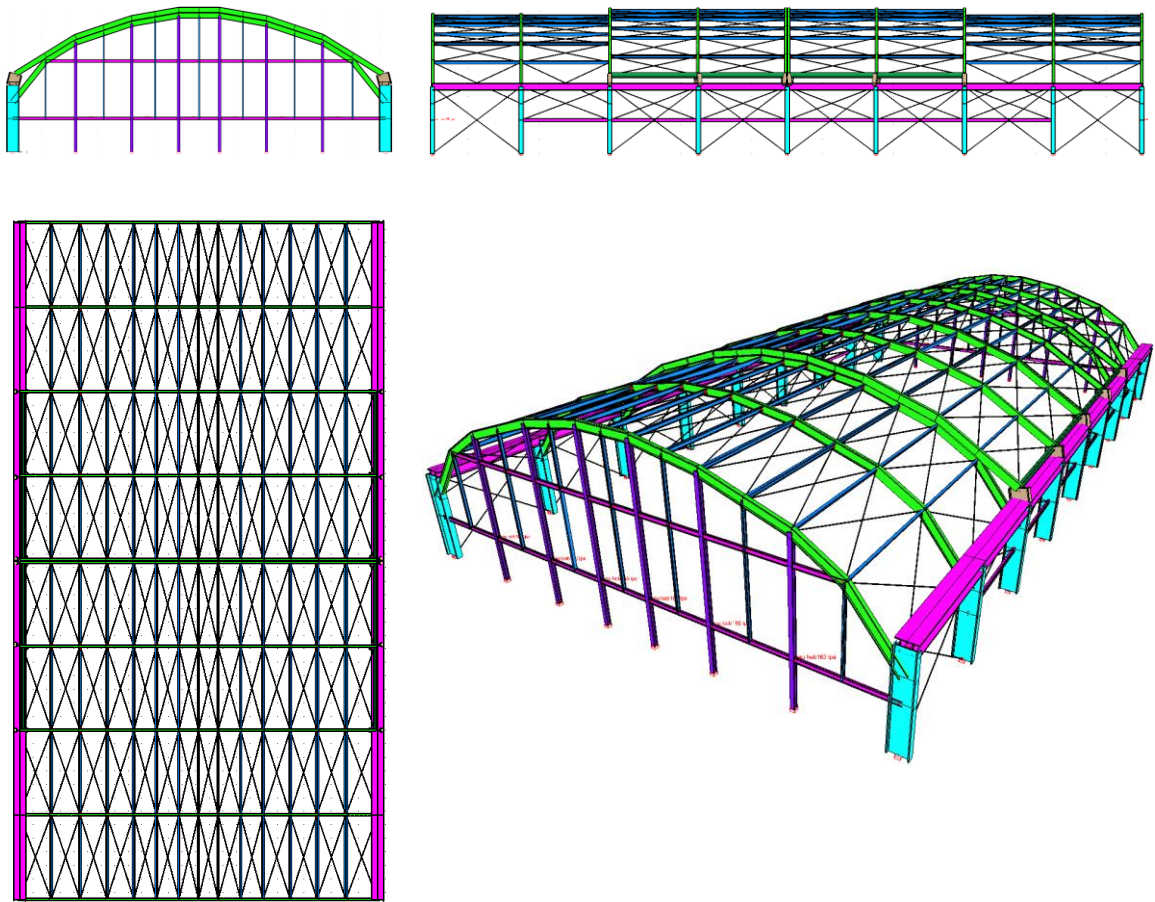


Figura 7. Representació de 3 vistes principals del projecte entrat a Geometria de Diamonds per a la modalitat d'Estiu.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

Per a l'entrada de la geometria, s'han treballat els següents punts:

- Dimensions acord a les dimensions objectiu del projecte i les entregades al document de plànols.
- Perfils de seccions modificats fins a l'optimització o disseny visualment segur. Els emprats a les simulacions exposades posteriorment són els exposats a la memòria descriptiva.
- Estipulació de les condicions de contorn per a cada element i extrem: fixes, articulats o altres més peculiars.
- Material: la totalitat de les seccions estan realitzades amb acer S275, amb les següents propietats:
 - o Densitat = 7850.0 kg/m³
 - o Mòdul de Young E = 210000 N/mm²

- Coeficient de Poisson $\nu = 0.300$
- Mòdul de elasticitat transversal $G = 80769 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de dilatació tèrmica $= 0.000012 / ^\circ\text{C}$
- Grups de vinclament: definició per a cada tipologia de perfil les longituds de vinclament en funció dels eixos locals.
- Definició de grups de seccions per a poder assignar propietats geomètriques i de carregues (posteriorment) de forma més àgil.

El resultat obtingut per al cas d'hivern és el mostrat a la Figura 7.

També es dissenyen les unions que uniran tots els perfils de l'estructura. De cada unió s'obté la matriu de rigidesa al nus i serveix per a que la simulació sigui més precisa (Figura 8).

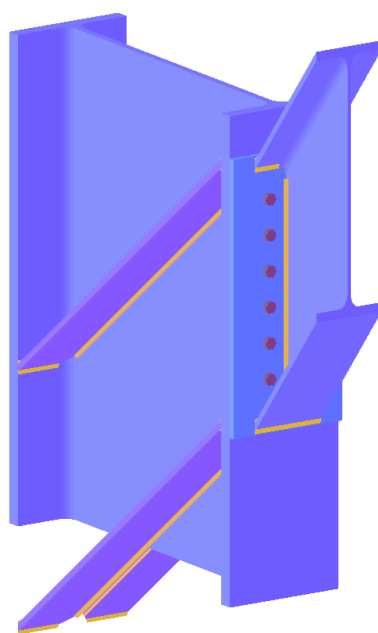


Figura 8. Unió de cap de pilar HEB900 amb jàssera IPE400

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Power Connect, Buildsoft

A.6.2. Càrregues

Es defineixen en aquest apartat totes les accions que hem citat prèviament:

A.6.2.1. Pes propi

Es tracta d'una càrrega de tipus gravitatori que afecta a tots els elements, cada un amb la càrrega per metre lineal definida a l'apartat A.1.1. També s'inclou en aquest apartat les càrregues mortes representatives que pugui haver de suportar l'estructura.

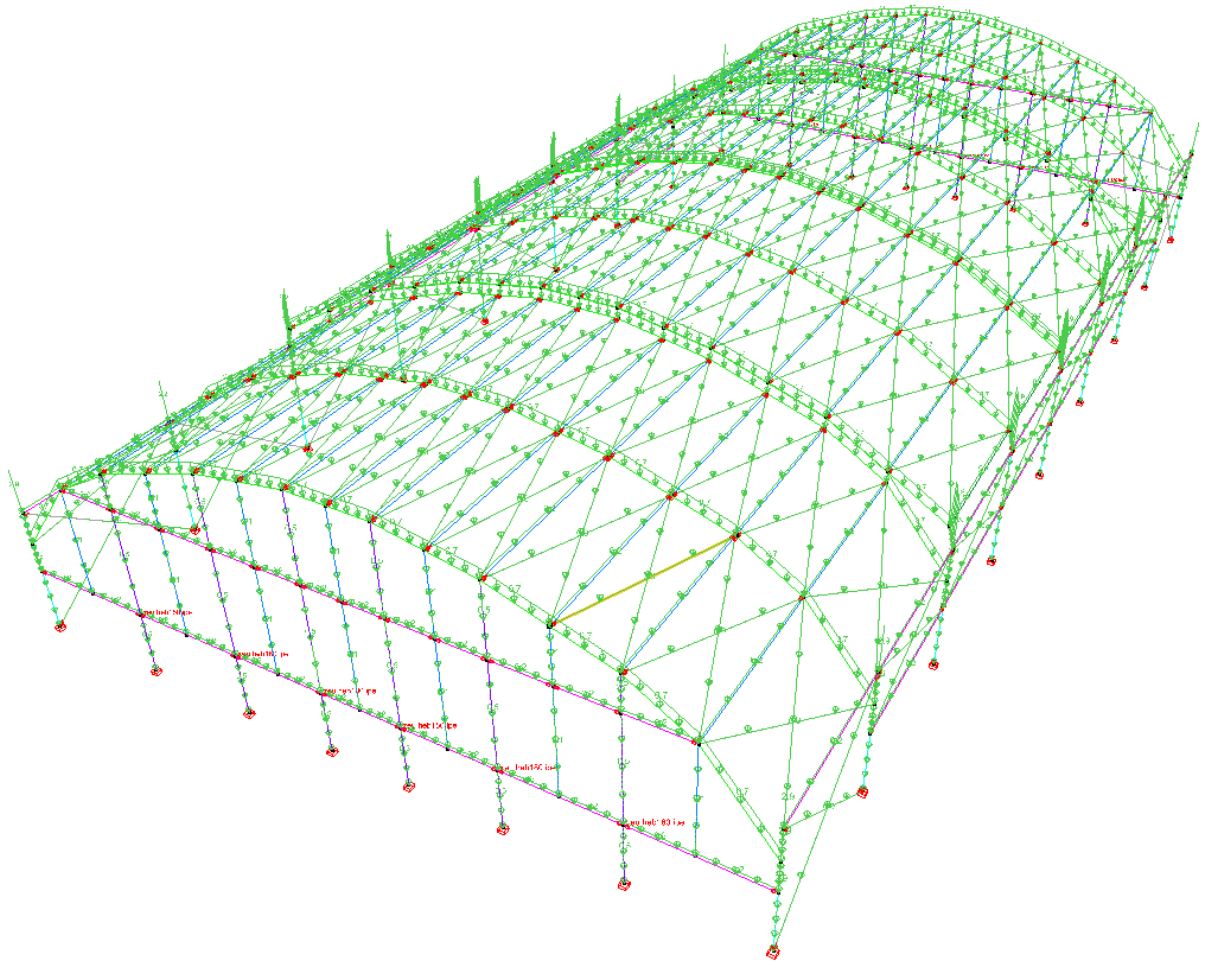


Figura 9. Distribució de càrrega de pes propi

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.2. Sobrecàrrega d'ús i manteniment o conservació

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície de coberta (el sostre) amb el valor indicat a l'apartat A.2.1.1. En concret es reparteix a les biguetes que són les que suportaran els tancaments.
- Es tracta d'una càrrega gravitatòria, al ser una càrrega generada per les persones que hi hagin de transitar.
- Es realitza a tots els perfils que tenen una inclinació apropiada pel manteniment.
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta carrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

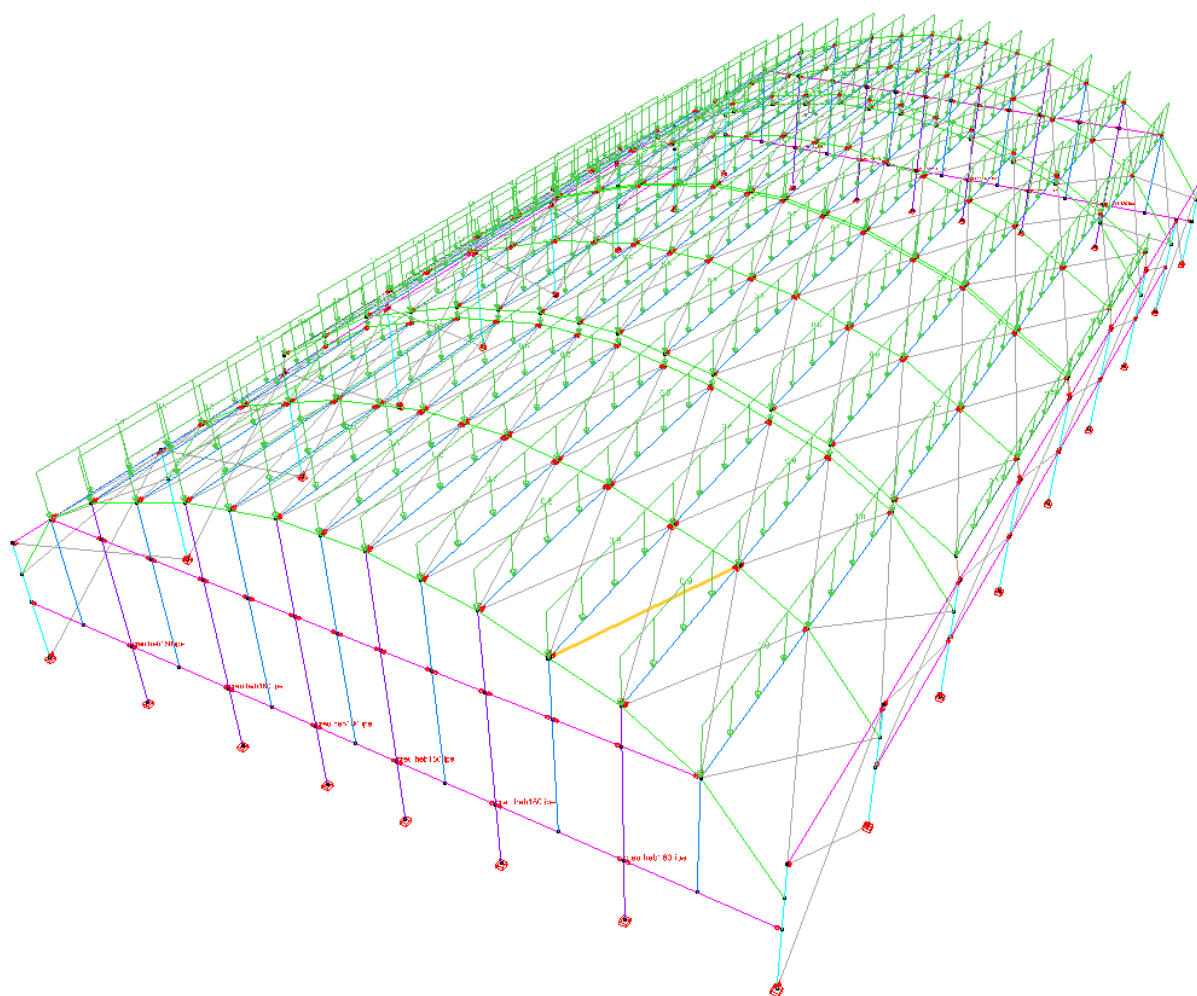


Figura 10. Distribució de càrrega de conservació/manteniment

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.3. Neu

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície de coberta (el sostre) amb el valor indicat a l'apartat A.2.4. En concret es reparteix a les biguetes que són les que suportaran els tancaments.
- Es tracta d'una càrrega gravitatòria, al ser una càrrega generada per la massa de la neu
- Es realitza a tots els perfils que tenen una inclinació que no generi el lliscament de la neu (segons normativa).
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta carrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

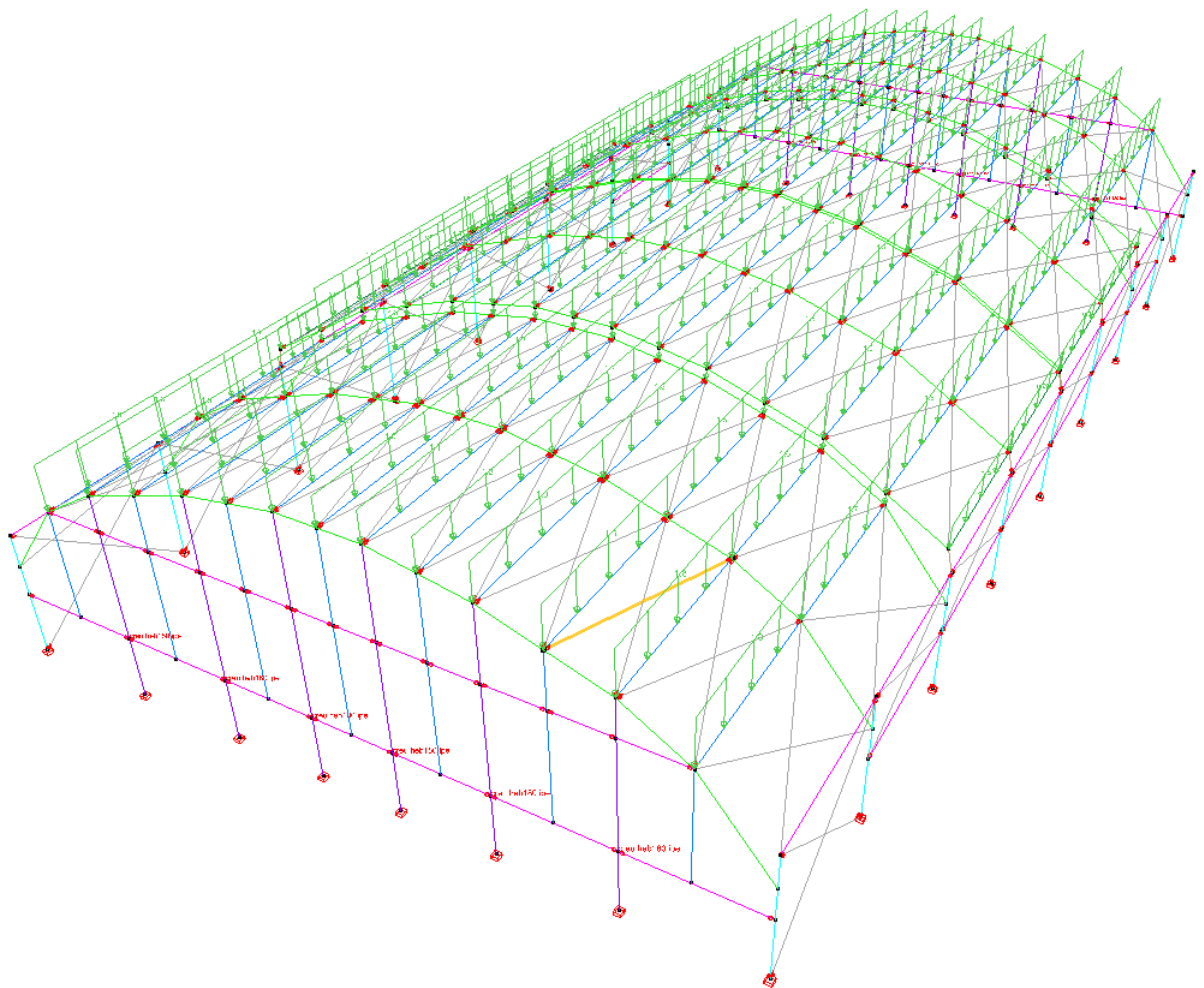


Figura 11. Distribució de càrrega de neu

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.4. Vent transversal o X

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície tots els perfils que suportaran els panells de tancament, emprant els valors indicats a l'apartat A.2.2.2. En concret es reparteix als perfils que suportaran els tancaments. S'ha entrat el vent en funció de les zones definides (Av, Bv, Cv, etc), i l'alçada.
- Es tracta d'una càrrega de vent que actua perpendicular a la superfície. En alguns casos com a pressió (les fletxes apunten a dins de l'estructura) i en algun com a succió (les fletxes apunten a fora de l'estructura), seguint el que s'ha indicat a l'apartat A.2.2.2.
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta carrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

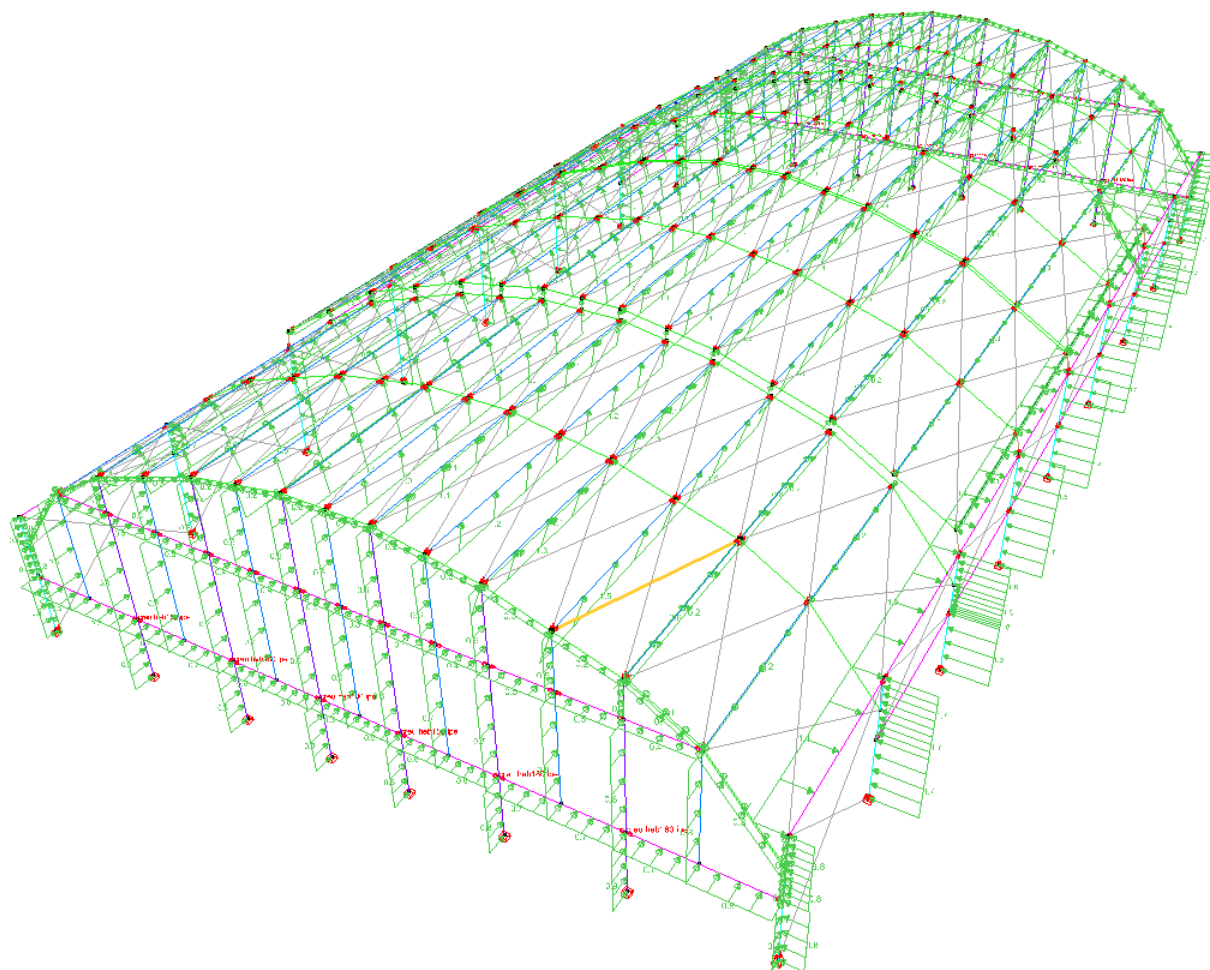


Figura 12. Distribució de càrrega de vent transversal o X

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.5. Vent longitudinal o Z

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície tots els perfils que suportaran els panells de tancament que emparen la superfície projectada en l'eix Z (longitudinal), emprant els valors indicats a l'apartat A.2.2.1. En concret es reparteix als perfils que suportaran els tancaments. S'ha entrat el vent en funció de l'alçada.
- Es tracta d'una càrrega de vent que actua perpendicular a la superfície. En alguns casos com a pressió (les fletxes apunten a dins de l'estructura) i en algun com a succió (les fletxes apunten a fora de l'estructura), seguint el que s'ha indicat a l'apartat A.2.2.1A.2.2.2.
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta càrrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

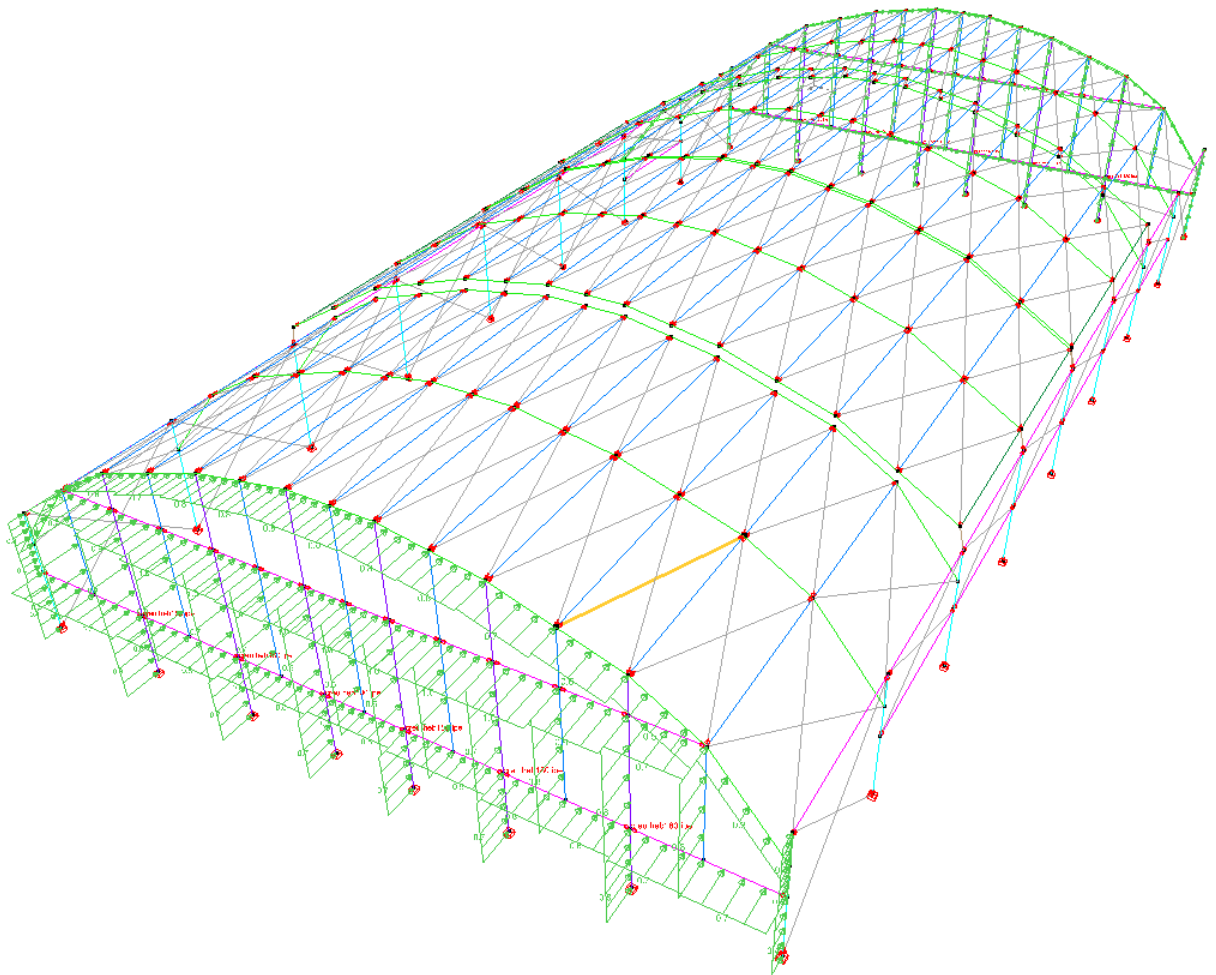


Figura 13. Distribució de càrrega de vent longitudinal o Z

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.6. Pressió interior o vent interior positiu

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície tots els perfils que suportaran els panells de tancament, emprant els valors indicats a l'apartat 0. En concret es reparteix als perfils que suportaran els tancaments. S'ha entrat el vent en funció de l'alçada.
- Es tracta d'una càrrega de vent que actua perpendicular a la superfície. En aquest cas com a pressió interior (les fletxes apunten de dins a fora de l'estructura) seguint el que s'ha indicat a l'apartat 0.
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta carrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

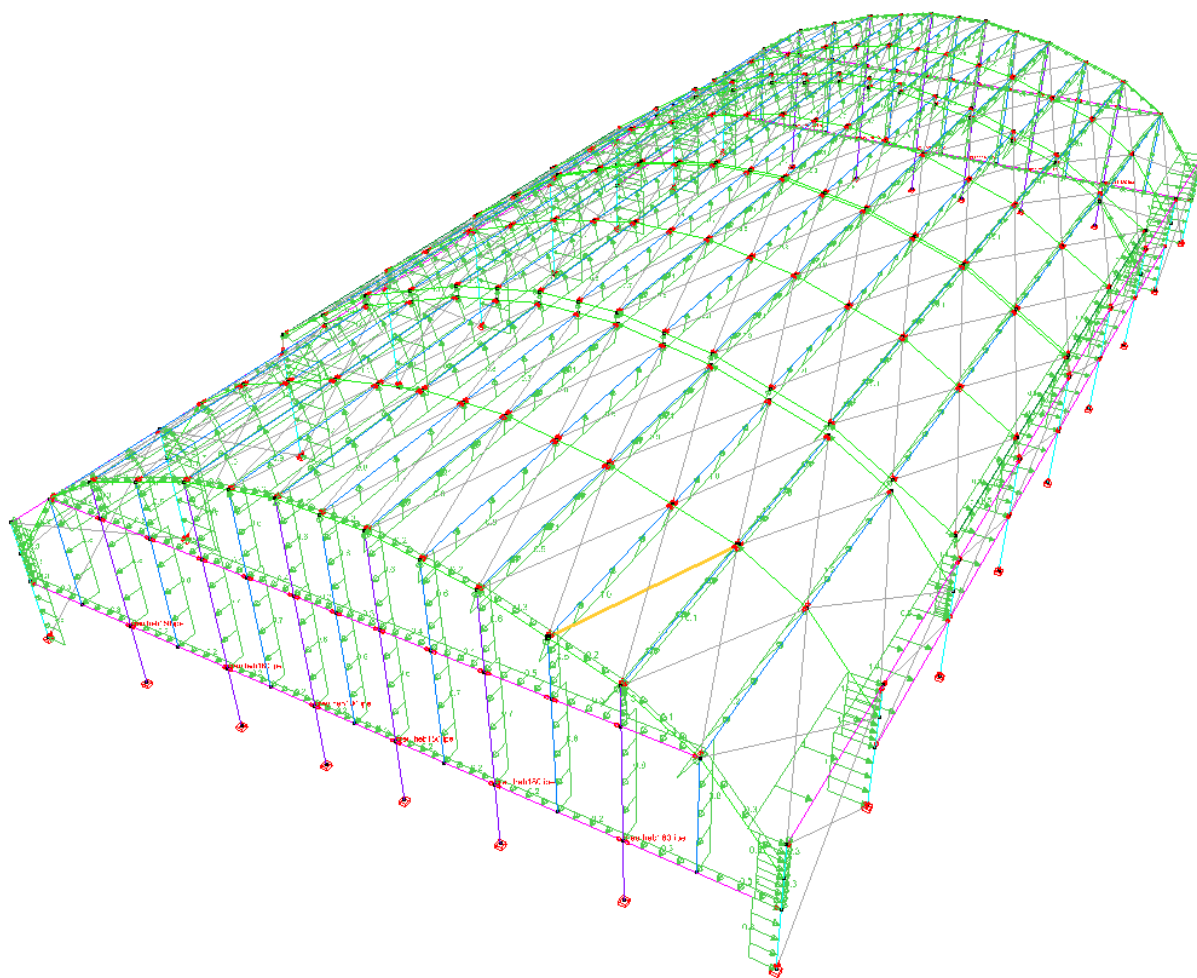


Figura 14. Distribució de càrrega de pressió interior o vent interior positiu

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.7. Succió interior o vent interior negatiu

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega es distribueix per la superfície tots els perfils que suportaran els panells de tancament, emprant els valors indicats a l'apartat 0. En concret es reparteix als perfils que suportaran els tancaments. S'ha entrat el vent en funció de l'alçada.
- Es tracta d'una càrrega de vent que actua perpendicular a la superfície. En aquest cas com a succió interior (les fletxes apunten de fora a dins de l'estructura) seguint el que s'ha indicat a l'apartat 0.
- Al tractar-se d'una càrrega de força per unitat de superfície, aquesta carrega es converteix en càrrega de força per metre lineal segons la superfície contributiva que li pertoqui.

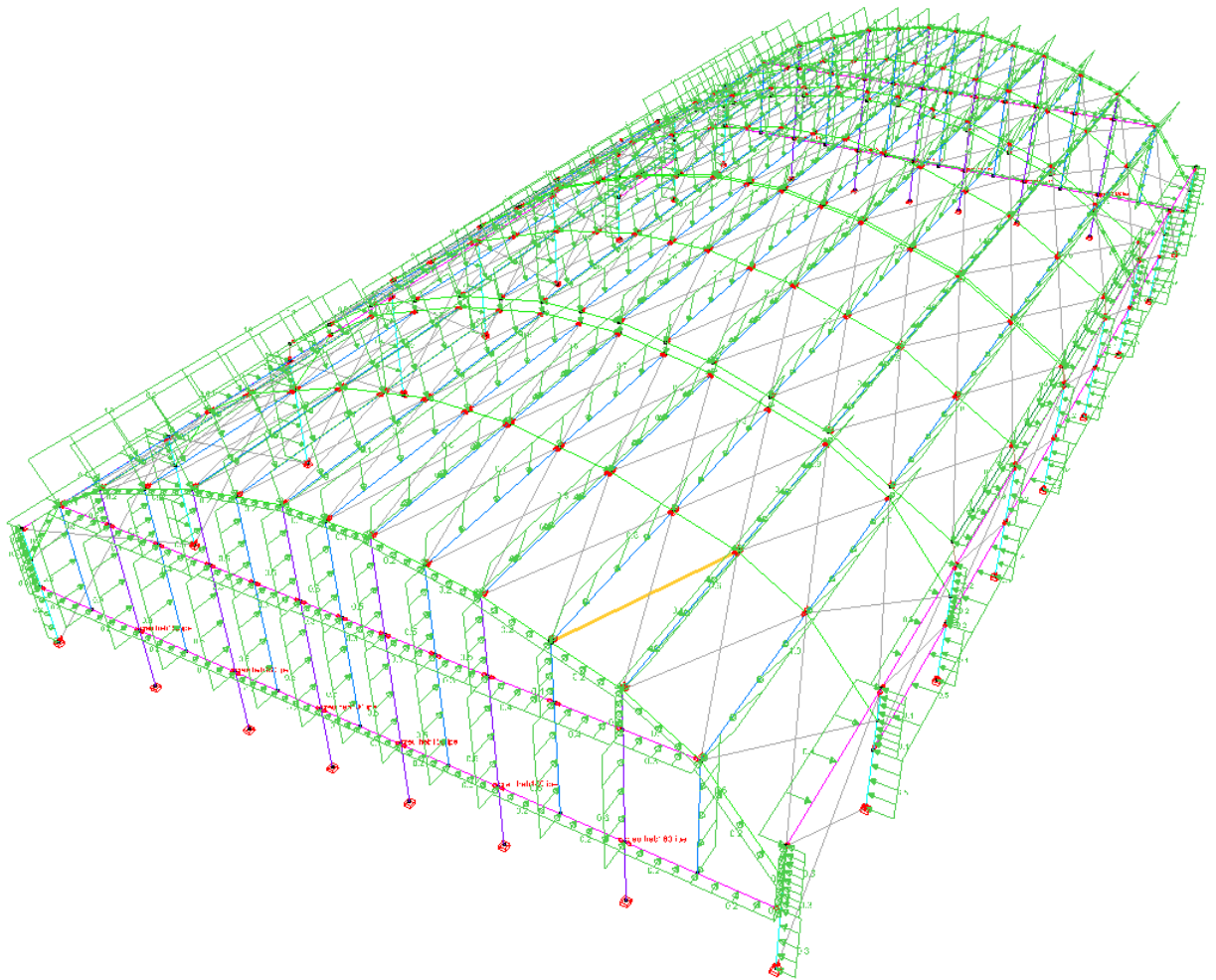


Figura 15. Distribució de càrrega de succió interior o vent interior negatiu

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.8. Temperatura màxima o estiu

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega prenem el valor de temperatura màxima obtingut a l'apartat A.2.3 (84°C).
- Emprem el simulador de càrrega de temperatures del programa. Aquest reconeix la temperatura ambiental com a 20°C. Nosaltres hi hem d'entrar el gradient de temperatura. En aquest cas 64°C.
- S'insereix el gradient de temperatura a tots els perfils de l'estructura.

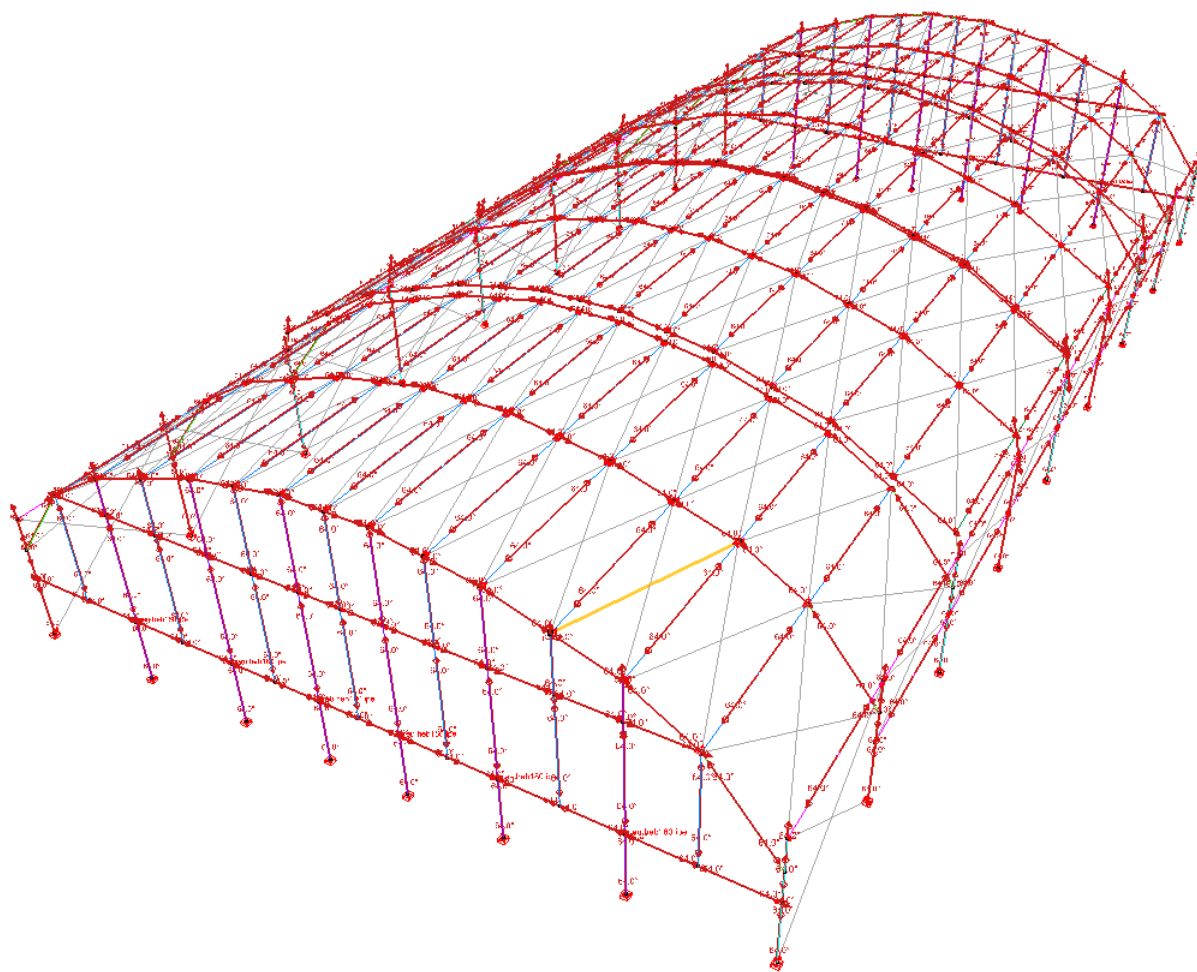


Figura 16. Distribució de càrrega de temperatura màxima o estiu

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.2.9. Temperatura mínima o hivern

Comentaris:

- Per aquest cas de càrrega prenem el valor de temperatura màxima obtingut a l'apartat A.2.3 (-15°C).
- Emprem el simulador de càrrega de temperatures del programa. Aquest reconeix la temperatura ambiental com a 20°C. Nosaltres hi hem d'entrar el gradient de temperatura. En aquest cas -35°C.
- S'insereix el gradient de temperatura a tots els perfils de l'estructura.

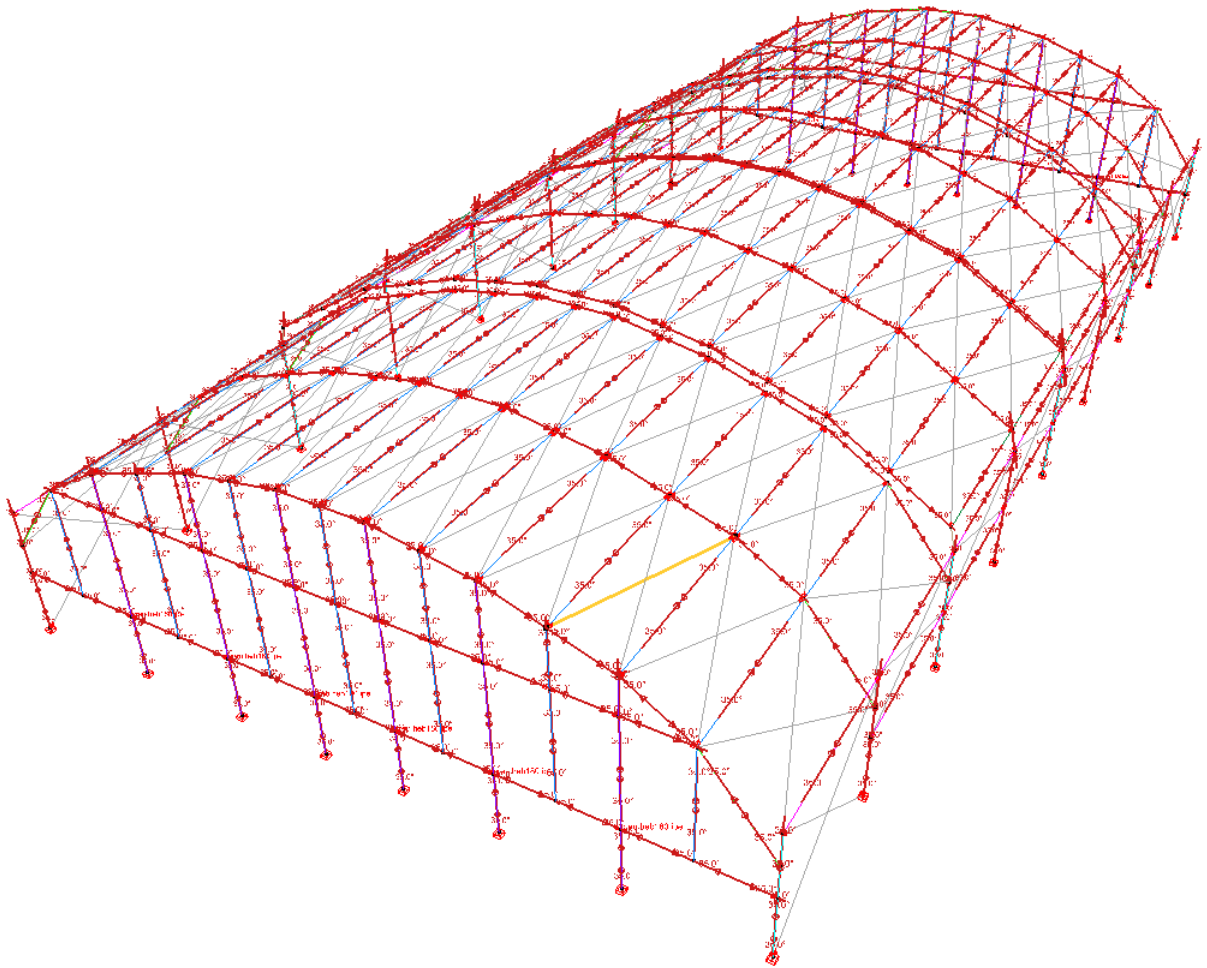


Figura 17. Distribució de càrrega de temperatura mínima o hivern

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.6.3. Combinacions de càrregues

S'entren les 54 combinacions de càrregues d'ELU (definides al punt A.5.1, Taula A.5.1) i les corresponents d'ELS (definides al punt A.5.2) a la pantalla de combinacions de càrrega (Figura 18).

	Nombre	Peso propio	S. Manteniment	Neu	Policarbonat	Vent Z	Vent X	Temperatura Estiu	Temperatura Hivern	V.int.X +	V.int.X -
1	T.H.	1.00 x 1.35	0.00	0.00	1.00 x 1.35	0.00	0.00	1.00 x 1.50	0.00	0.00	0.00
2	T.E.	1.00 x 1.35	0.00	0.00	1.00 x 1.35	0.00	0.00	0.00	1.00 x 1.50	0.00	0.00
3	Manteniment	1.00 x 1.35	1.00 x 1.50	0.00	1.00 x 1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Neu	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Neu+V.Z	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Neu+V.Z+T.H	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.00
7	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.60 x 1.50
8	Neu+V.X	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Neu+V.X+T.H	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.00
10	Neu+V.X+T.H+V.i.+	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.60 x 1.50
11	Neu+V.Z+V.i.+	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.00	0.60 x 1.50	0.00
12	Neu+V.X+V.i.+	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.00	0.60 x 1.50	0.00
13	Neu+V.X+T.H	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x 1.50	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.60 x 1.50	0.00	0.00

Figura 18. Entrada de combinacions de càrrega a Diamonds.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7. VERIFICACIONS I COMPROVACIONS ESTRUCTURALS EN E.L.S.

A.7.1. Criteris funcionals relatius a desplaçaments

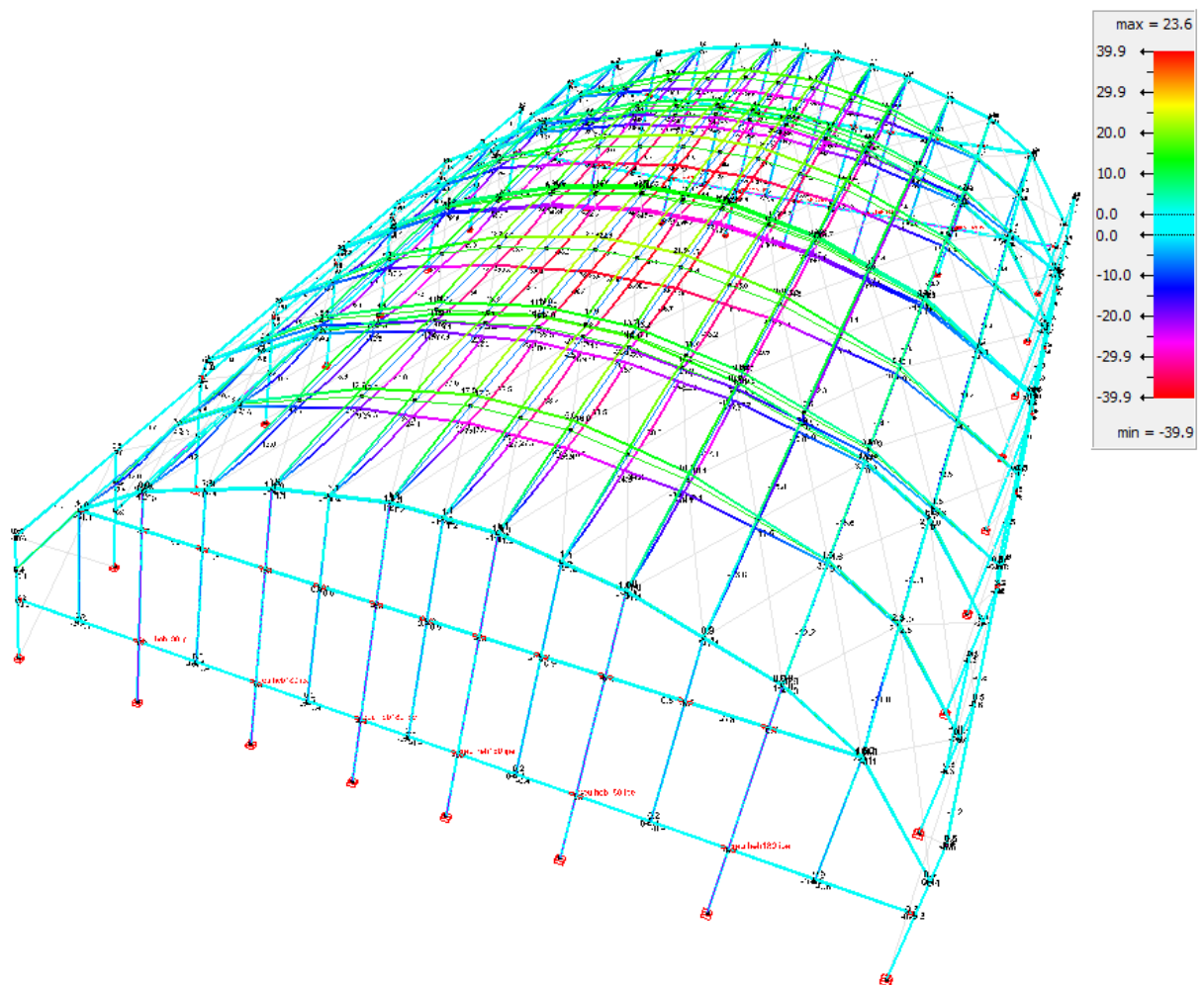
A.7.1.1. Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CR), Hivern

A.7.1.1.1. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, vertical Y negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolpant és de **-39,9 mm**.

A.7.1.1.1. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, vertical Y positiu

Un cop executada la simulació per la combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolpant és de **23,6 mm**.



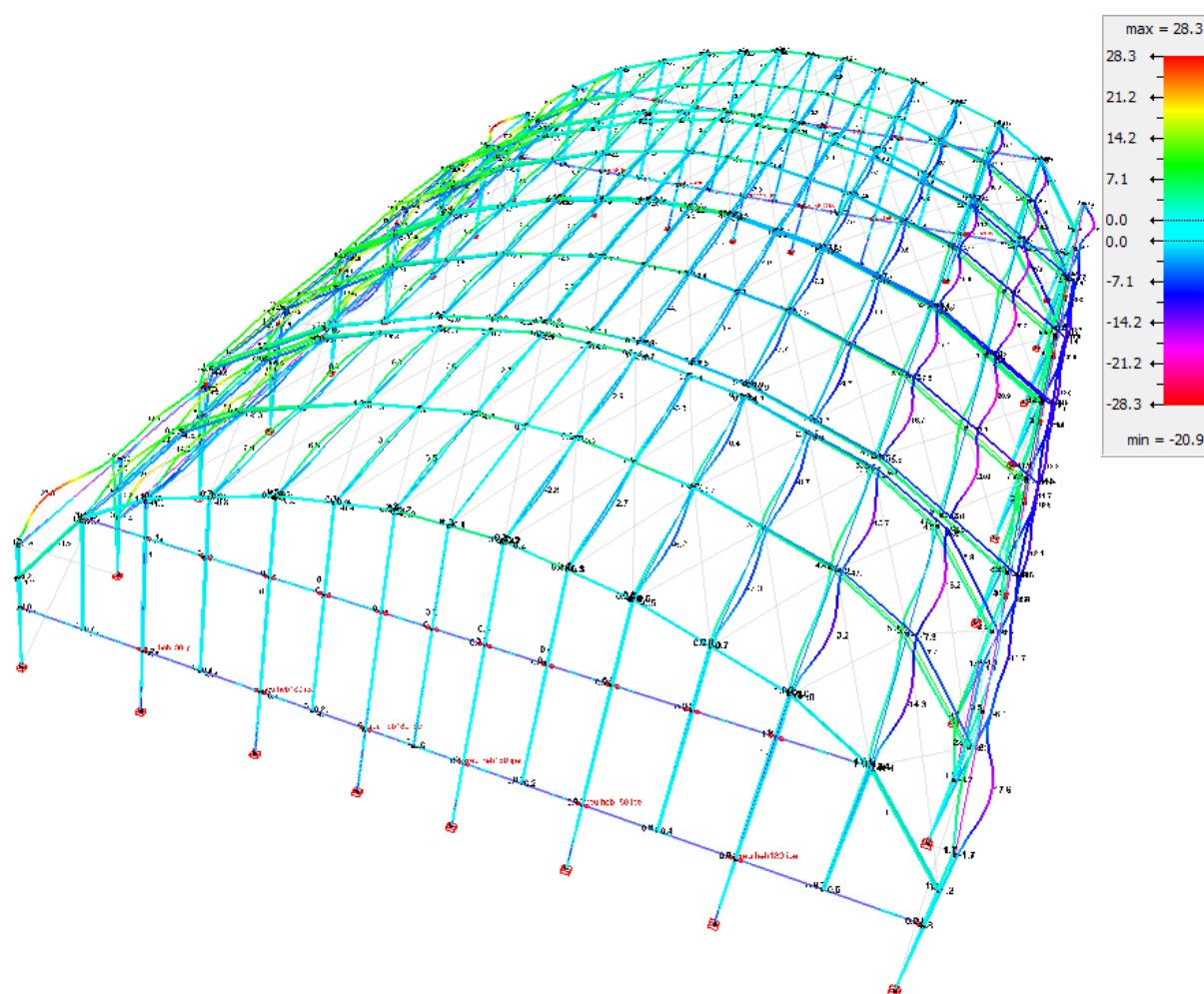
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.1.2. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, horitzontal X negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal**, X, en combinació de càrrega Envolupant és de **-20,9 mm**.

A.7.1.1.3. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, horitzontal X positiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **28,3 mm**.



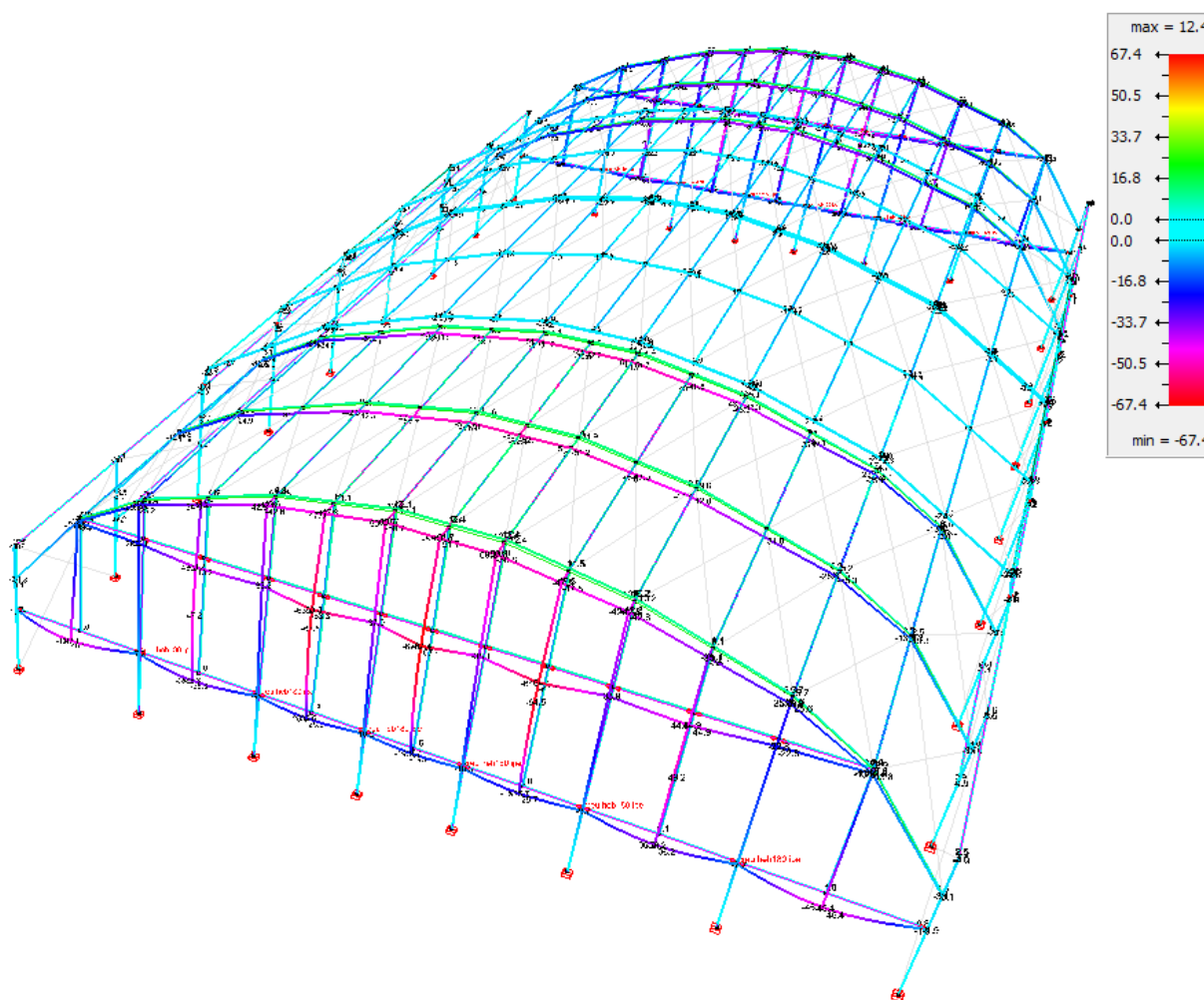
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.1.4. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, horitzontal Z negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal**, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **-67,4 mm**.

A.7.1.1.5. Combinació característica o rara, modalitat Hivern, horitzontal Z positiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal**, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **12,4 mm**.



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

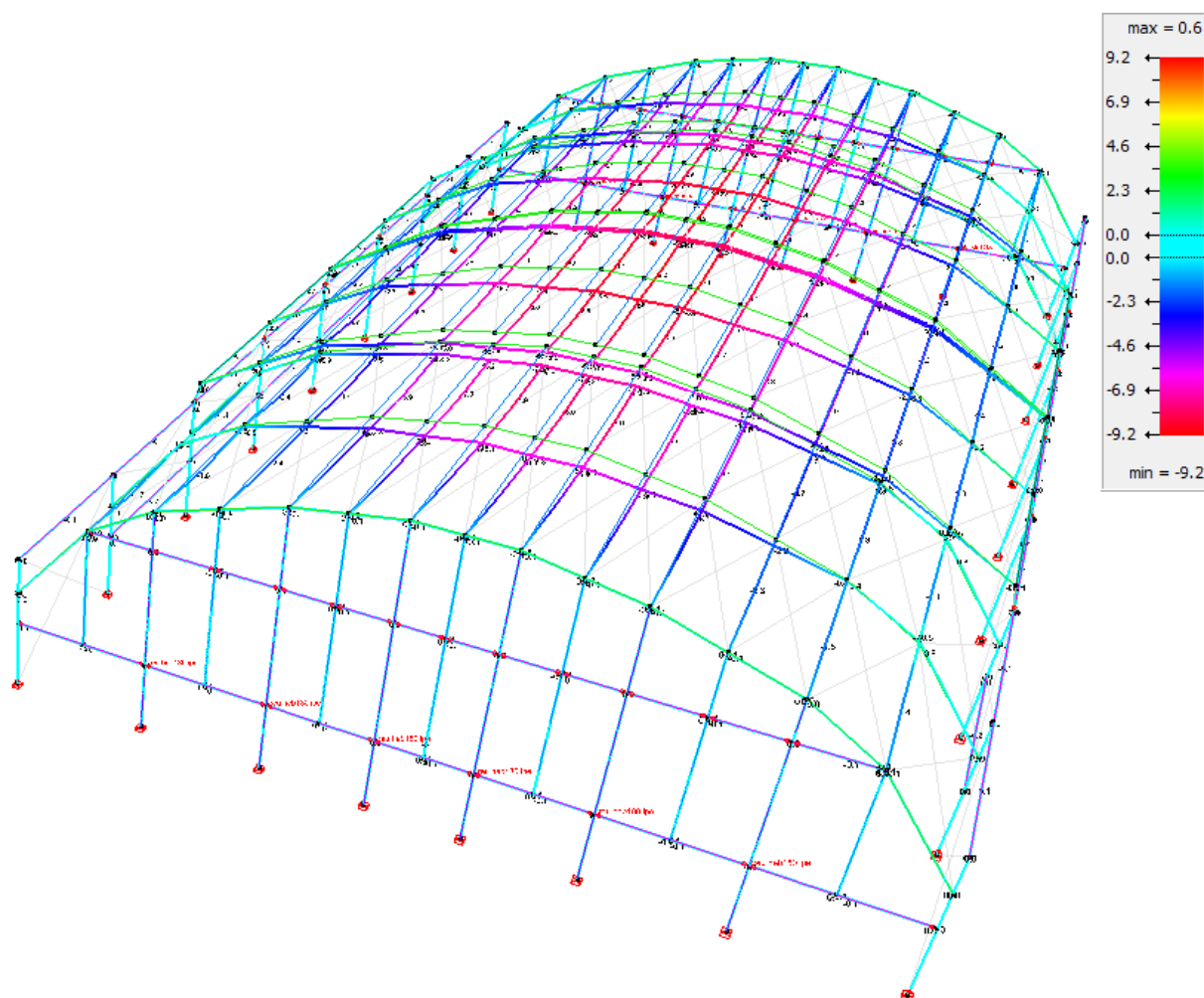
A.7.1.2. Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CP), Hivern

A.7.1.2.1. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, vertical Y negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat **Hivern**, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **-9,2 mm**.

A.7.1.2.2. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, vertical Y positiu

Un cop executada la simulació per la combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat **Hivern**, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **0,6 mm**.



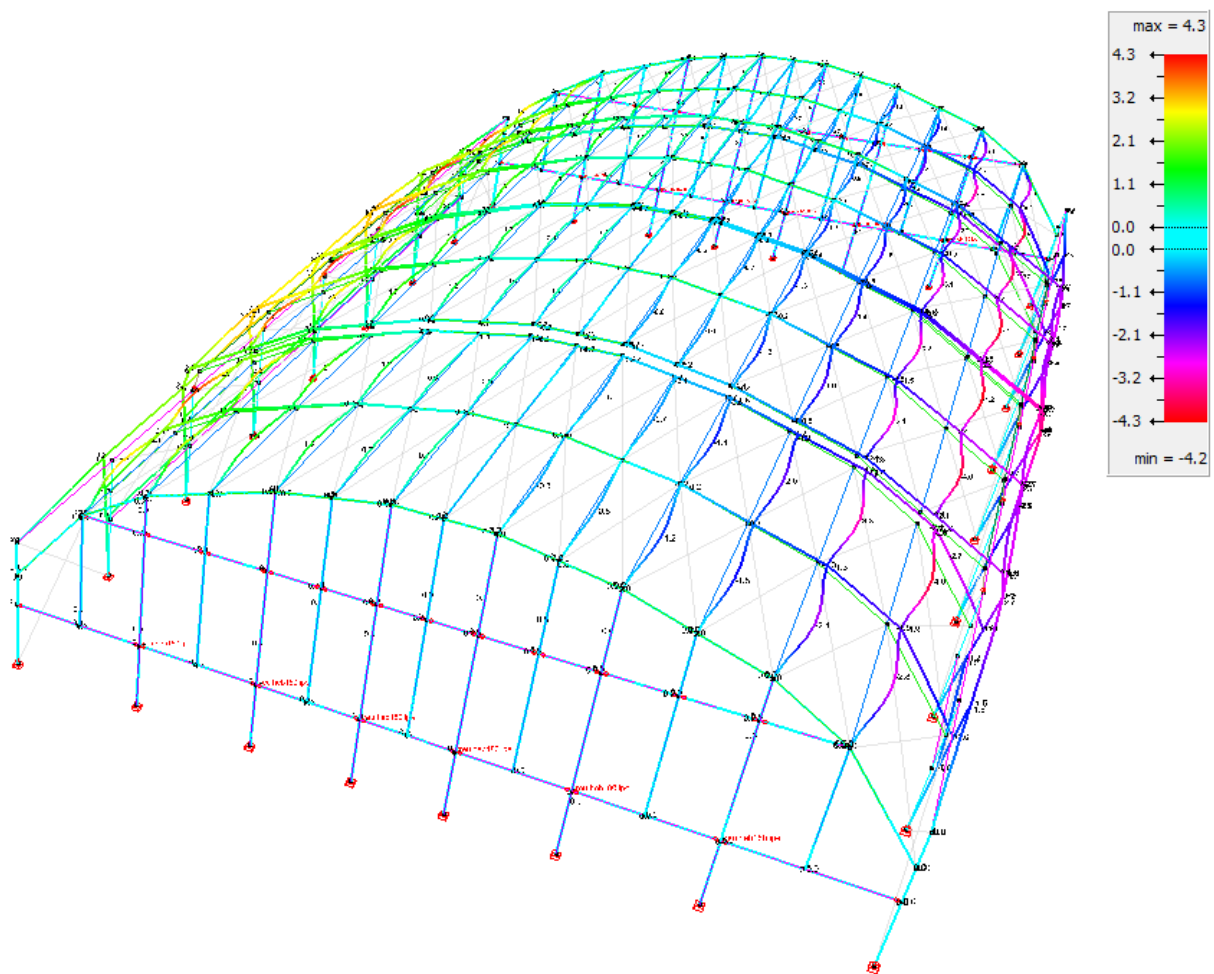
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.2.3. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, horitzontal X negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal, X**, en combinació de càrrega Envolupant és de **-4,2 mm**.

A.7.1.2.4. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, horitzontal X positiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal, Y**, en combinació de càrrega Envolupant és de **4,3 mm**.



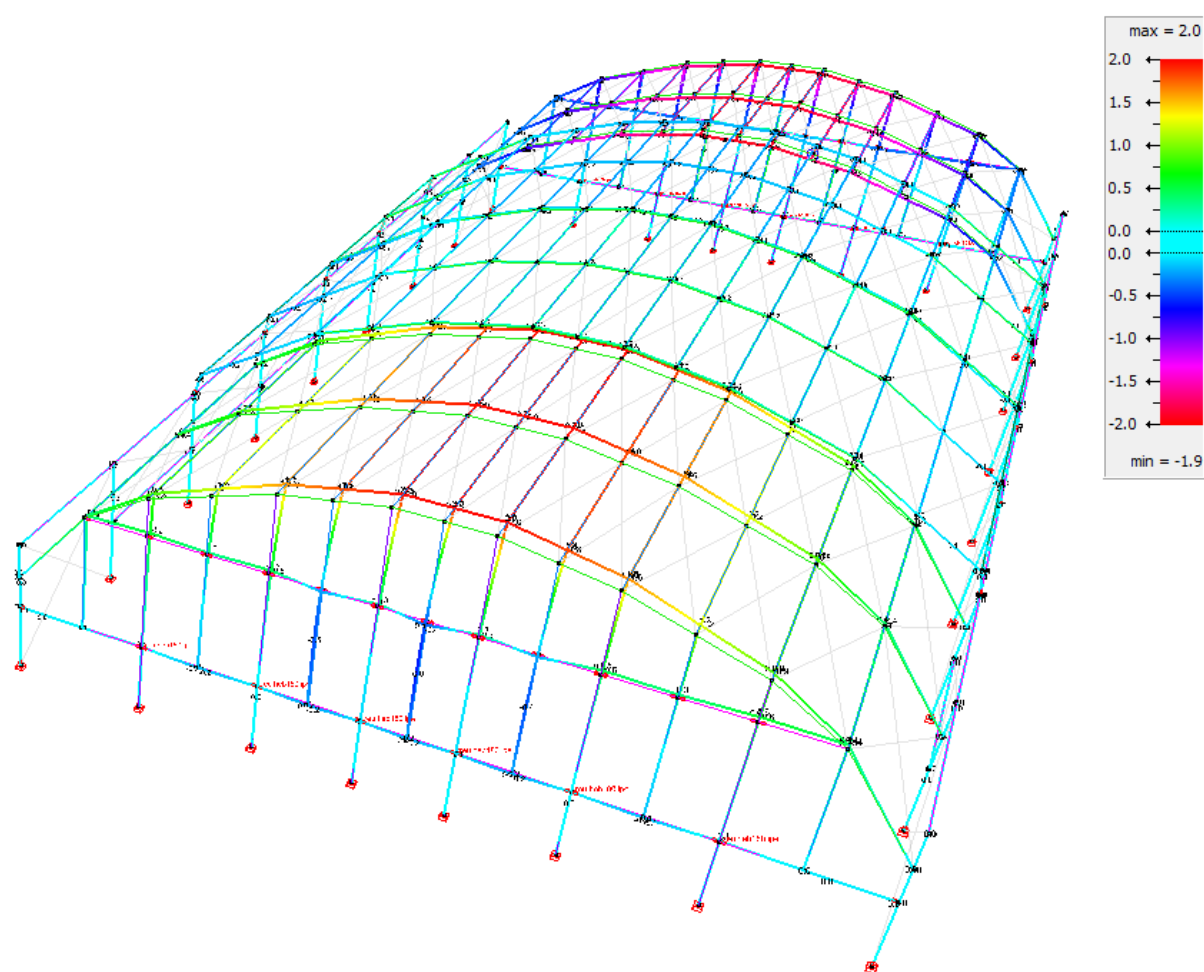
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.2.5. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, horitzontal Z negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament horitzontal, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **-1,9 mm**.

A.7.1.2.6. Combinació quasi permanent, modalitat Hivern, horitzontal Z positiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Hivern, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament horitzontal, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **2 mm**.



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

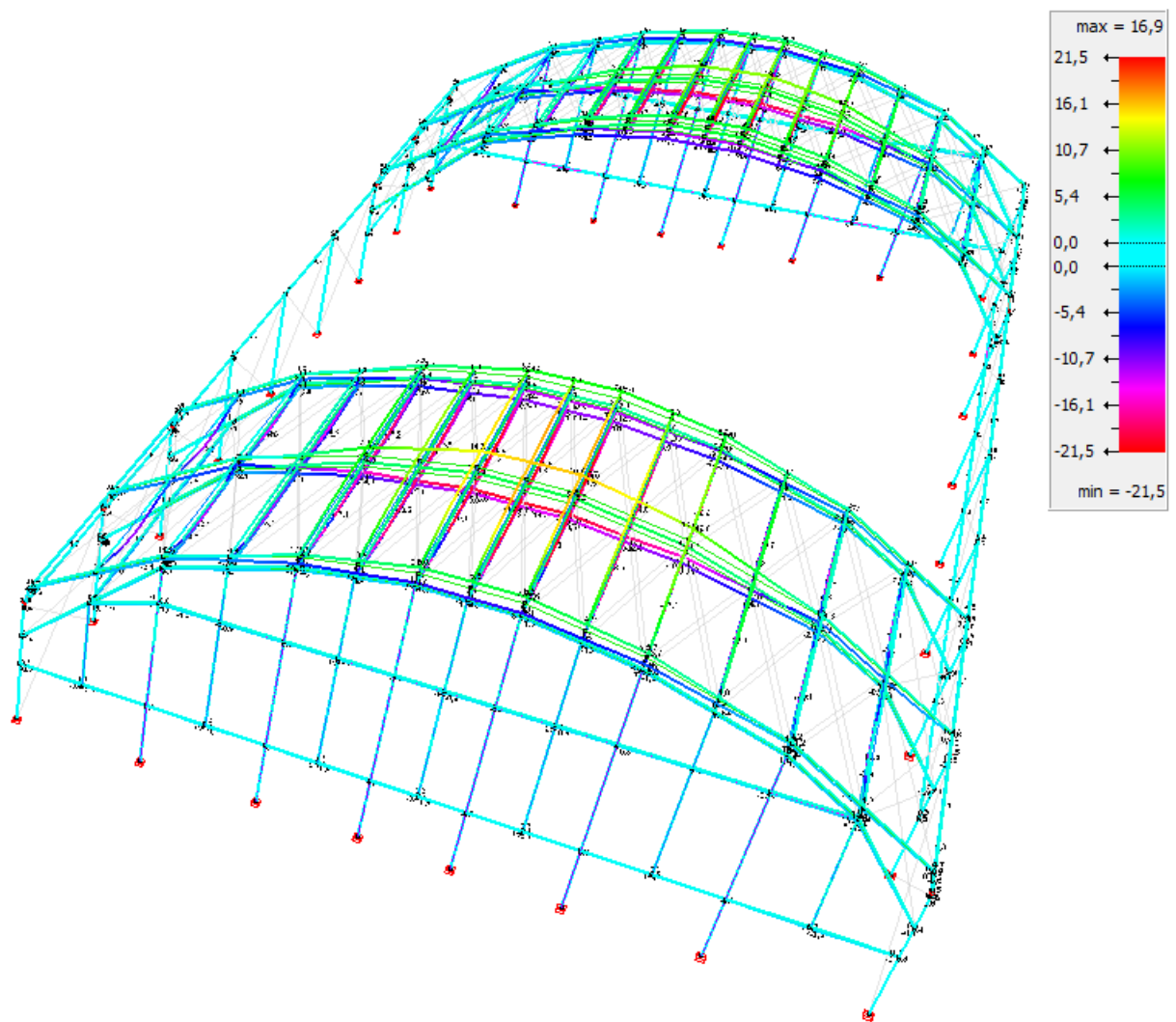
A.7.1.3. Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CR), Estiu

A.7.1.3.1. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, vertical Y negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **-21,5 mm**.

A.7.1.3.2. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, vertical Y positiu

Un cop executada la simulació per la combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **16,9 mm**.



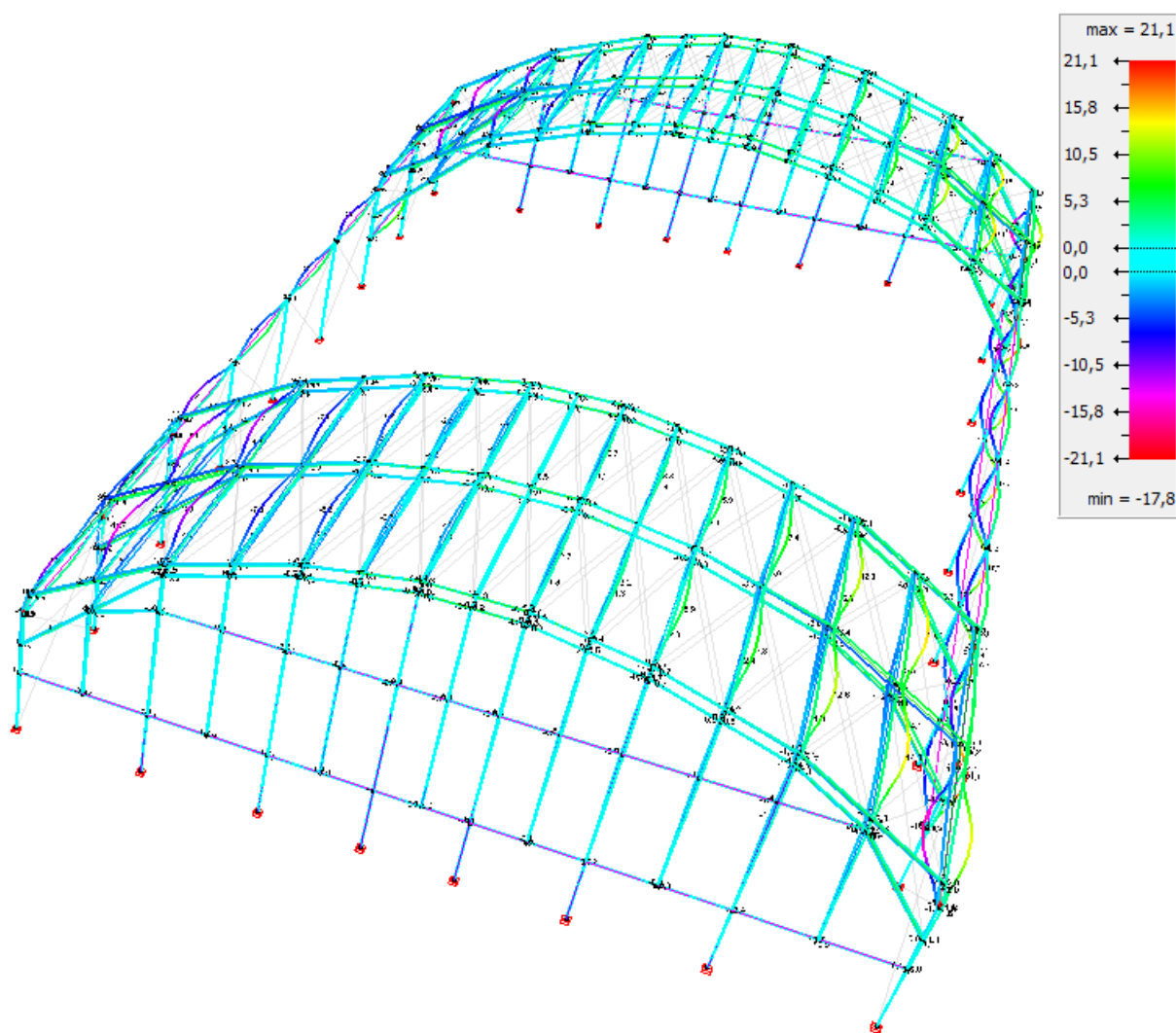
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.3.3. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, horitzontal X negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal**, X, en combinació de càrrega Envolupant és de **-17,8 mm**.

A.7.1.3.4. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, horitzontal X positiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **21,1 mm**.



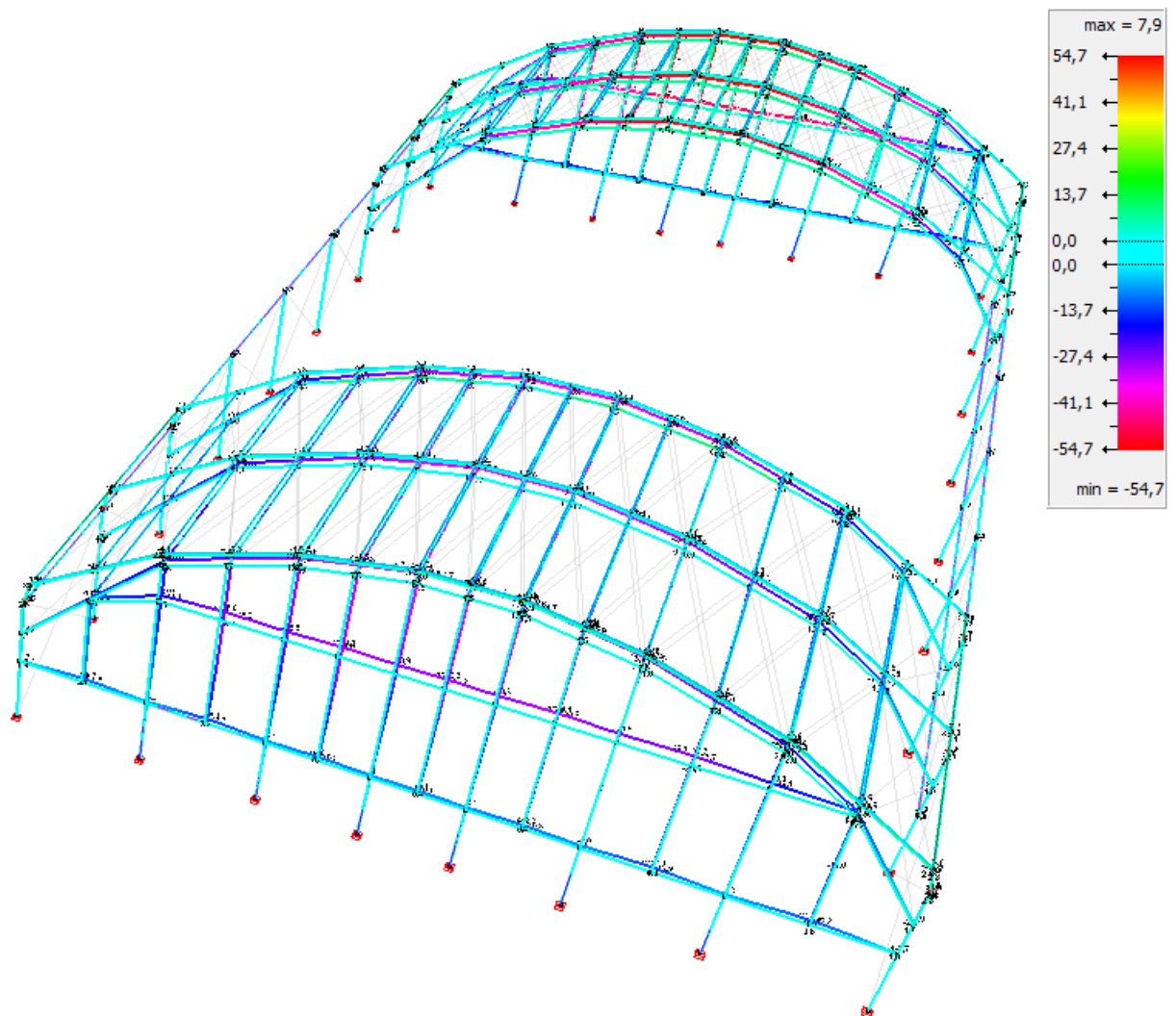
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.3.5. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, horitzontal Z negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal, Z**, en combinació de càrrega Envolupant és de **-54,7 mm**.

A.7.1.3.6. Combinació característica o rara, modalitat Estiu, horitzontal Z positiu

Un cop executada la simulació per a combinació característica o rara, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal, Z**, en combinació de càrrega Envolupant és de **7,9 mm**.



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

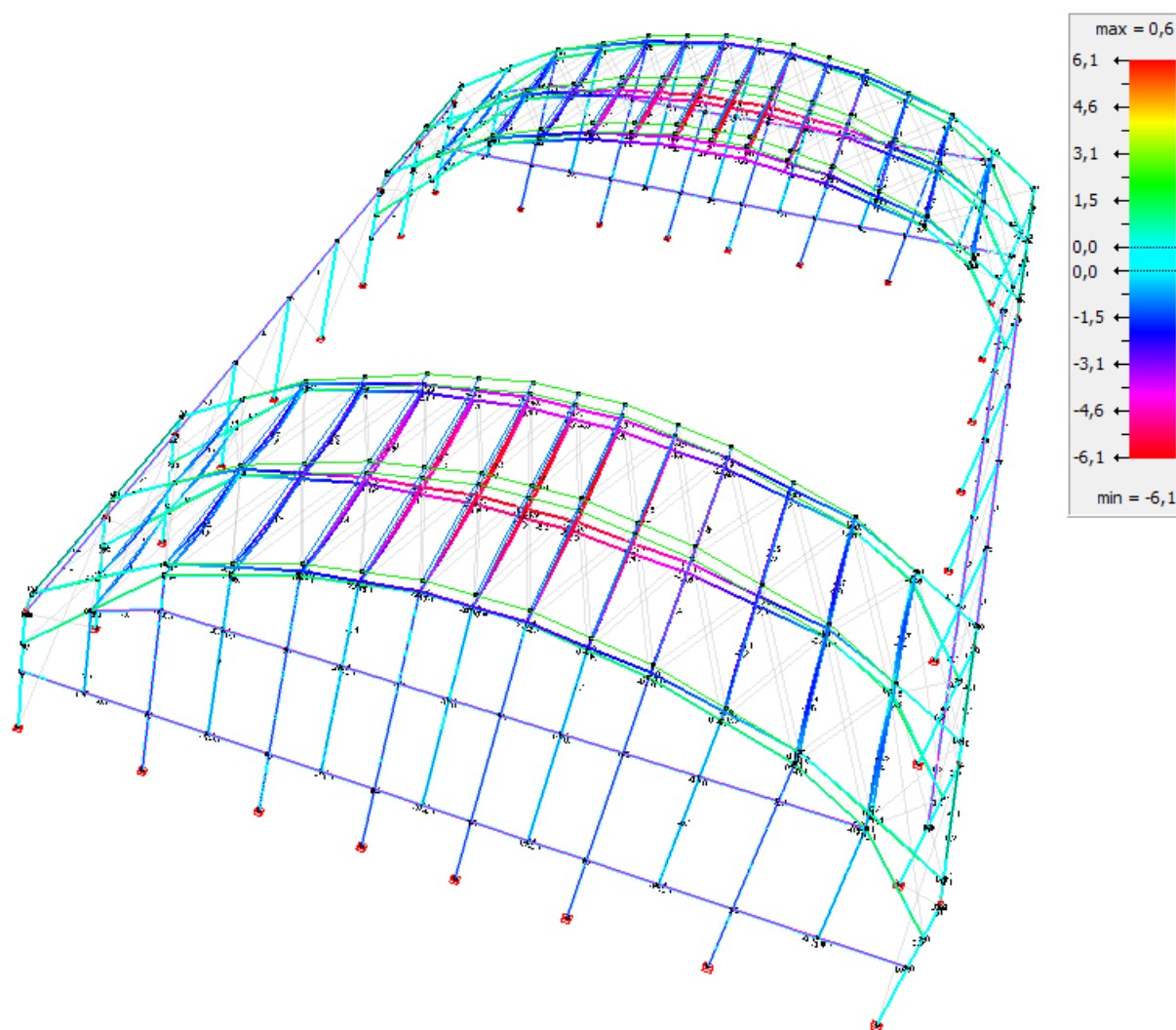
A.7.1.4. Resultats obtinguts relatius a fletxa en ELS (CP), Estiu

A.7.1.4.1. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, vertical Y negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **-6,1 mm**.

A.7.1.4.2. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, vertical Y positiu

Un cop executada la simulació per la combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **vertical**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de **0,6 mm**.



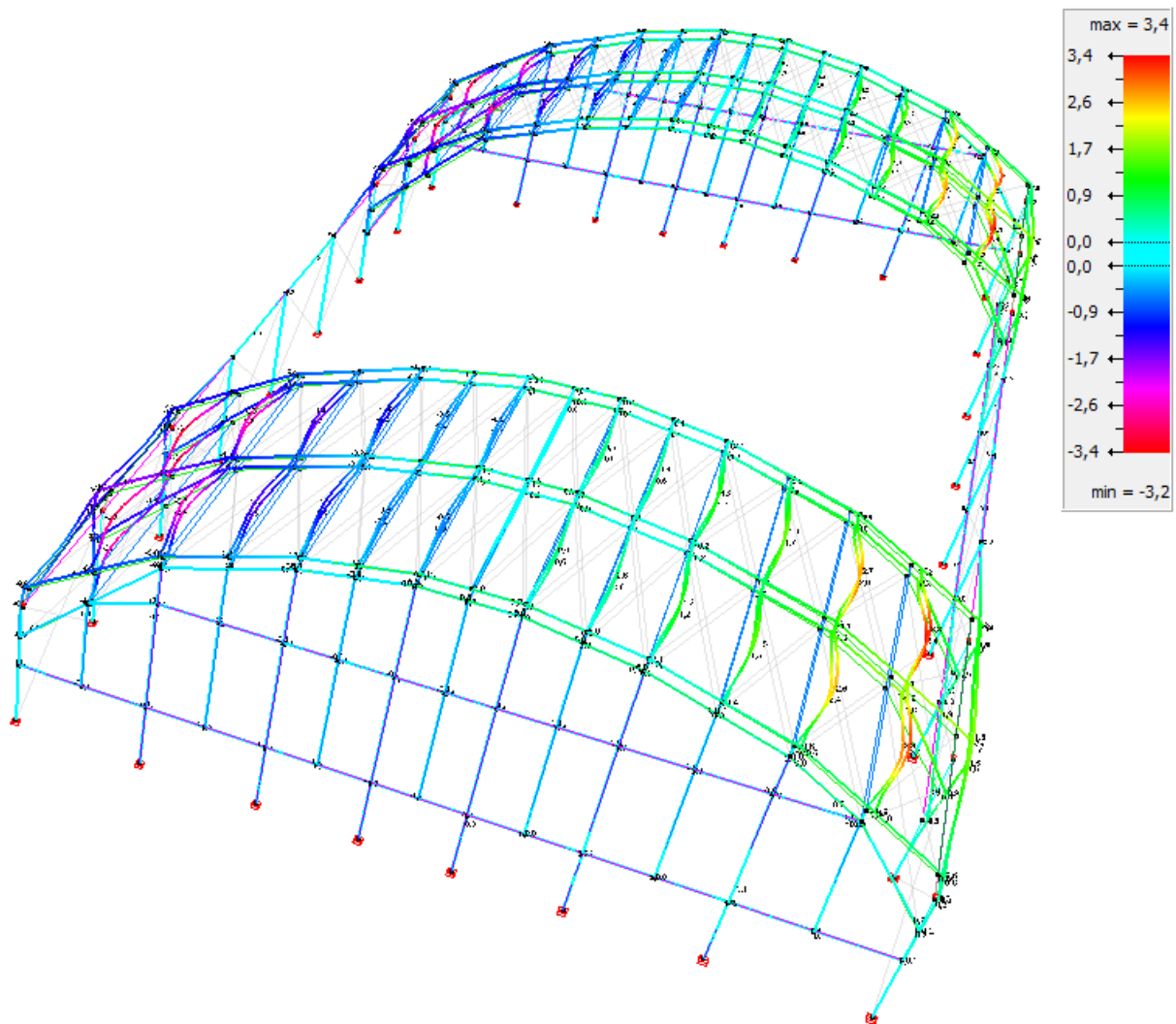
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.4.3. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, horitzontal X negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal**, X, en combinació de càrrega Envolupant és de -3,2 mm.

A.7.1.4.4. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, horitzontal X positiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal**, Y, en combinació de càrrega Envolupant és de 3,4 mm.



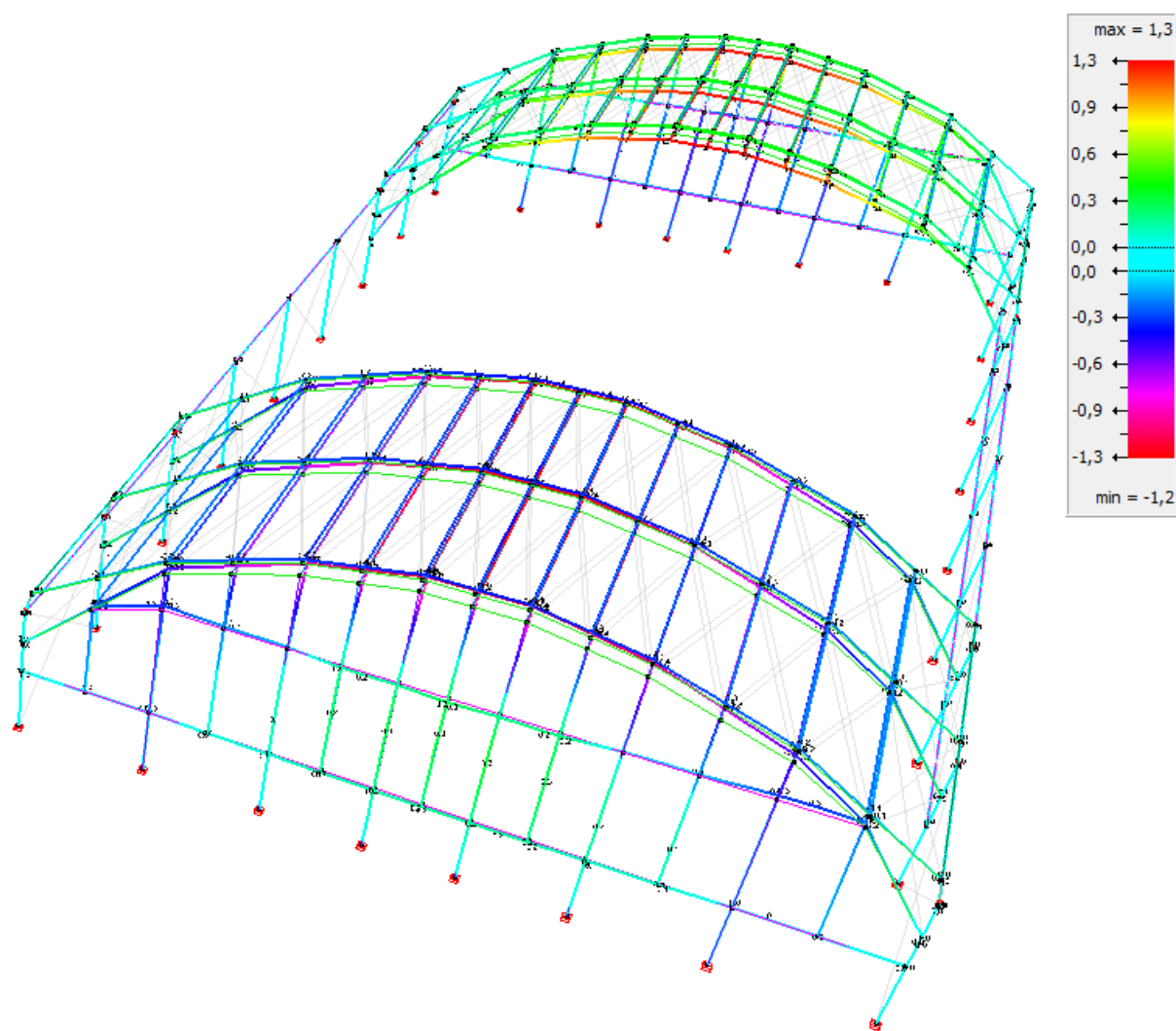
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.4.5. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, horitzontal Z negatiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **negativa** de desplaçament **horitzontal**, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **-1,2 mm**.

A.7.1.4.6. Combinació quasi permanent, modalitat Estiu, horitzontal Z positiu

Un cop executada la simulació per a combinació quasi permanent, d'ELS, amb l'estructura en modalitat Estiu, obtenim que la major fletxa **positiva** de desplaçament **horitzontal**, Z, en combinació de càrrega Envolupant és de **1,3 mm**.



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.7.1.5. Resum de resultats ELS CR/CP

		ELS CR			ELS CP		
		Y	X	Z	Y	X	Z
Hivern	Mínim	-39,9	-20,9	-67,4	-9,2	-4,2	-1,9
	Màxim	23,6	28,3	12,4	0,6	4,3	2
Estiu	Mínim	-21,5	-17,8	-54,7	-6,1	-3,2	-1,2
	Màxim	16,9	21,1	7,9	0,6	3,4	1,3
Major desplaçament valor absolut		39,9	28,3	67,4	9,2	4,3	2

A.7.1.6. Estat límit de deformacions verticals, integritat constructiva

Verificació seguint el punt 4.3.3.1 apartat primer del DBSE, que expressa que una estructura com la del present projecte, no pot tenir una fletxa vertical que superi la llum d'aquesta entre 300 (1/300), realitzant cap combinació característica (CR) d'ELS:

$$\max(|\{desp. verticals CR, Y\}|) = 39,9 \text{ mm} = \partial_{y,ELS.CR} < \partial_{y,a} = \frac{26.400\text{mm}}{300} = \pm 88 \text{ mm}$$

Essent:

$\partial_{y,a}$ la fletxa vertical màxima admesa.

$\partial_{y,ELS.CR}$ la fletxa màxima permesa seguint combinacions d'ELS.CR, desplaçament vertical

Si observem resultats de la simulació realitzada per a la combinació envoltant de ELS CR obtenim com a major desplaçament vertical en valor absolut 39,9 mm, el qual és un valor inferior als marcats com a màxims per la normativa, quedant així l'estructura verificada per aquest punt.

A.7.1.7. Estat límit de deformacions verticals, estètica

Verificació sol·licitada pel CTE-SE apartat 4.3.3.1 apartat 3, que expressa que l'estructura com la del present projecte, no pot tenir una fletxa vertical que superi la llum d'aquesta entre 300, realitzant qualsevol combinació d'accions casi permanent (CP) d'ELS, per a que als usuaris visualment no els resulti insegura visualment:

$$\max(|\{desp. verticals CP, Y\}|) = 9,2 \text{ mm} = \partial_{y,ELS.CP} < \partial_{y,a} = \frac{26.400 \text{ mm}}{300} = \pm 88 \text{ mm}$$

Essent:

$\partial_{y,a}$ la fletxa màxima admesa.

$\partial_{y,ELS.CP}$ la fletxa màxima real per a qualsevol combinació casi permanent.

Si observem resultats de la simulació realitzada per a la combinació envolupant de ELS CP obtenim com a major desplaçament vertical en valor absolut 9,2 mm, el qual és un valor inferior als marcats com a màxims per la normativa, quedant així l'estructura verificada per aquest punt.

A.7.1.8. Estat límit de deformacions horitzontals, integritat constructiva

Verificació sol·licitada pel CTE-SE apartat 4.3.3.2 apartat 1, que expressa que l'estructura com la del present projecte, no pot tenir un desplaçament horitzontal que superi l'alçada de l'edificació entre 500 (1/500), realitzant qualsevol combinació d'accions casi permanent (CR) d'ELS, si d'aquest desplaçament es pot provocar el dany d'altres components com ara envans o façanes rígides. Al no ser el cas, la verificació no resulta preceptiva.

A.7.1.9. Estat límit de deformacions horitzontals, estètica

Verificació sol·licitada pel CTE-SE apartat 4.3.3.1 apartat 2, que expressa que l'estructura com la del present projecte, no pot tenir un desplaçament horitzontal que superi l'alçada de l'edificació entre 250 (1/250), realitzant qualsevol combinació d'accions casi permanent (CP) d'ELS, per a que als usuaris visualment no els resulti insegura visualment:

$$\max(|\{desp. verticals CP; X, Z\}|) = 4,3 \text{ mm} = \partial_{XZ,ELS.CP} < \partial_{y,a} = \frac{11.750 \text{ mm}}{250} = \pm 47 \text{ mm}$$

Essent:

$\partial_{y,a}$ la fletxa màxima admesa.

$\partial_{XZ,ELS.CP}$ la fletxa màxima real per a qualsevol combinació casi permanent.

Si observem resultats de la simulació realitzada per a la combinació envolupant de ELS CP obtenim com a major desplaçament horitzontal en valor absolut 4,3 mm, el qual és un valor inferior als marcats com a màxims per la normativa, quedant així l'estructura verificada per aquest punt.

La verificació s'ha realitzat en dues direccions ortogonals tal i com sol·licita el CTE-SE apartat 4.3.3.2 apartat 3.

A.7.2. Criteris funcionals relatius a vibracions

Verificació sol·licitada pel CTE-SE apartat 4.3.3.1 apartat 2, que expressa que l'estructura per la qual hi transitin els usuaris haurà de ser verificada per a que la vibració que generen els mateixos no pugui ser perjudicial per aquesta. La present coberta al no ser transitable, aquesta verificació li resulta preceptiva.

A.8. VERIFICACIONS I COMPROVACIONS EN E.L.U.

Tal i com dictamina la normativa, per a donar per verificada l'estructura en termes d'Estat Límit Últim, és requisit ser verificada pels diferents següents aspectes: Equilibri i resistència-

A.8.1. ELU d'equilibri (EQU)

Per a la realització de les comprovacions d'equilibri, prèviament s'han de definir les longituds de vinclament.

El propi programa té un aplicatiu que les calcula automàticament, però cal comprovar els valors que aporta, i observar que són lògics. Abans d'engegar l'aplicatiu es realitza l'agrupament i desagrupament de seccions iguals i consecutives en funció dels dos eixos locals (Figura 19). Tot seguit si podem realitzar l'anàlisi de longituds de vinclament (Figura 20).

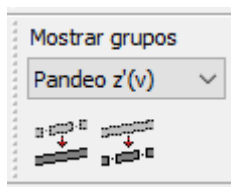


Figura 19. Agrupar i desagrupar barres en funció del pla de vinclament.

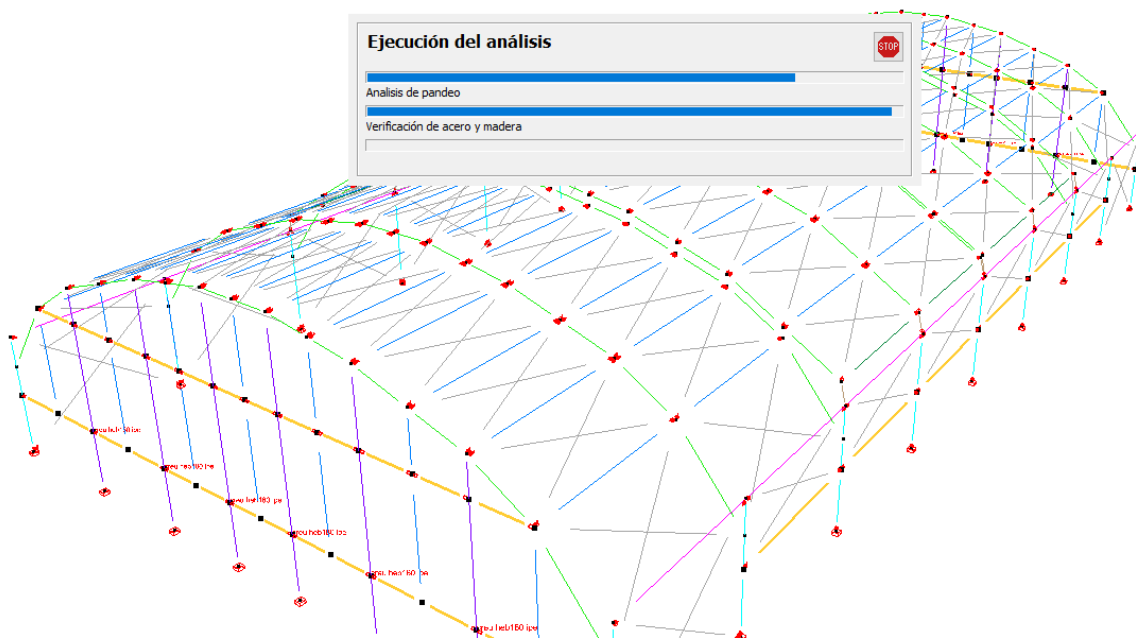


Figura 20. Anàlisi de longituds de vinclament segons grups.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

Tot seguit, es realitza l'anàlisi d'estabilitat, per a determinar si alguna biga pot entrar en vinclament amb les combinacions ELU d'estabilitat corresponents. Els resultats de l'anàlisi amb Diamonds, són aportats en format de percentatge, respecte l'esforç màxim de vinclament que pot suportar cada biga individualment. Un cop realitzat tal anàlisi, observem els perfils que treballen a major percentatge per a cada modalitat: hivern (Figura 21) i estiu (Figura 23).

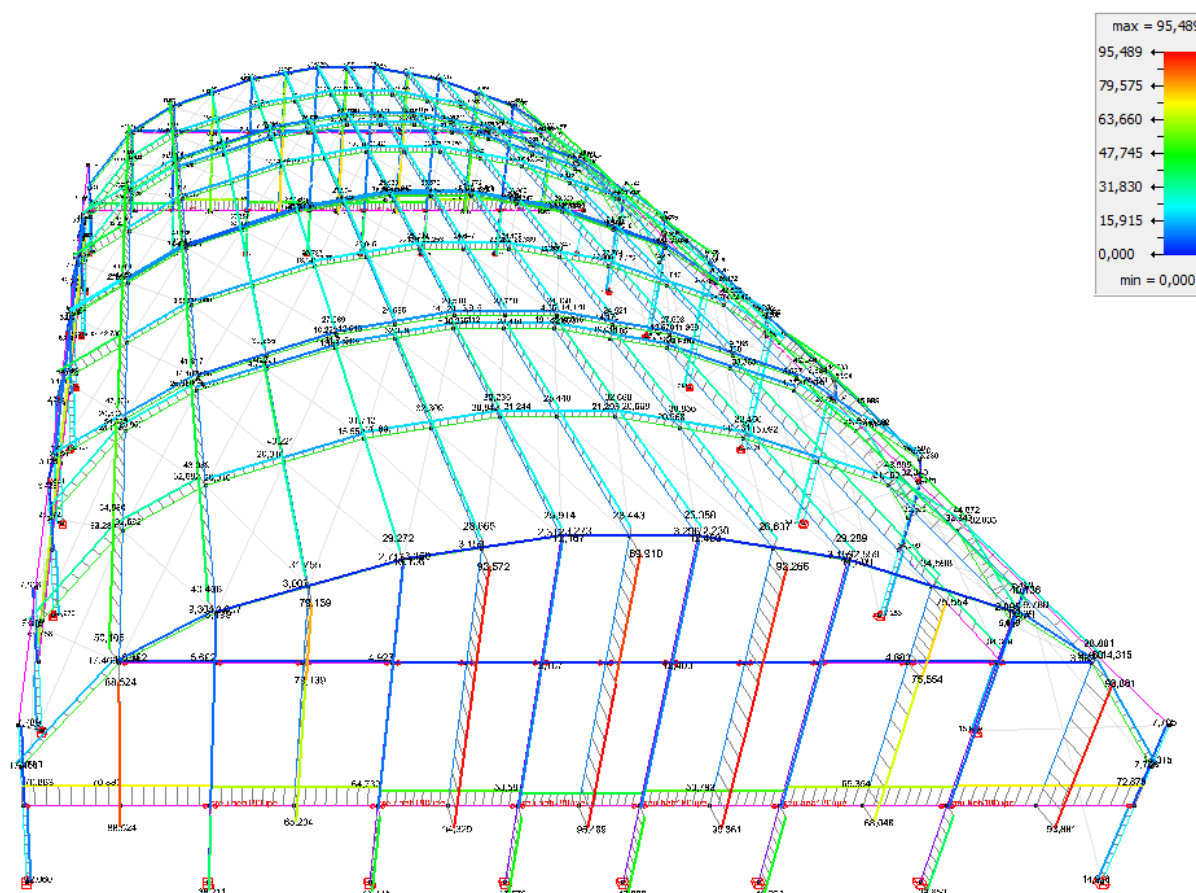


Figura 21: Resultats gràfics d'anàlisi d'estabilitat, modalitat hivern.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

S'observa que en la modalitat hivern els perfils més perjudicats són els del tancament lateral nord. Si accedim a les dades del perfil més sol·licitat d'entre ells podem consultar les dades de la Figura 22. Es produeix amb la combinació que té per acció principal el vent longitudinal amb vent interior que genera pressió cap a l'exterior, combinat amb les temperatures mínimes hivernals. Per aquest cas, a més de no assolir el 100%, podem assumir que és un cas molt improbable de que es donin vents altíssims, que hi hagi grans finestres obertes que generarien grans pressions interiors en un cas de temperatures excepcionalment baixes.

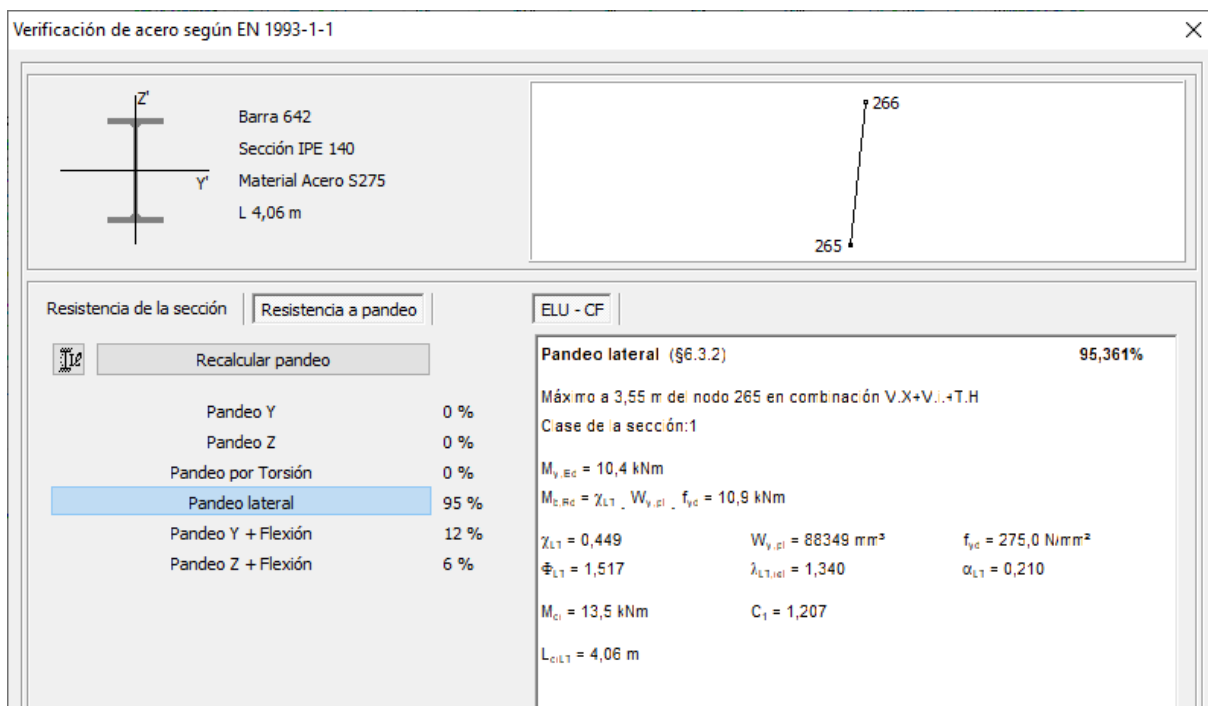


Figura 22: Resultats detallats biga a major percentatge de vinclament usat de l'estructura.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

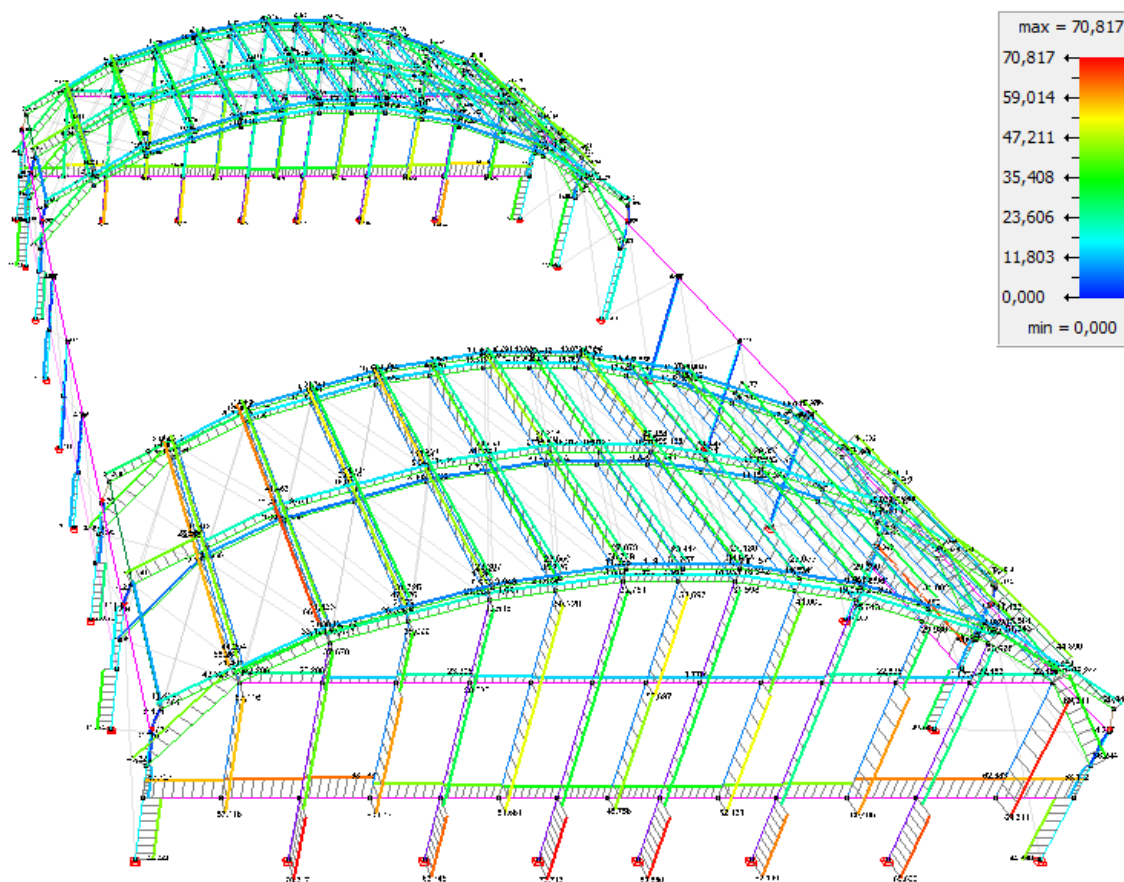


Figura 23: Resultats gràfics d'anàlisi d'estabilitat, modalitat estiu.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

Per el cas de la modalitat d'estiu (Figura 23) observem que el major percentatge a vinclament és del 70,8 %.

A la Figura 24 es pot observar un gràfic que mostra el nombre de perfils que es troben treballant a uns grups de percentatges similars de màxim ús de vinclament. El gràfic acumula les dades de modalitat estiu més hivern. La gran majoria de perfils no arriben al 50%, essent només 8 perfils els que superen el 88%.

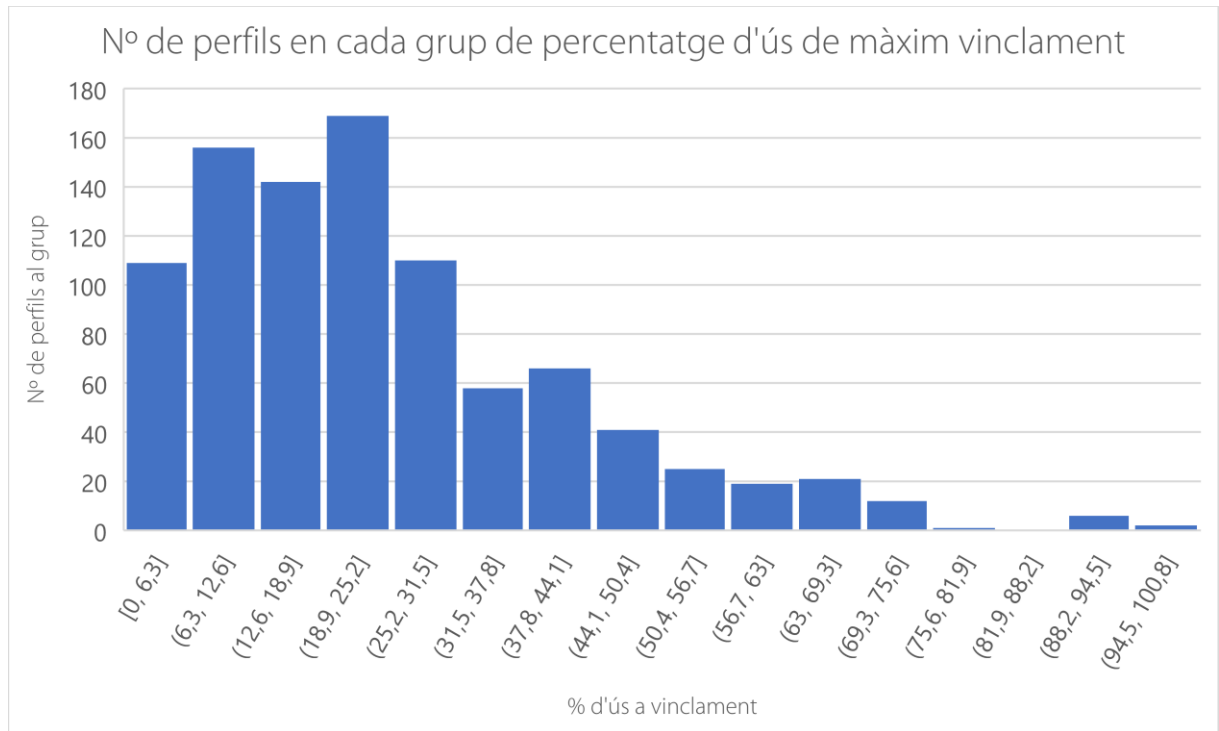


Figura 24: Gràfic de nombre de perfils en cada grup de percentatge d'ús de màxim vinclament

A.8.2. ELU de resistència (STR) de l'estructura metàl·lica

Per a comprovar la resistència de l'estructura davant de qualsevol de les combinacions ELU possibles, treballem de nou amb les simulacions al Diamonds. Aquest permet mitjançant l'eina de verificacions d'acer poder comprovar que en cap tipus de tensió per a cada combinació d'accions no es sobrepassi el 100 % del que es pot sol·licitar per a cada biga individualment.

Un cop realitzat tal anàlisi en modalitat estiu (Figura 25) i hivern (Figura 26), observem que les bigues que arriben a treballar en condicions més sol·licitants, des del punt de vista de resistència, són les dels tancaments laterals. Al igual que amb l'anàlisi de criteris d'estabilitat, ve motivat pel vent. En aquest cas pel vent transversal, sumat al vent que genera pressió interior positiva, i a les dilatacions tèrmiques de l'estiu ().

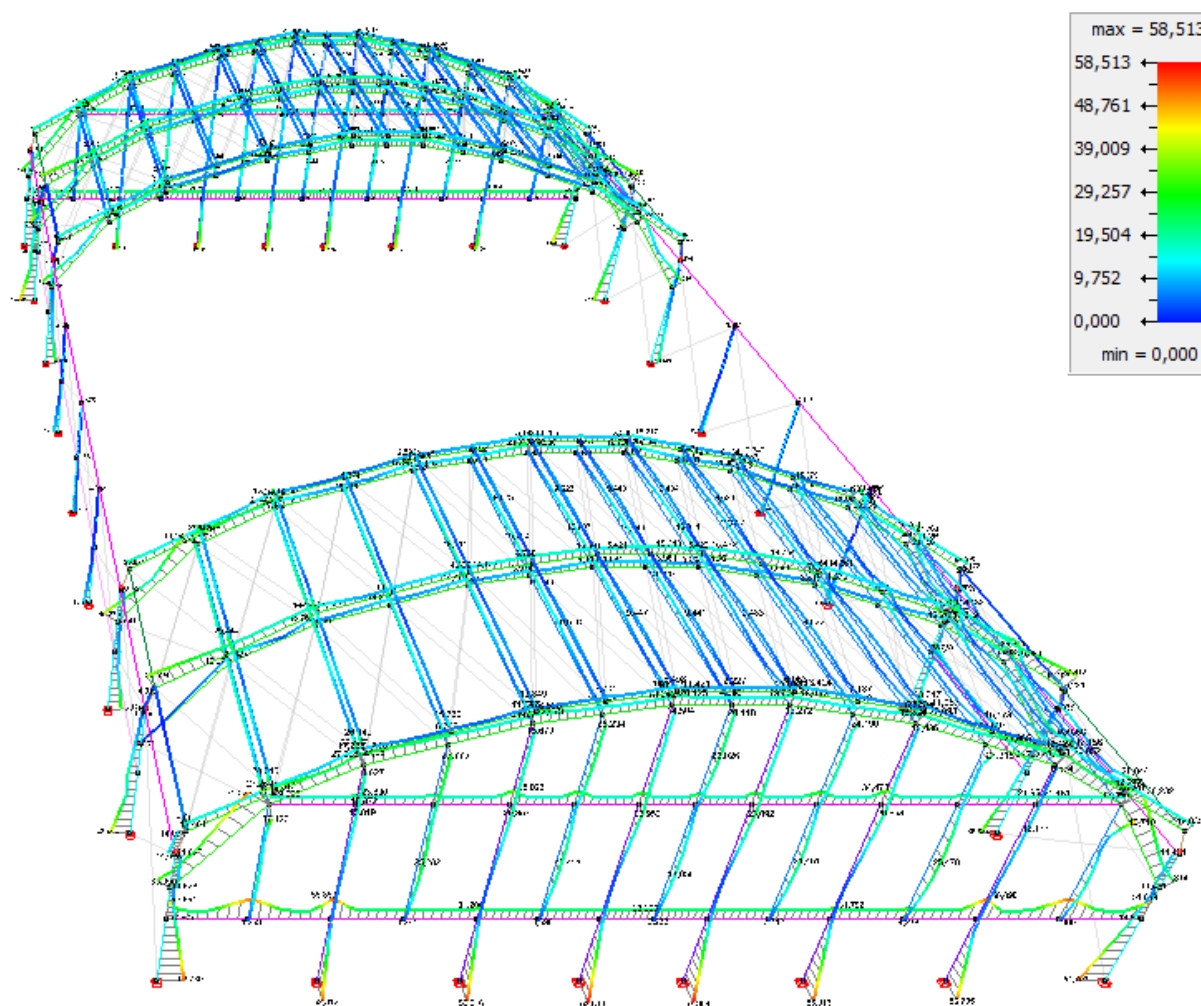


Figura 25: Resultats gràfics d'anàlisi de resistència, modalitat estiu.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

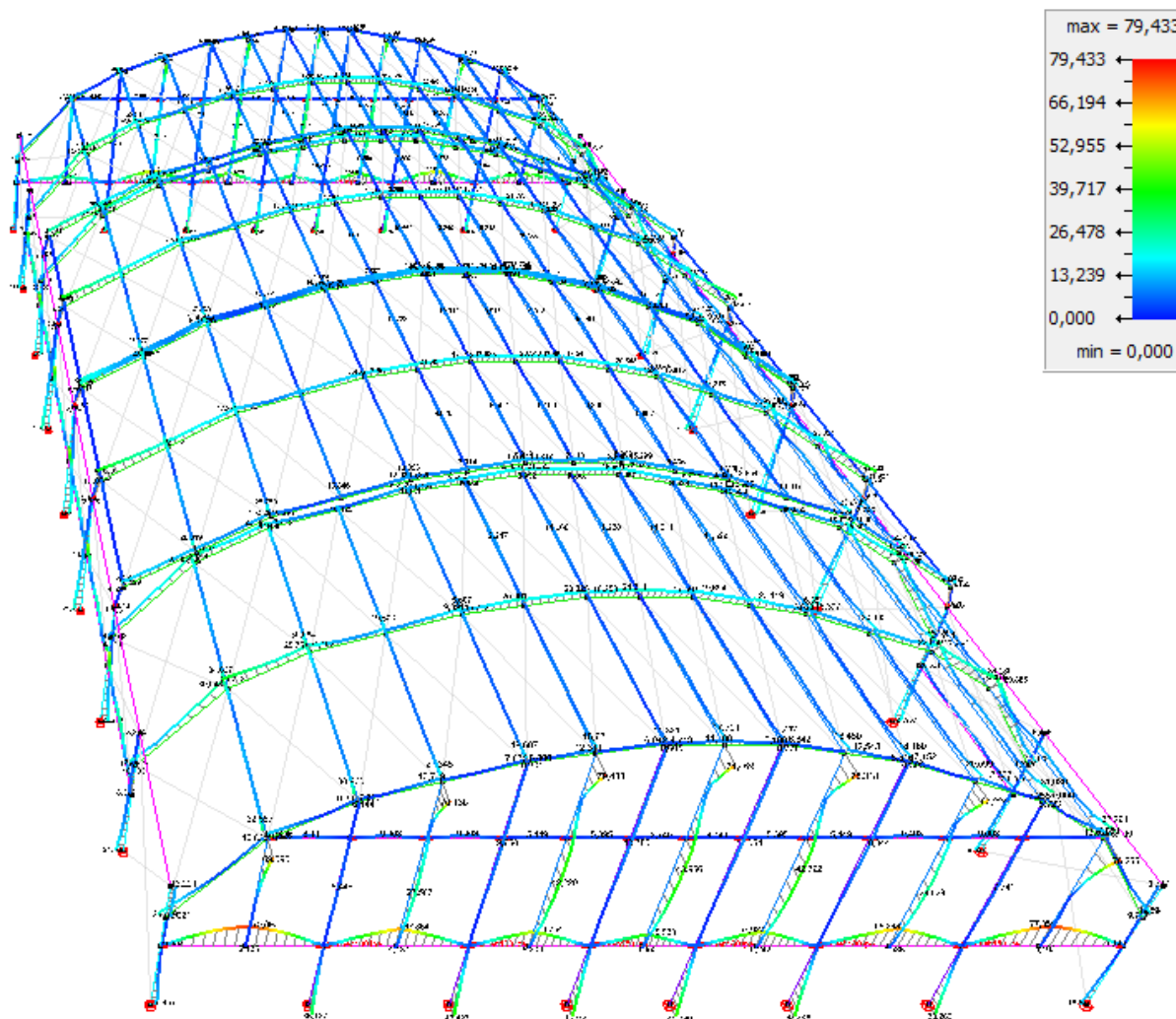


Figura 26: Resultats gràfics d'anàlisi de resistència, modalitat hivern.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

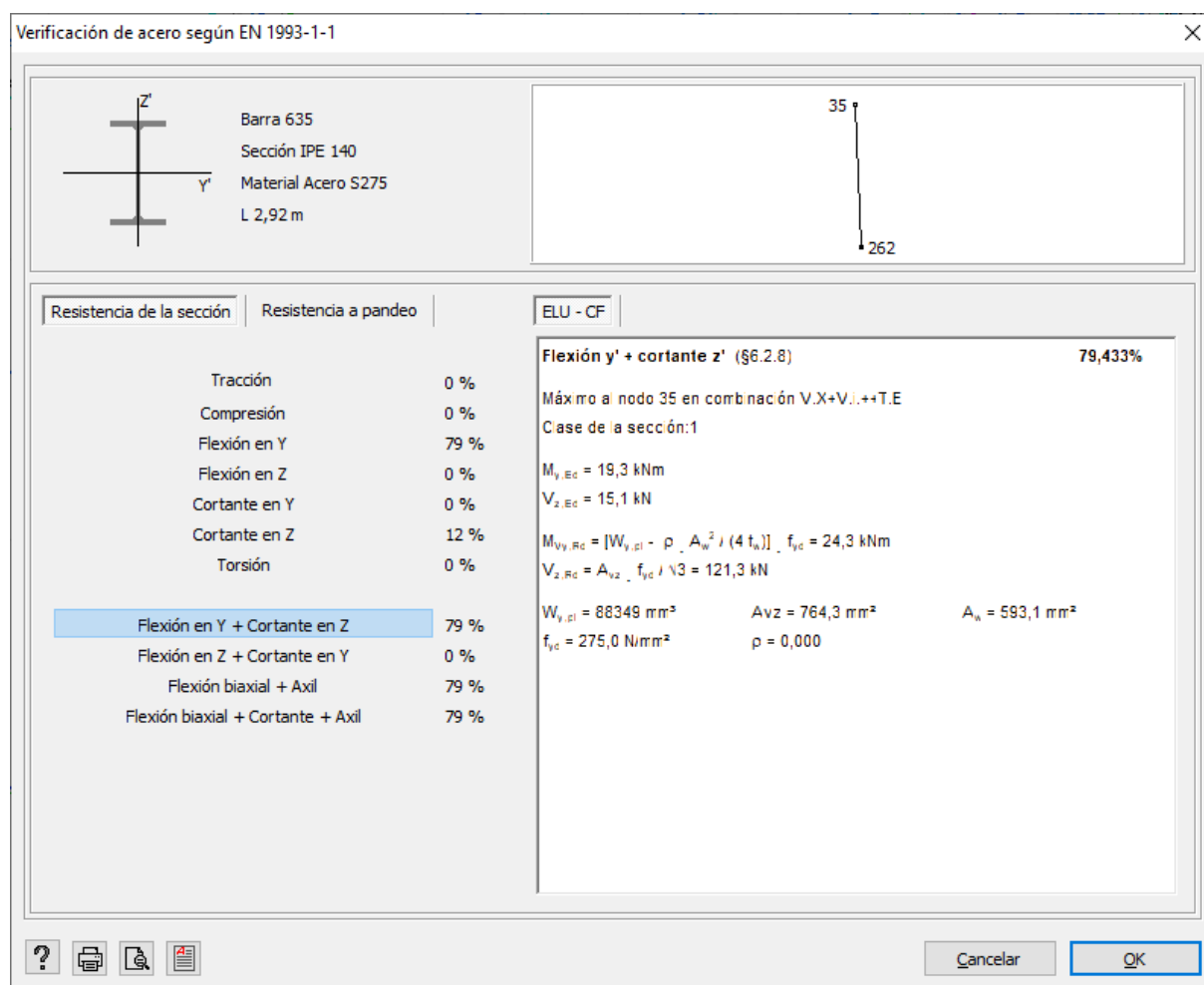


Figura 27: Resultats detallats biga a major percentatge de resistència usat de l'estructura.

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, Buildsoft

A.8.3. ELU de fatiga (FAT)

La fatiga és un estudi que es realitza per l'observació de l'estat del material a partir de molts cicles de treball. Una estructura com aquesta no realitza una quantitat alta de cicles. En conseqüència no s'estudia la fatiga en el present projecte.

A.9. CÀLCUL D'UNIONS

El present projecte presenta múltiples unions diferents. Sempre combinen l'ús d'elements placa soldats als extrems de les barres amb elements roscats, per a facilitar el transport i una construcció en obra ràpida i eficaç. Totes aquestes unions han de ser dimensionades per a verificar que podran acomplir la seva funcionalitat, i arribar a suportar les sol·licitacions que se'ls exigeixi.

Un dels objectius del present TFM és el de fer ús de la tecnologia BIM, la qual es veu reflexada en la interoperabilitat de programes. Un dels casos és pel càlcul d'unions, on es passa des del programa de càlcul de l'estructura global (Diamonds) totes les dades que afecten una unió al programa especialitzat de càlcul d'unions. Aquestes dades lliurades entre programes són:

- Secció i material dels perfils.
- Ubicació i angle dels perfils a la unió.
- Sol·licitacions: es passen els resultats de totes les combinacions (o les que resulten més exigents) per a aquell nus o tots els nusos iguals, ja que si hi ha molts nusos amb la mateixa morfologia el càlcul es realitza un sol cop.

Un cop realitzat el disseny de la unió i els seus elements (gruix de les plaques, gorges de soldadura, elements cargolats, etc) s'exporten les dades de rigidesa del nus per a realitzar un re-càlcul de l'estructura amb les noves dades.

A continuació es mostren els informes de cada unió dissenyada i simulada. La diferència entre informes ve generada per treballar amb diferents programes segons la complexitat de la unió. S'han emprat dos programes:

- Power Connect de BuildSoft, per a la major part de les unions. Treballa amb càlcul analític.
- Idea StatiCa Connect, per a unions puntuals emprant tecnologia de càlcul per elements finits.

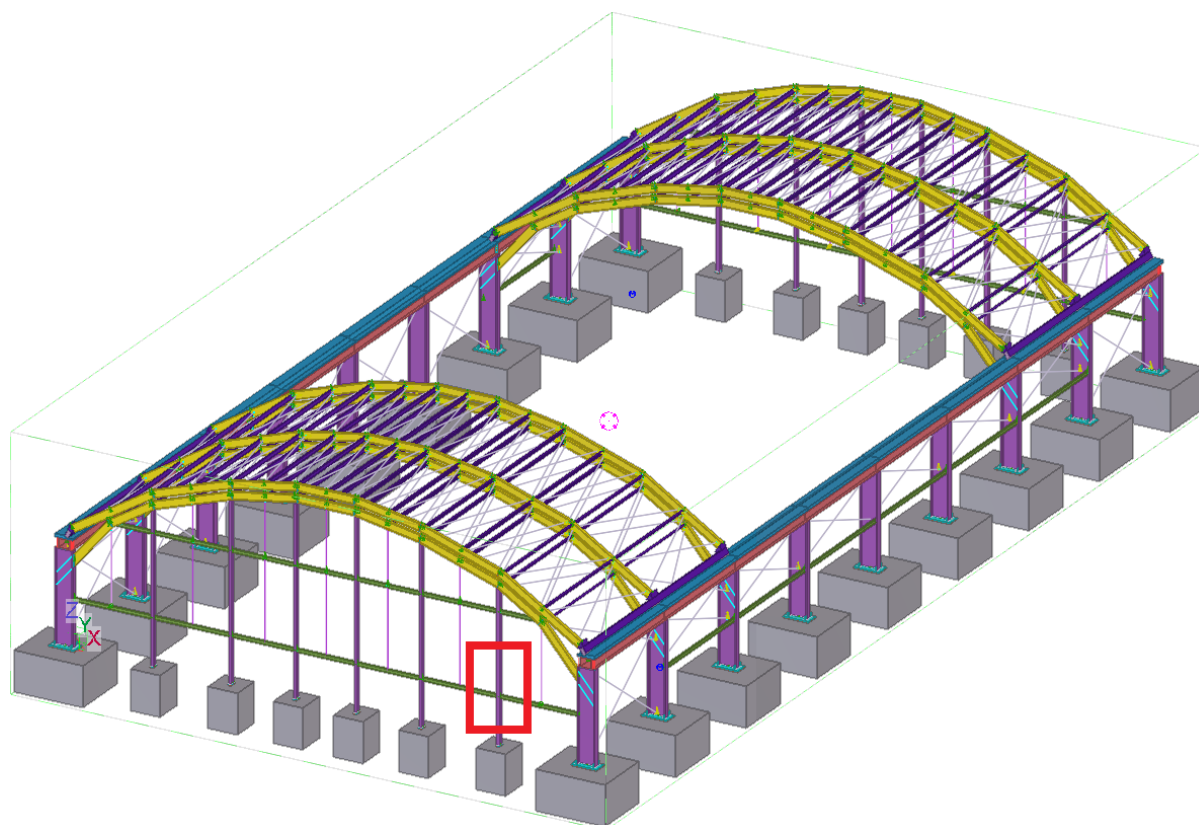
Abans de cada informe d'unió s'incorpora una imatge de situació d'una ubicació exemple d'on s'ubica aquella unió, tot i que en molts casos aquella unió es repeteix a molts llocs. En aquests casos com s'ha dit ja s'ha dissenyat a partir de les sol·licitacions de totes les unions iguals.

Nota 1: Al ser informes generats amb programari especialista, el català no queda disponible. És per això que es mostra una discontinuïtat en l'idioma.

Nota 2: Al ser informes generats per programari mostren un format diferent al treballat a la resta del projecte.

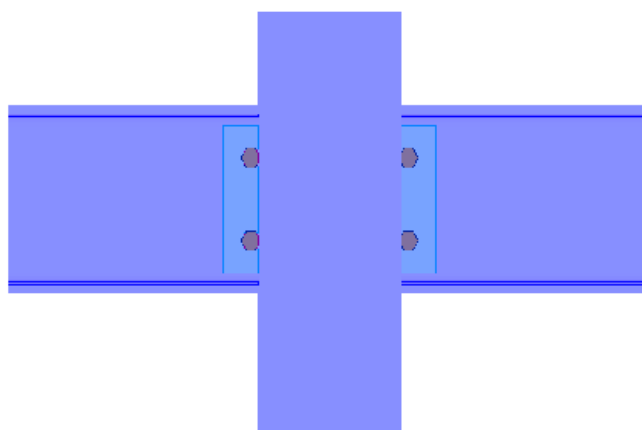
Nota 3: en alguns casos s'ha retallat el conjunt de dades d'entrada i resultats de sortida, ja que podien ocupar un nombre extens de pàgines innecessàries per a un TFM. A on es retalla s'indica amb la simbologia [...].

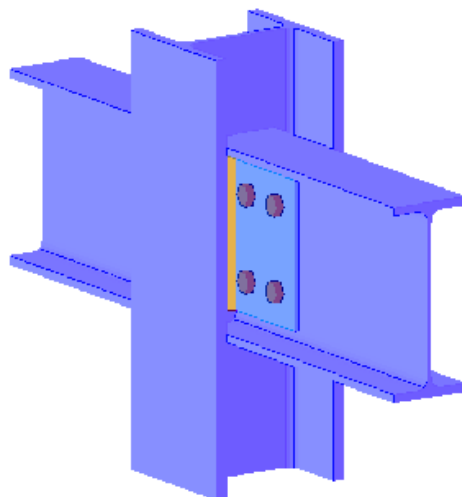
A.9.1. Unió columna HEB180 amb biga IPE200



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Dibujar





Escala :

Tipo de bulón = M 16, clase 8.8

Diámetro de bulón = 16 mm - Diámetro de agujero = 18 mm

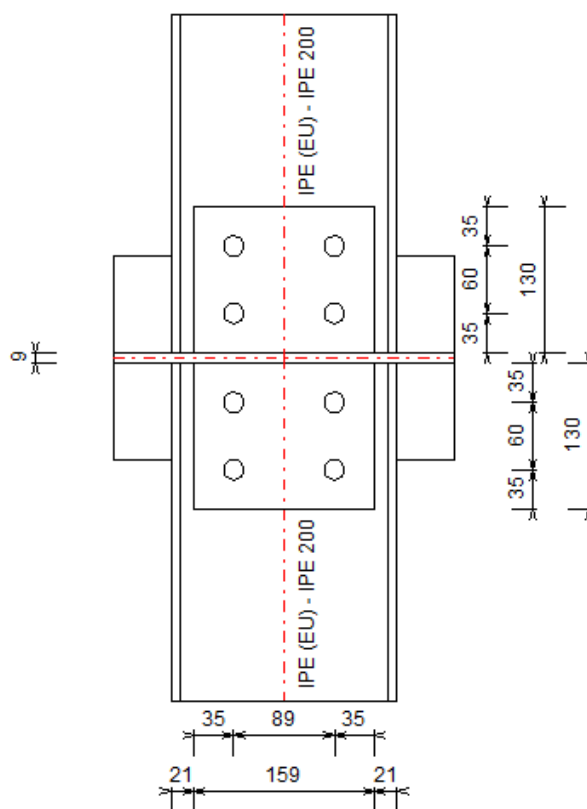
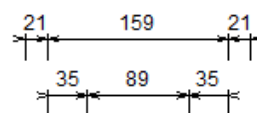
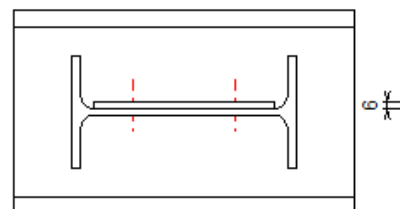
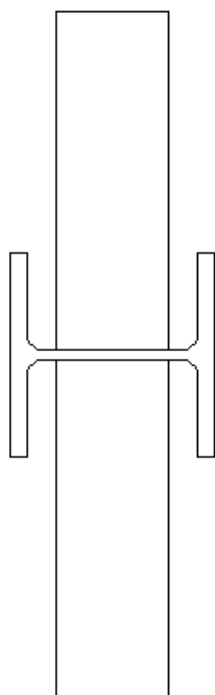
Tipo de bulón = M 16, clase 8.8

Diámetro de bulón = 16 mm - Diámetro de agujero = 18 mm

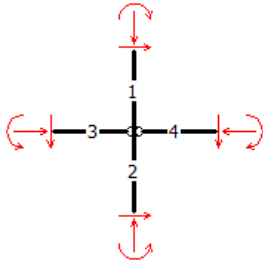
Soldaduras (mm)

Placa transversal : 5

Placa transversal : 5



Cargas



Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:209 barra Nr557, 545, 595, 551

barra nº1 :	barra nº2 :	barra nº3 :	barra nº4 :
N = 43,6 kN	N = 45,3 kN	N = -107 kN	N = -108,4 kN
V = 0,1 kN	V = -1,6 kN	V = 1,3 kN	V = 0,4 kN
M = 0 kNm	M = -0,6 kNm		

Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:241 barra Nr613, 601, 651, 607

barra nº1 :	barra nº2 :	barra nº3 :	barra nº4 :
N = 44,9 kN	N = 46,6 kN	N = -108,9 kN	N = -110,4 kN
V = 0,1 kN	V = -1,5 kN	V = 1,4 kN	V = 0,4 kN
M = 0 kNm	M = -0,6 kNm		

[...]

[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

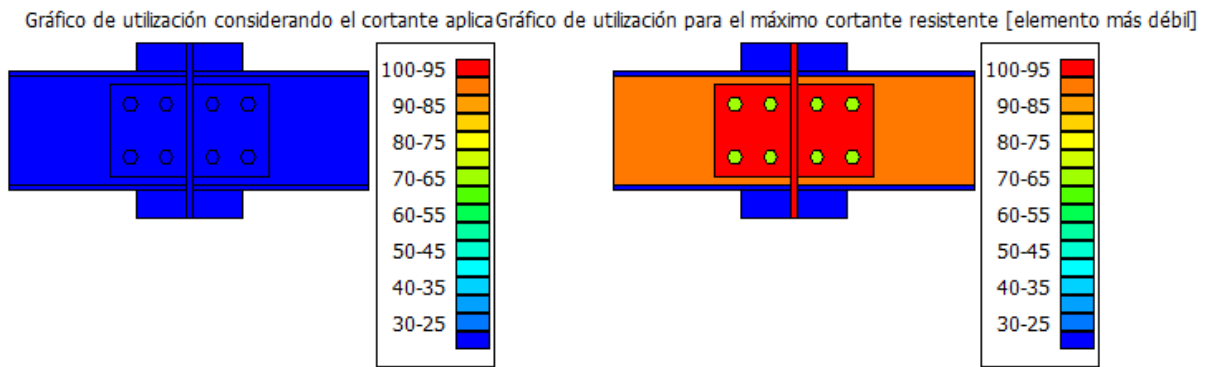
Perfiles laterales

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 85,3 kN ≥ Cortante aplicado (VEd) = 2 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.++T.E | Nudo Nr:209 barra Nr557, 545, 595, 551 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones



Esfuerzo normal

Tracción máxima (TRd) = 167,3 kN ≥ Tracción aplicada (TEd) = 115,5 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.++neu+T.H | Nudo Nr:246 barra Nr618, 606, 640, 612 -

Compresión máxima (CRd) = 222,2 kN ≥ Compresión aplicada (CEd) = 219,6 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+T.E | Nudo Nr:214 barra Nr562, 550, 584, 556 -

Cortante y esfuerzo normal (resumen de valores $\{V_{Ed}/V_{Rd} + N_{Ed}/N_{Rd}\} > 0,9$)

Nombre de la combinación	V _{Ed}	V _{Rd}	N _{Ed}	N _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd} + N _{Ed} /N _{Rd}	> 0,9	< 1
V.Z+T.E Nudo Nr:211 barra Nr559, 547, 588, 553	0,2	85,3	216,3	222,2	0,98		V
V.Z+T.E Nudo Nr:212 barra Nr560, 548, 576, 554	0,7	85,3	215,1	222,2	0,98		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:209 barra Nr557, 545, 595, 551	-1,9	85,3	215,6	222,2	0,99		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:210 barra Nr558, 546, 592, 552	0,8	85,3	217,8	222,2	0,99		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:211 barra Nr559, 547, 588, 553	0,1	85,3	219,1	222,2	0,99		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:212 barra Nr560, 548, 576, 554	0,7	85,3	218,3	222,2	0,99		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:213 barra Nr561, 549, 580, 555	0,1	85,3	219,4	222,2	0,99		V
V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:214 barra Nr562, 550, 584, 556	0,0	85,3	219,6	222,2	0,99		V
[...]	Nota: en aquest cas s'han deixat les files més sollicitants per la unió.						

Entre las conexiones

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 214,6 kN >= Cortante aplicado (|VEd1 + VEd2|) = 1,8 kN

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:241 barra Nr613, 601, 651, 607 -

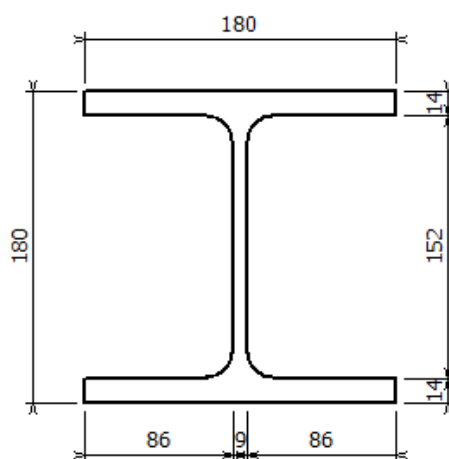
Esfuerzo normal

Esfuerzo normal máximo (NRd) = 114,8 kN >= Esfuerzo normal aplicado (|NEd1 - NEd2|) = 3,5 kN

La combinación crítica es: - V.X+T.E | Nudo Nr:244 barra Nr616, 604, 632, 610 -

Datos:

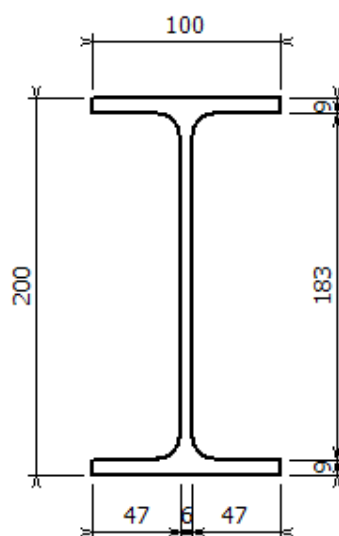
Pilar: HEB (EU) - HEB 180



Viga: IPE (EU) - IPE 200

Soldaduras en alma : 5 mm

Soldaduras en ala : 5 mm



Placa transversal

Altura : 159 mm

Ancho: 130 mm

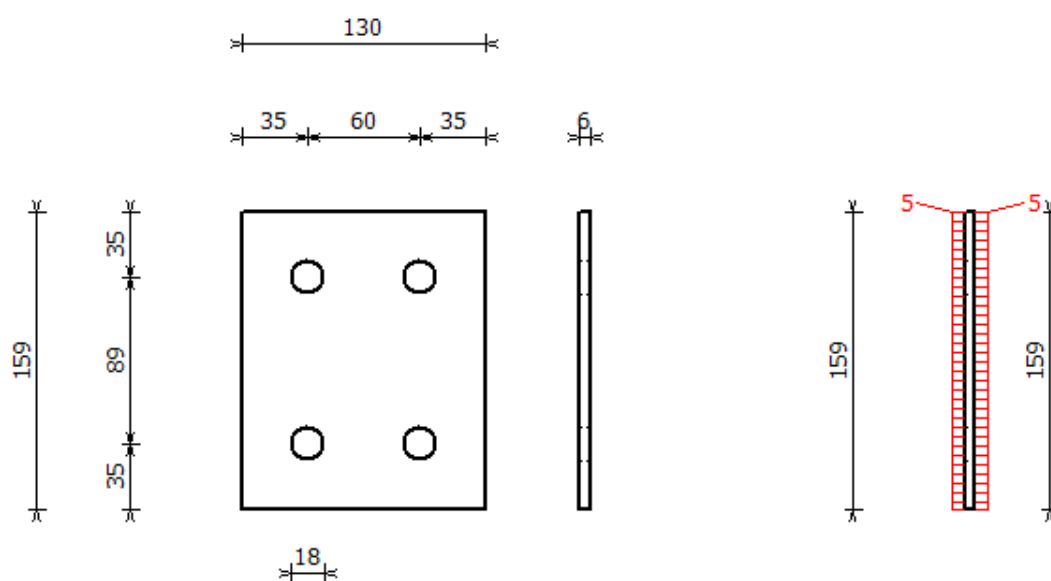
Espesor: 6 mm

Material : Acero S275 - f_y : 275 N/mm²

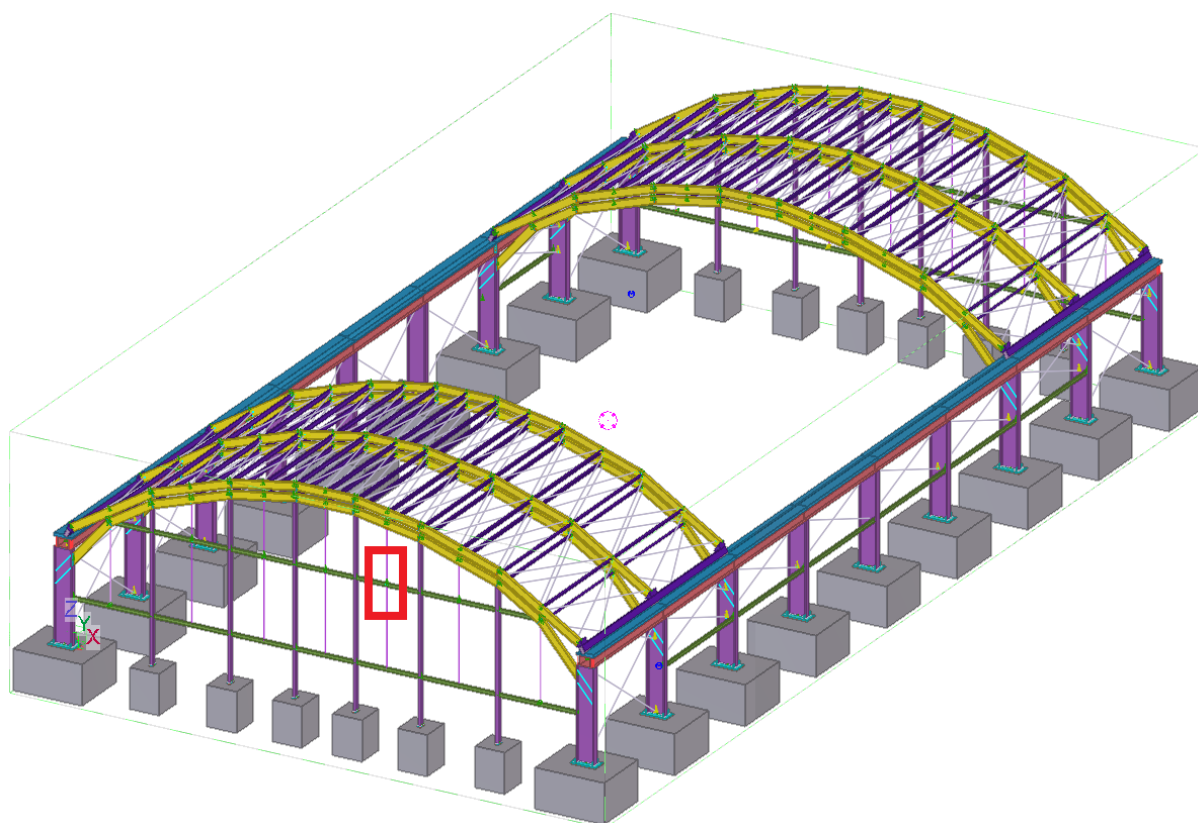
Tornillos

Diámetro de los agujeros: 18 mm

Tipo de bulón : M 16 clase 8.8

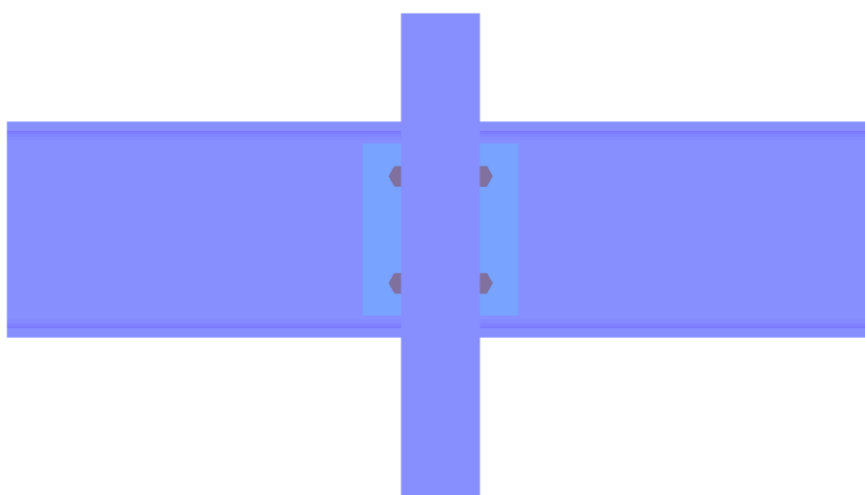


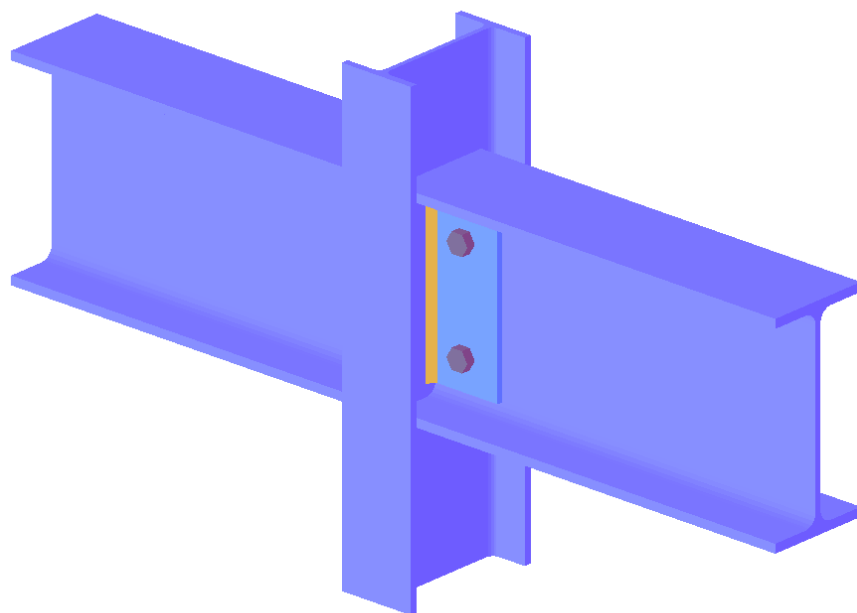
A.9.2. Unió columna IPE200 amb biga IPE140



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Dibujar





Escala :

Tipo de bulón = M 14, clase 8.8

Diámetro de bulón = 14 mm - Diámetro de agujero = 16 mm

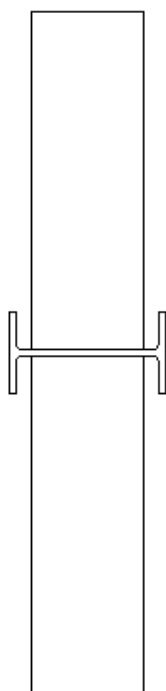
Tipo de bulón = M 14, clase 8.8

Diámetro de bulón = 14 mm - Diámetro de agujero = 16 mm

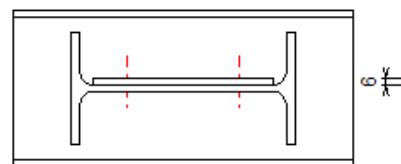
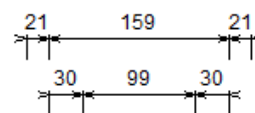
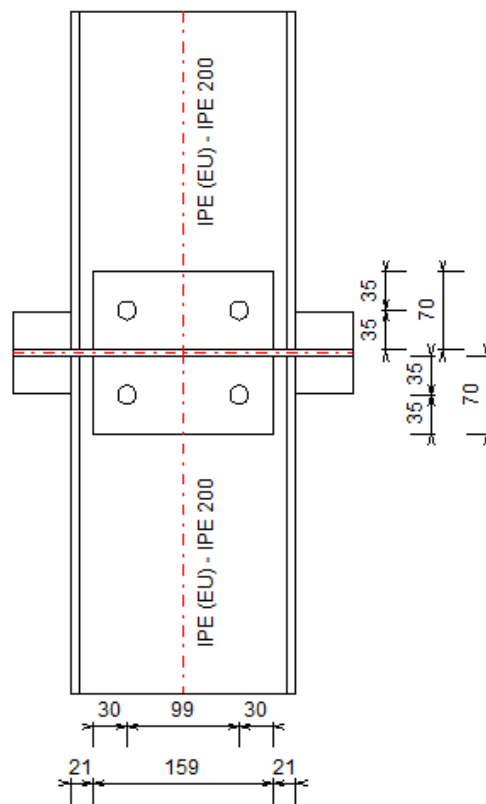
Soldaduras (mm)

Placa transversal : 5

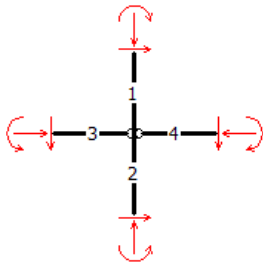
Placa transversal : 5



5



Cargas



Manteniment | Nudo Nr:236 barra Nr590, 591, 563, 593

barra nº1 :	barra nº2 :	barra nº3 :	barra nº4 :
$N = -1,5 \text{ kN}$	$N = -0,9 \text{ kN}$	$N = 0,6 \text{ kN}$	$N = 0,6 \text{ kN}$
$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$
$M = 0 \text{ kNm}$	$M = 0 \text{ kNm}$		

Manteniment | Nudo Nr:228 barra Nr574, 575, 567, 577

barra nº1 :	barra nº2 :	barra nº3 :	barra nº4 :
$N = -1,5 \text{ kN}$	$N = -0,9 \text{ kN}$	$N = 0,5 \text{ kN}$	$N = 0,5 \text{ kN}$
$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$
$M = 0 \text{ kNm}$	$M = 0 \text{ kNm}$		

Manteniment | Nudo Nr:268 barra Nr646, 647, 619, 649

barra nº1 :	barra nº2 :	barra nº3 :	barra nº4 :
$N = -1,5 \text{ kN}$	$N = -0,9 \text{ kN}$	$N = 0,6 \text{ kN}$	$N = 0,6 \text{ kN}$
$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$	$V = 0,3 \text{ kN}$
$M = 0 \text{ kNm}$	$M = 0 \text{ kNm}$		

[...]

[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

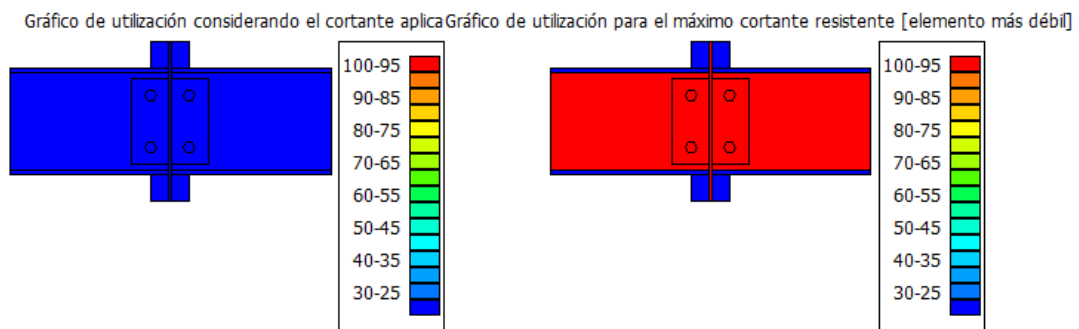
Conexión izquierda

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 72,1 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 0,3 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.-+T.H | Nudo Nr:260 barra Nr630, 631, 623, 633 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones



Esfuerzo normal

Tracción máxima (TRd) = 82,3 kN \geq Tracción aplicada (TEd) = 28,7 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.++T.E | Nudo Nr:268 barra Nr646, 647, 619, 649 -

Compresión máxima (CRd) = 88,3 kN \geq Compresión aplicada (CEd) = 20,3 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.-+neu+T.H | Nudo Nr:228 barra Nr574, 575, 567, 577 -

Cortante y esfuerzo normal – resum de combinacions amb $\{V_{Ed}/V_{Rd} + N_{Ed}/N_{Rd}\} > 0,3$

Nombre de la combinación	V _{Ed}	V _{Rd}	N _{Ed}	N _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd} + N _{Ed} /N _{Rd}	< 1
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:268 barra Nr646, 647, 619, 649	0,2	72,1	-28,7	82,3	0,35	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:266 barra Nr642, 643, 620, 645	0,1	72,1	-27,7	82,3	0,34	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:264 barra Nr638, 639, 621, 641	0,1	72,1	-27,5	82,3	0,34	V

V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:262 barra Nr634, 635, 622, 637	0,1	72,1	-27,5	82,3	0,34	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:260 barra Nr630, 631, 623, 633	0,2	72,1	-28,1	82,3	0,34	V
[...]						

Conexión derecha

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 72,1 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 0,3 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+T.H | Nudo Nr:260 barra Nr630, 631, 623, 633 -

Esfuerzo normal

Tracción máxima (TRd) = 82,3 kN \geq Tracción aplicada (TEd) = 28,6 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.++T.E | Nudo Nr:268 barra Nr646, 647, 619, 649 -

Compresión máxima (CRd) = 88,3 kN \geq Compresión aplicada (CEd) = 20,4 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+neu+T.H | Nudo Nr:228 barra Nr574, 575, 567, 577 -

Cortante y esfuerzo normal

Nombre de la combinación	VEd	VRd	NEd	NRd	VEd/VRd + NEd/NRd	< 1
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:268 barra Nr646, 647, 619, 649	0,2	72,1	-28,6	82,3	0,35	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:266 barra Nr642, 643, 620, 645	0,1	72,1	-27,7	82,3	0,34	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:264 barra Nr638, 639, 621, 641	0,1	72,1	-27,5	82,3	0,34	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:262 barra Nr634, 635, 622, 637	0,1	72,1	-27,5	82,3	0,34	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:260 barra Nr630, 631, 623, 633	0,2	72,1	-28,2	82,3	0,34	V
[...]						

Entre las conexiones

Cortante

Cortante máximo (V_{Rd}) = 118,6 kN \geq Cortante aplicado ($|V_{Ed1} + V_{Ed2}|$) = 0,6 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.-+T.H | Nudo Nr:260 barra Nr630, 631, 623, 633 -

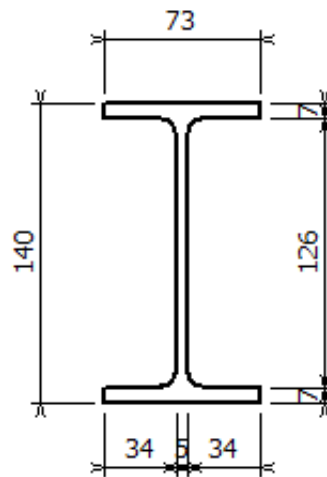
Esfuerzo normal

Esfuerzo normal máximo (N_{Rd}) = 37,1 kN \geq Esfuerzo normal aplicado ($|N_{Ed1} - N_{Ed2}|$) = 0,2 kN

La combinación crítica es: -V.X+V.i.-+T.E | Nudo Nr:236 barra Nr590, 591, 563, 593 -

Datos:

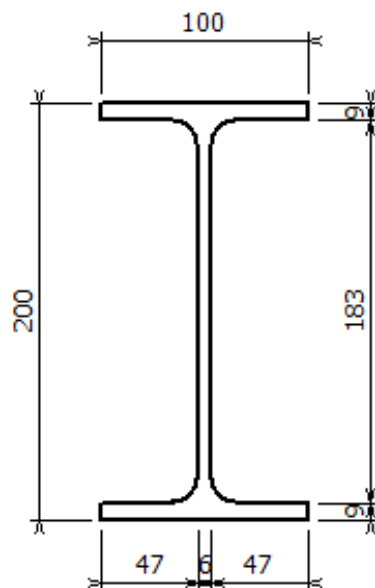
Pilar: IPE (EU) - IPE 140



Viga: IPE (EU) - IPE 200

Soldadudras en alma : 5 mm

Soldaduras en ala : 5 mm



Placa transversal

Altura : 159 mm

Ancho: 70 mm

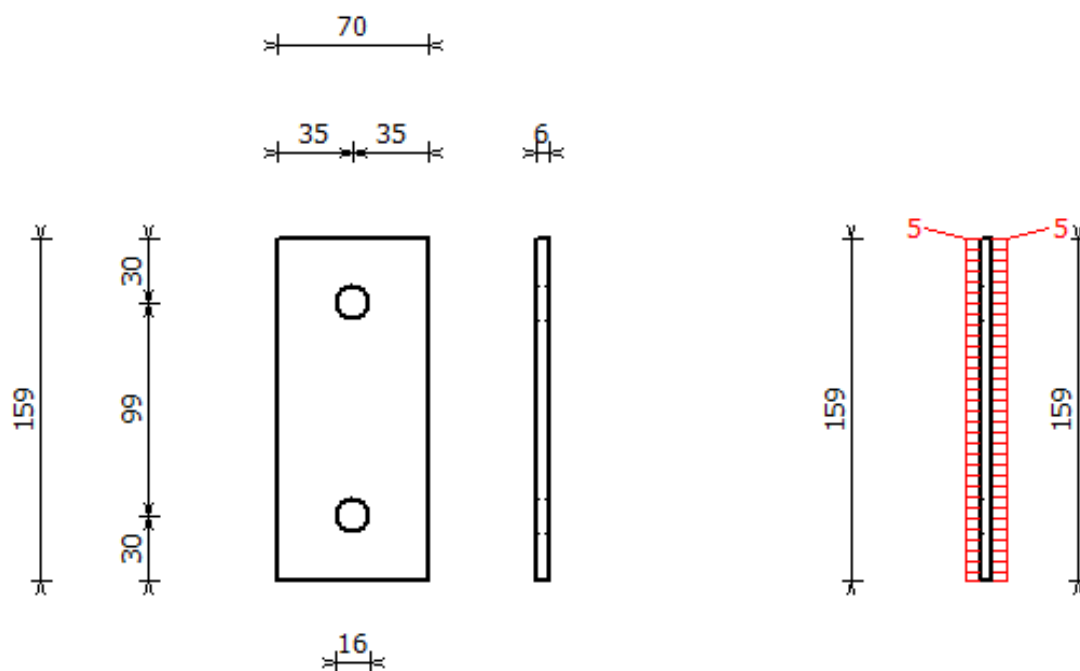
Espesor: 6 mm

Material : Acero S275 - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

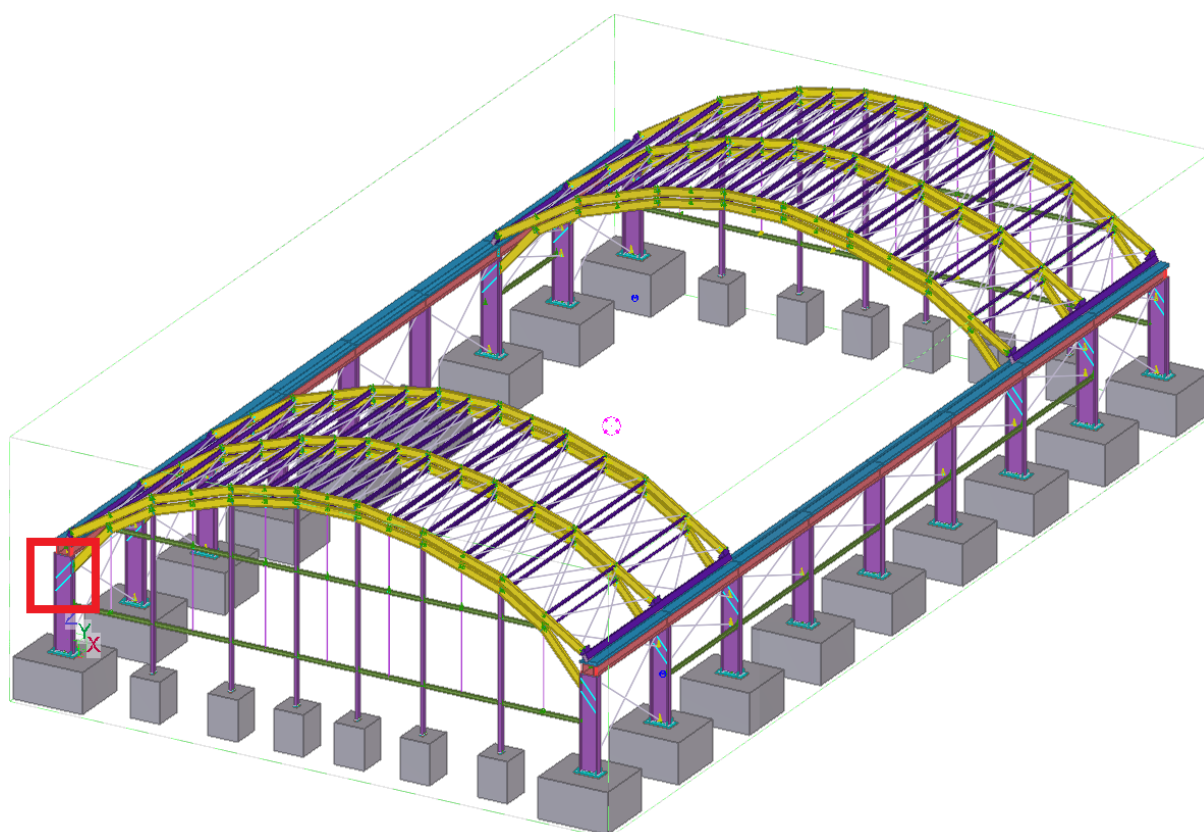
Tornillos

Diámetro de los agujeros: 16 mm

Tipo de bulón : M 14 clase 8.8

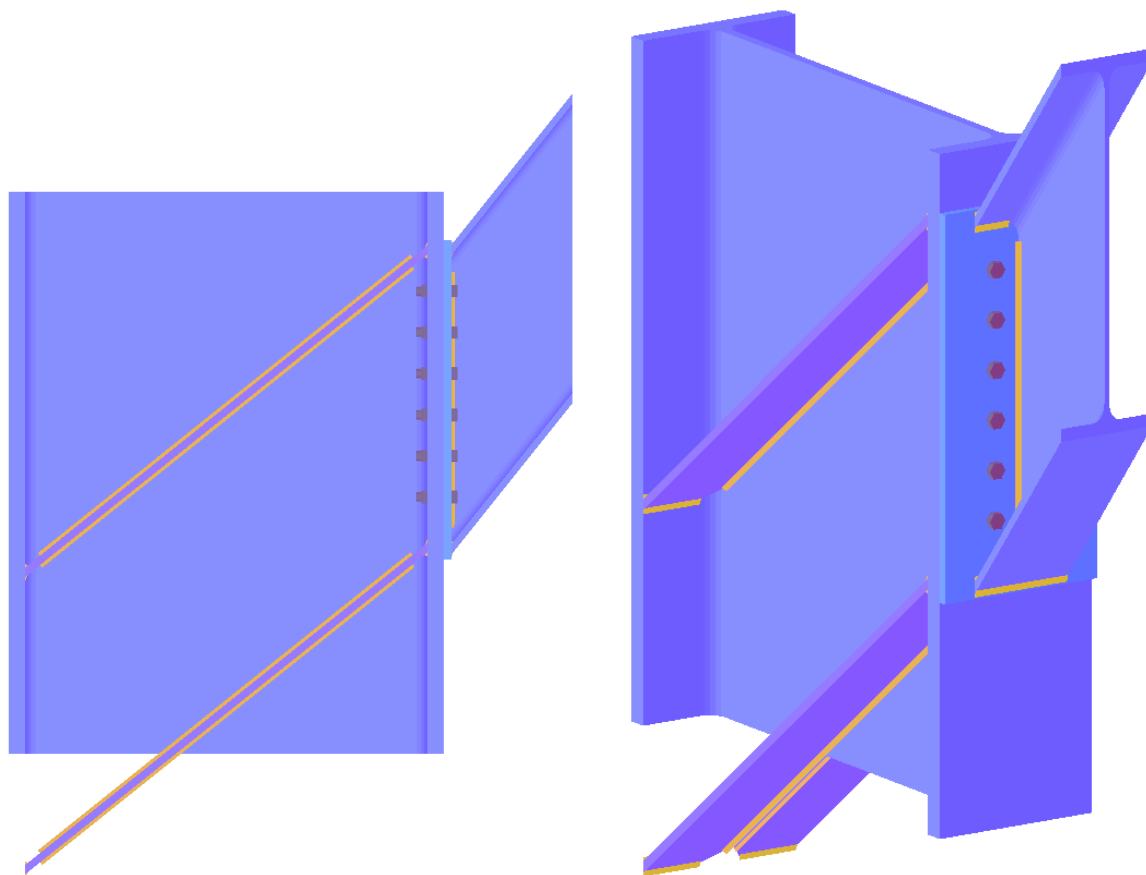


A.9.3. Cap de pilar HEB900 – jàssera IPE400

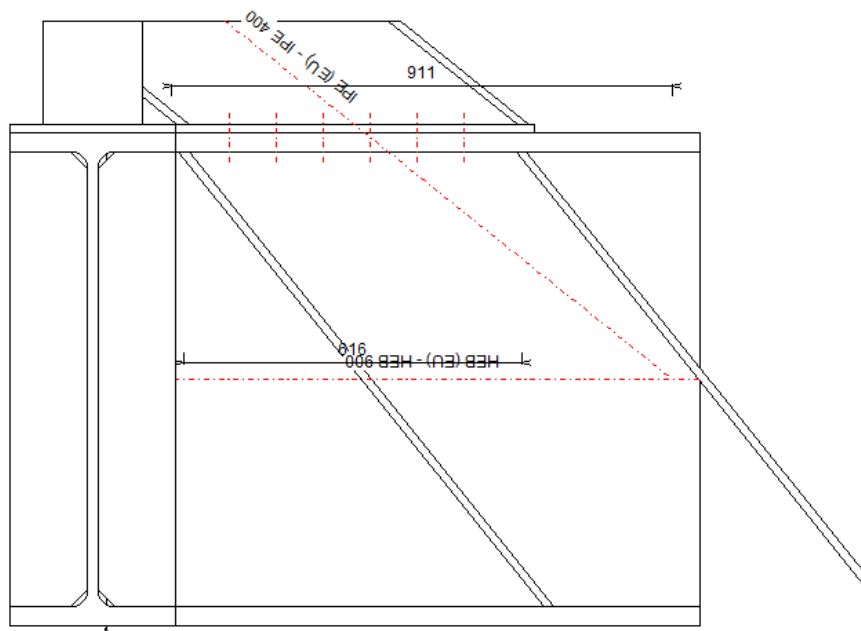


Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

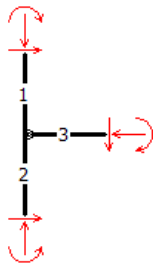
Dibujar



Escala :
Tipo de bulón = M 20, clase 8.8
Diámetro de bulón = 20 mm - Diámetro de agujero = 22 mm
Soldaduras (mm)
Rigidizador diagonal : en ala = 5, en alma = 5
Rigidizador diagonal : en ala = 5, en alma = 5
Viga : en ala = 5, en alma = 5



Cargas



Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714

barra nº1 :
 $N = 76,1 \text{ kN}$
 $V = -69,8 \text{ kN}$
 $M = -83,7 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 133,9 \text{ kN}$
 $V = 120,9 \text{ kN}$
 $M = -36,3 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 73,7 \text{ kN}$
 $V = -3,8 \text{ kN}$
 $M = 47,4 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:285 barra Nr392, 706, 701

barra nº1 :
 $N = 85,9 \text{ kN}$
 $V = -72,9 \text{ kN}$
 $M = -87,8 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 171,6 \text{ kN}$
 $V = 152,5 \text{ kN}$
 $M = -41,1 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 107 \text{ kN}$
 $V = -8,6 \text{ kN}$
 $M = 46,6 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698

barra nº1 :
 $N = 19,8 \text{ kN}$
 $V = 5,4 \text{ kN}$
 $M = 9,8 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 167,5 \text{ kN}$
 $V = 147,1 \text{ kN}$
 $M = 3,9 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 206,5 \text{ kN}$
 $V = -26,8 \text{ kN}$
 $M = -5,9 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690

barra nº1 :
 $N = 21,5 \text{ kN}$
 $V = 8,3 \text{ kN}$
 $M = 16 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 164,9 \text{ kN}$
 $V = 136,5 \text{ kN}$
 $M = 22,9 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 200 \text{ kN}$
 $V = -23,4 \text{ kN}$
 $M = 6,9 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708

barra nº1 :
 $N = 19,1 \text{ kN}$
 $V = 8,7 \text{ kN}$
 $M = 16,3 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 166,7 \text{ kN}$
 $V = 141,1 \text{ kN}$
 $M = 21 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 206,7 \text{ kN}$
 $V = -24,8 \text{ kN}$
 $M = 4,8 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714

barra nº1 :
 $N = 84,3 \text{ kN}$
 $V = -81,4 \text{ kN}$
 $M = -98 \text{ kNm}$

barra nº2 :
 $N = 158,2 \text{ kN}$
 $V = 147,5 \text{ kN}$
 $M = -44,3 \text{ kNm}$

barra nº3 :
 $N = 93,3 \text{ kN}$
 $V = -5,5 \text{ kN}$
 $M = 53,6 \text{ kNm}$

...

[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

Conexión derecha

Momento

Máximo momento positivo (MRd+) = 270,2 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 53,6 kNm
La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714 -

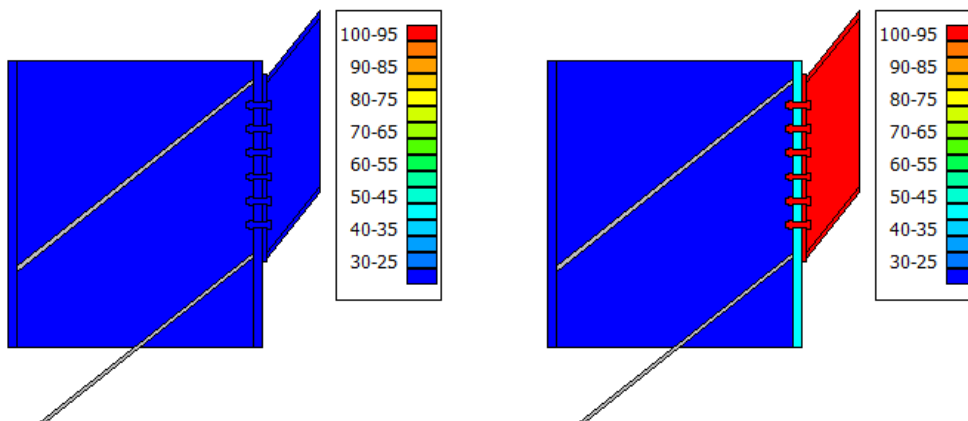
Máximo momento negativo (MRd-) = -255,9 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -42,5 kNm
La combinación crítica es: - V.Z+V.i.-+T.E | Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698 -

Máximo momento positivo permitido por las soldaduras = 273,8 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 53,6 kNm
La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714 -

Máximo momento negativo permitido por las soldaduras = -267 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -41,5 kNm
La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.E | Nudo Nr:286 barra Nr669, 721, 707 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones

Gráfico de utilización considerando los momentos apliGráfico de utilización para el máximo momento resistente [elemento más débil]



Esfuerzo normal

Máxima tracción en la viga (TRd) = 1042,1 kN \geq Tracción aplicada (TEd) = 129,6 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.H | Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690 -

Máxima compresión en la viga (CRd) = 1162,5 kN \geq Compresión aplicada (CEd) = 160,3 kN

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+V.i.- | Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715 -

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 852,2 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 151,7 kN

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+V.i.- | Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715 -

Máximo cortante permitido en alma de pilar = 2561,1 kN \geq Cortante aplicado a alma de pilar = 168 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.H | Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708 -

Rigidizada

Para momento positivo

Sjini = 152306 kNm/Rad

Sj = 76153 kNm/Rad

La unión es Rígida.

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714 -

Para momento negativo

Sjini = 134292 kNm/Rad

Sj = 67146 kNm/Rad

La unión es Rígida.

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698 -

Momento con esfuerzo normal

Nombre de la combinación	MEd	MRd	NEd	NRd	MEd/MRd + NEd/NRd	< 1
Neu+V.Z+T.H Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714	47,4	270,2	49,0	1162,5	0,22	V
Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:285 barra Nr392, 706, 701	46,6	270,2	73,6	1162,5	0,24	V
Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714	53,6	270,2	62,6	1162,5	0,25	V
Neu+V.X+T.H+V.i.+ Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714	49,8	270,2	39,0	1162,5	0,22	V
Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	-22,2	255,9	159,1	1162,5	0,22	V
Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690	-8,0	255,9	151,4	1162,5	0,16	V
Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708	-8,3	255,9	153,7	1162,5	0,16	V
Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	-21,0	255,9	160,3	1162,5	0,22	V
V.Z+T.E Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	-36,6	255,9	50,8	1162,5	0,19	V
V.Z+T.E Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	-36,6	255,9	54,0	1162,5	0,19	V
V.Z+V.i.+T.E Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	-42,5	255,9	99,1	1162,5	0,25	V
V.Z+V.i.+T.E Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	-41,7	255,9	102,5	1162,5	0,25	V
V.Z+V.i.+neu+T.H Nudo Nr:289 barra Nr686, 724, 714	46,2	270,2	52,8	1162,5	0,22	V
V.X+V.i.+ Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	29,0	261,1	-111,9	1042,1	0,22	V
V.X+V.i.+ Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690	30,3	260,3	-118,3	1042,1	0,23	V
V.X+V.i.+ Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708	32,3	260,6	-116,2	1042,1	0,24	V
V.X+V.i.+ Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	30,4	261,4	-108,7	1042,1	0,22	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	47,3	259,6	-124,6	1042,1	0,30	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690	47,6	259,0	-129,6	1042,1	0,31	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708	50,0	259,4	-126,8	1042,1	0,31	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	47,0	260,2	-119,4	1042,1	0,30	V
V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:286 barra Nr669, 721, 707	-41,5	255,9	-59,6	1042,1	0,22	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:284 barra Nr394, 705, 698	47,3	259,6	-124,6	1042,1	0,30	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:281 barra Nr664, 691, 690	47,6	259,0	-129,6	1042,1	0,31	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:287 barra Nr670, 722, 708	50,0	259,4	-126,8	1042,1	0,31	V
V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:290 barra Nr687, 725, 715	47,0	260,2	-119,4	1042,1	0,30	V
...						

Datos:

Pilar: HEB (EU) - HEB 900

Ángulo : 90 °

Ángulo de unión : 141,3 °

Longitud : 9400 mm

ancho : 300 mm

altura : 900 mm

alma : 19 mm

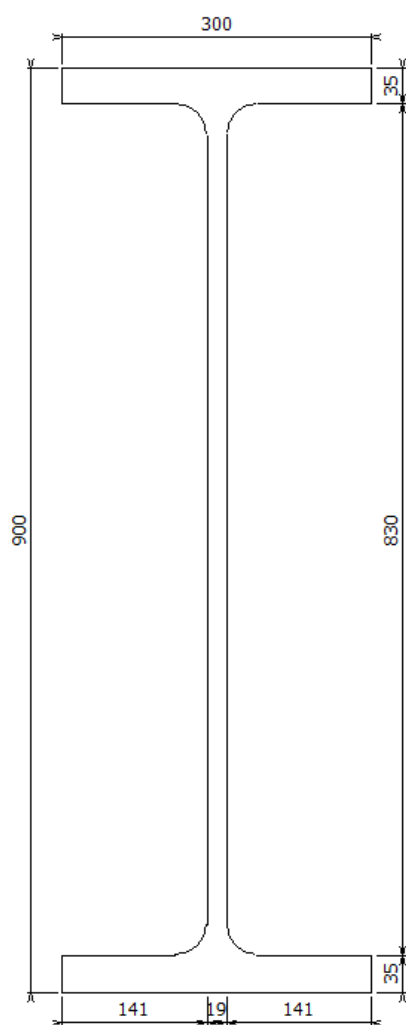
ala : 35 mm

r : 30 mm

Material : Acero S235

para alma - $f_y : 235 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 360 \text{ N/mm}^2$

para ala - $f_y : 235 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 360 \text{ N/mm}^2$



Diagonal stiffener on column

longitud: 830 mm

height difference : 665 mm

ancho: 141 mm

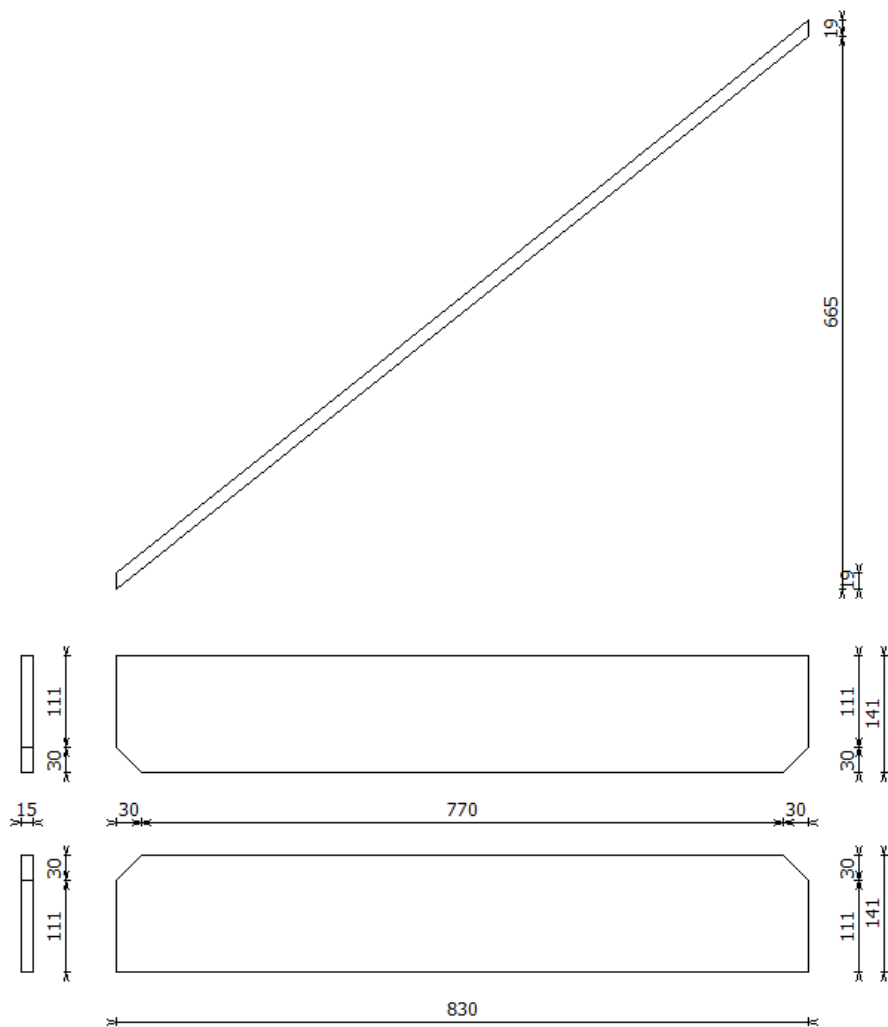
espesor: 15 mm

soldaduras con ala: 5 mm

soldaduras con alma: 5 mm

Espaciamiento: 30 mm

para alma : Acero S275 - f_y : 275 N/mm² f_u : 430 N/mm²



Viga: IPE (EU) - IPE 400

Ángulo : 51,3°

Ángulo de unión : 141,3°

Longitud : 3726 mm

ancho : 180 mm

altura : 400 mm

alma : 9 mm

ala : 14 mm

r : 21 mm

Material : Acero S275

para alma - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

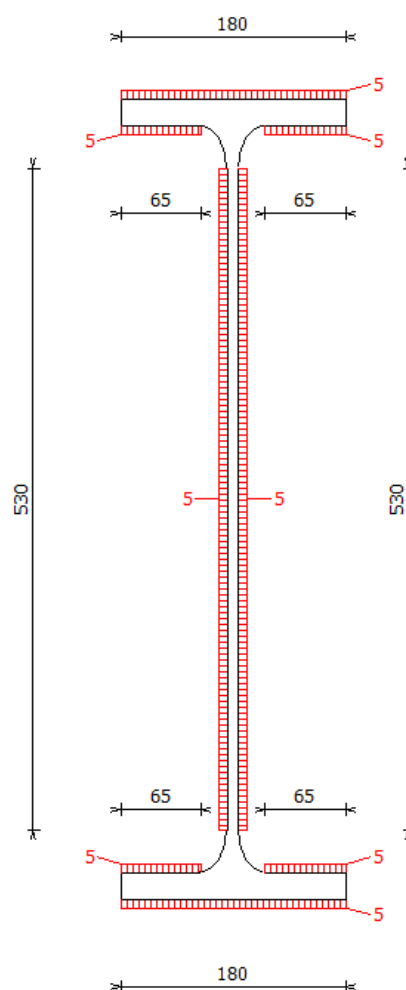
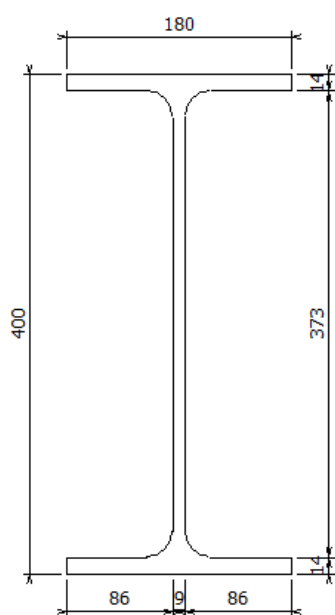
para ala - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

Soldaduras en alma : 5 mm

Soldaduras en ala : 5 mm

Excentricidad : 0 mm

Espaciamiento : 0 mm



Placa de unión

Altura : 660 mm

Ancho: 300 mm

Espesor: 15 mm

Distancia superior de viga : 10 mm

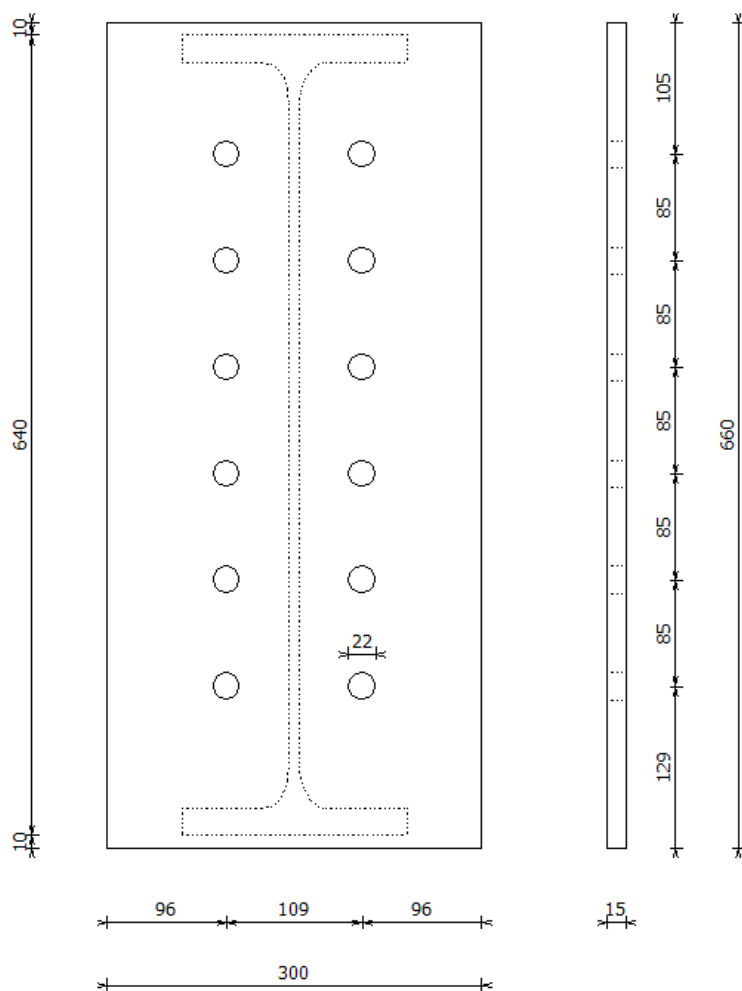
Distancia inferior de viga : 10 mm

Material : Acero S275 - f_y : 275 N/mm² f_u : 430 N/mm²

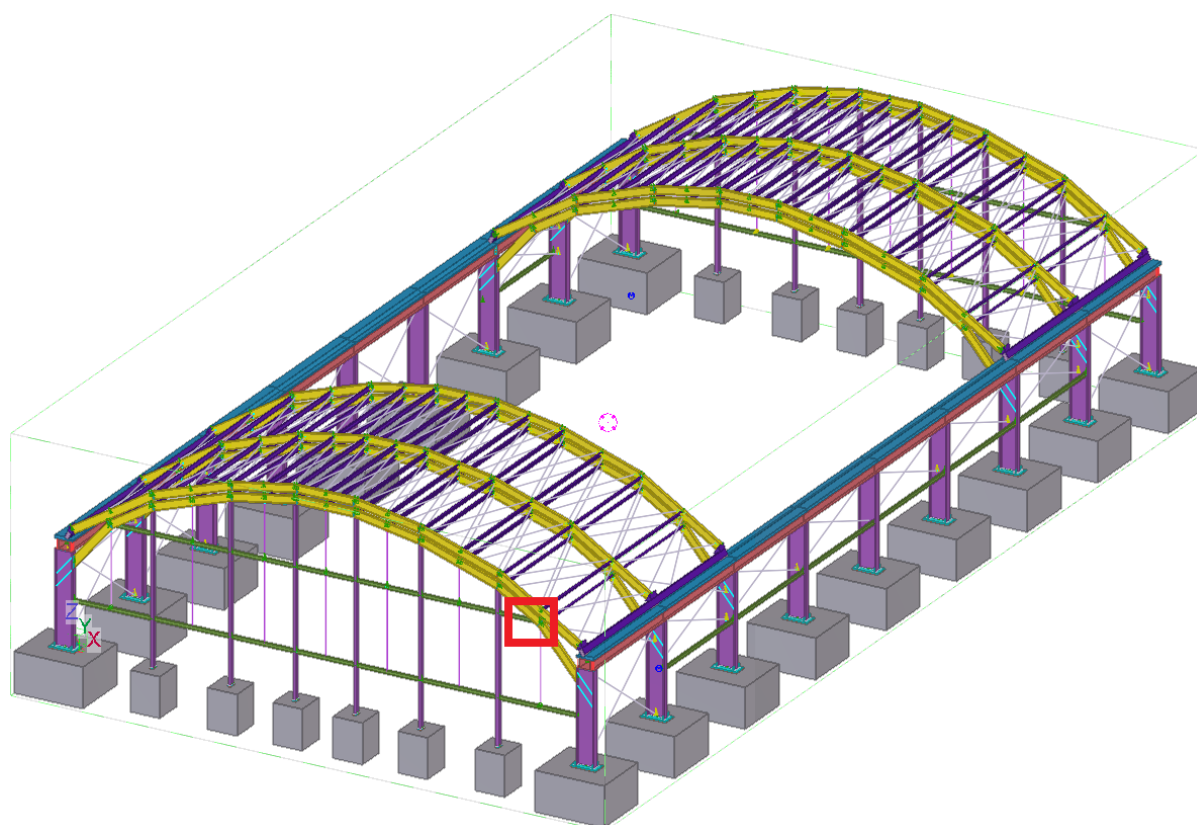
Tornillos

Diámetro de los agujeros: 22 mm

Tipo de bulón : M 20 clase 8.8

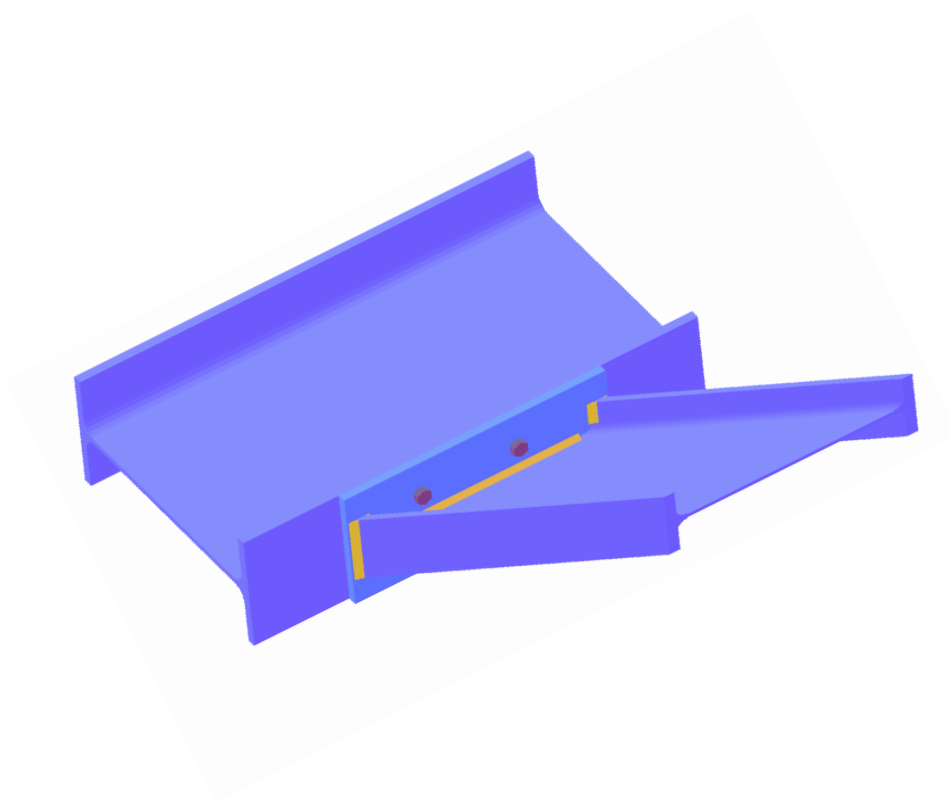
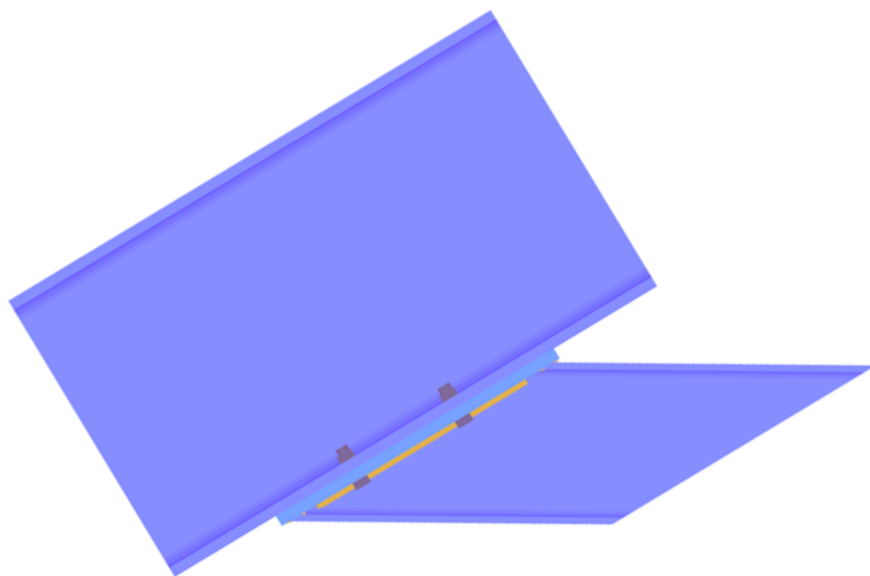


A.9.4. Pilar IPE200 – jàssera IPE400



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Dibujar



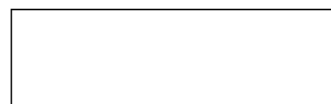
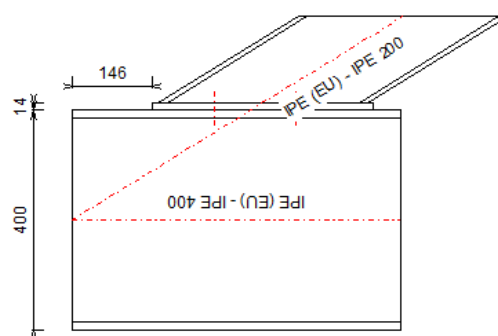
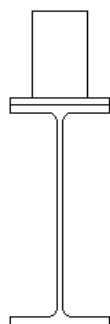
Escala :

Tipo de bulón = M 16, clase 8.8

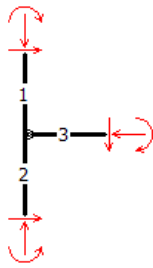
Diámetro de bulón = 16 mm - Diámetro de agujero = 18 mm

Soldaduras (mm)

Viga : en ala = 5, en alma = 5



Cargas



Neu+V.Z+T.H+V.i.- | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = -45 kN
V = -9.6 kN
M = -13.4 kNm

barra nº3 :
N = 13.1 kN
V = 0 kN
M = 0.8 kNm

V.Z+V.i.-1.50 | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = -28.9 kN
V = -7.9 kN
M = -9.9 kNm

barra nº3 :
N = 20.5 kN
V = -0.1 kN
M = 0.4 kNm

V.Z+V.i.+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = 106.6 kN
V = 19 kN
M = 26.6 kNm

barra nº3 :
N = -23 kN
V = -1.2 kN
M = -2.1 kNm

V.Z+V.i.+neu+T.H | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = -47 kN
V = -8.2 kN
M = -11.6 kNm

barra nº3 :
N = 11.6 kN
V = 0.2 kN
M = 0.7 kNm

V.Z+V.i.-neu+T.H | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = -29.6 kN
V = -9 kN
M = -11.2 kNm

barra nº3 :
N = 20.6 kN
V = -0.1 kN
M = 0.5 kNm

V.Z+V.i.-T.H | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596

barra nº1 :
N = 0 kN
V = 0 kN
M = 0 kNm

barra nº2 :
N = -28.9 kN
V = -7.9 kN
M = -9.9 kNm

barra nº3 :
N = 20.5 kN
V = -0.1 kN
M = 0.4 kNm

[...]

[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

Conexión derecha

Momento

Máximo momento positivo (MRd+) = 38.5 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 0.8 kNm
La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.- | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

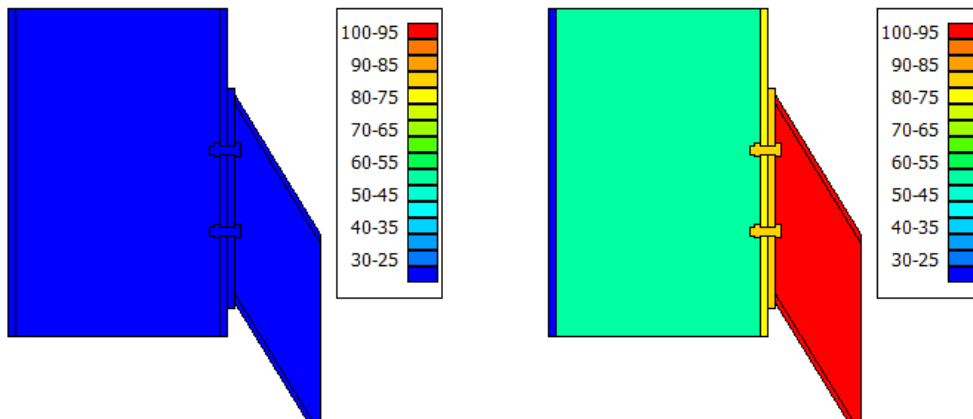
Máximo momento negativo (MRd-) = -34.4 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -2.6 kNm
La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Máximo momento positivo permitido por las soldaduras = 79.3 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 0.8 kNm
La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.- | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Máximo momento negativo permitido por las soldaduras = -78.7 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -2.6 kNm
La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones

Gráfico de utilización considerando los momentos apliGráfico de utilización para el máximo momento resistente [elemento más débil]




Esfuerzo normal

Máxima tracción en la viga (TRd) = 322.7 kN \geq Tracción aplicada (TEd) = 13.1 kN
La combinación crítica es: - V.Z+V.i.++T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Máxima compresión en la viga (CRd) = 283.7 kN \geq Compresión aplicada (CEd) = 10.7 kN
La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+neu+T.H | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Momento con esfuerzo normal

Nombre de la combinación	MEd	MRd	NEd	NRd	MEd/MRd + NEd/NRd	< 1
Neu+V.Z+T.H+V.i.- Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.8	38.5	6.9	283.7	0.04	V
V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.4	38.5	10.6	283.7	0.05	V
V.Z+V.i.++T.E Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	-2.1	34.4	-13.1	322.7	0.10	V
V.Z+V.i.+neu+T.H Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.7	38.5	6.2	283.7	0.04	V
V.Z+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.5	38.5	10.7	283.7	0.05	V
V.Z+V.i.+T.H Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.4	38.5	10.6	283.7	0.05	V
V.X+V.i.-1.50 Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.2	38.5	10.7	283.7	0.04	V
V.X+T.E Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	-2.5	34.4	-10.3	322.7	0.10	V
V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	-2.3	34.4	-12.8	322.7	0.11	V
V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	-2.6	34.4	-8.6	322.7	0.10	V
V.X+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:126 barra	0.3	38.5	10.7	283.7	0.04	V

Nr305, 596						
V.X+V.i.-+T.H Nudo Nr:126 barra Nr305, 596	0.2	38.5	10.7	283.7	0.04	V
						

Cortante

Cortante máximo (VRd) = 173.6 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 19 kN

La combinación crítica es: - V.Z+V.i.+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Máximo cortante permitido en alma de pilar = 610.2 kN \geq Cortante aplicado a alma de pilar = 25.4 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Rigidizada

Para momento positivo

Sjini = 13183 kNm/Rad

Sj = 6591 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - Neu+V.Z+T.H+V.i.- | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Para momento negativo

Sjini = 10461 kNm/Rad

Sj = 5230 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - V.Z+V.i.-+T.E | Nudo Nr:126 barra Nr305, 596 -

Datos:

Pilar: IPE (EU) - IPE 400

Ángulo : 90°

Ángulo de unión : 31.6°

Longitud : 2499 mm

ancho : 180 mm

altura : 400 mm

alma : 9 mm

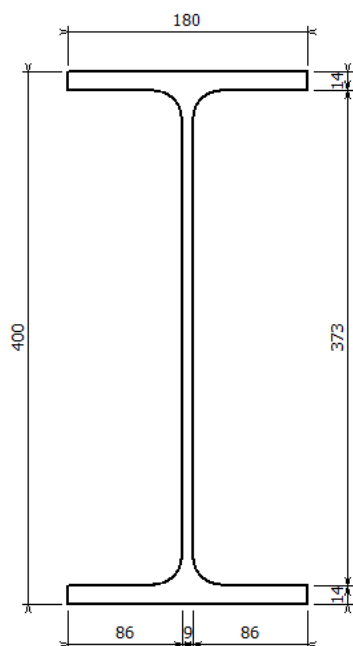
ala : 14 mm

r : 21 mm

Material : Acero S275

para alma - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²

para ala - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²



Viga: IPE (EU) - IPE 200

Ángulo : -58.4°

Ángulo de unión : 31.6°

Longitud : 2128 mm

ancho : 100 mm

altura : 200 mm

alma : 6 mm

ala : 9 mm

r : 12 mm

Material : Acero S235

para alma - $f_y : 235 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 360 \text{ N/mm}^2$

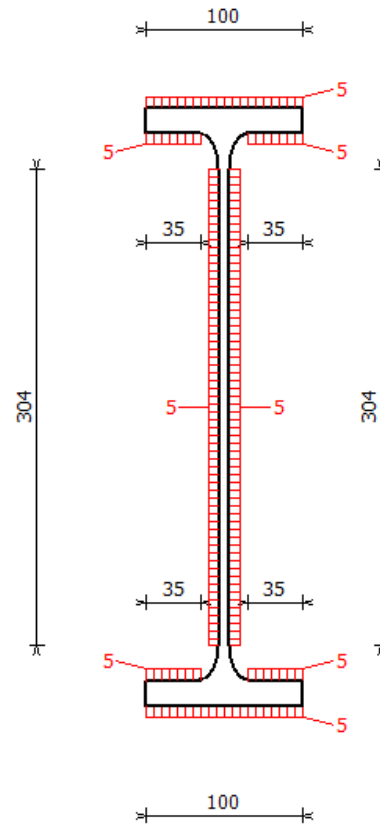
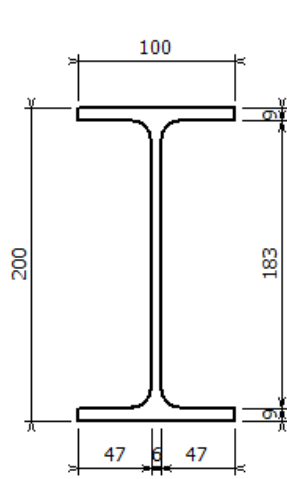
para ala - $f_y : 235 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 360 \text{ N/mm}^2$

Soldaduras en alma : 5 mm

Soldaduras en ala : 5 mm

Excentricidad : 0 mm

Espaciamiento : 0 mm



Placa de unión

Altura : 402 mm

Ancho: 180 mm

Espesor: 14 mm

Distancia superior de viga : 10 mm

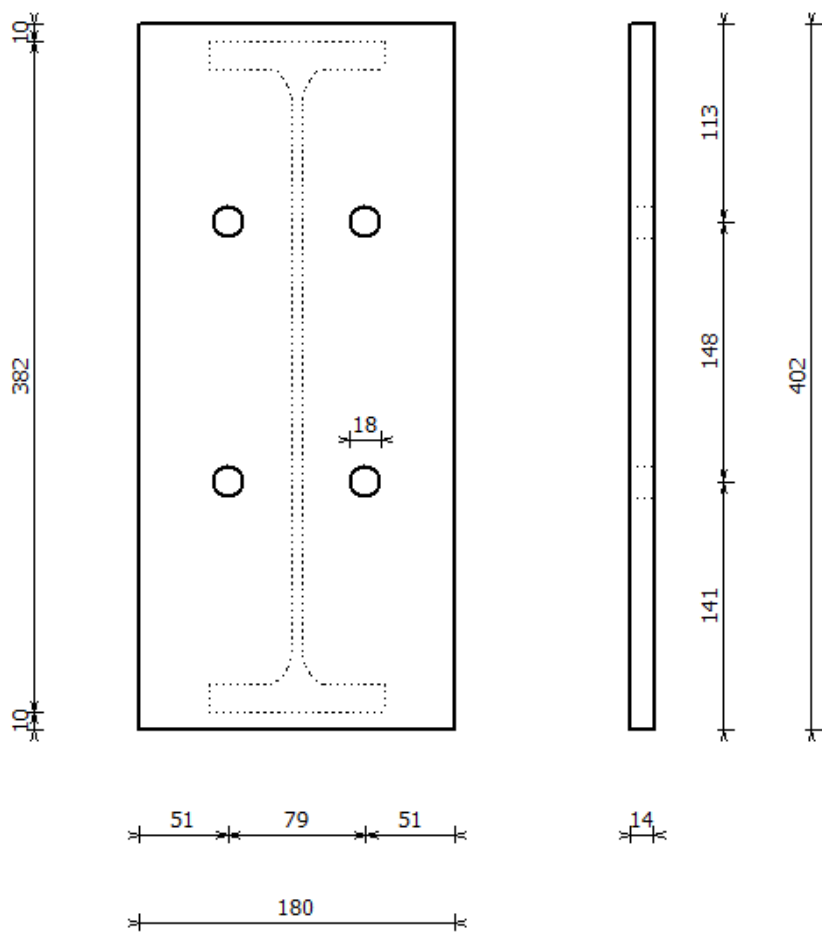
Distancia inferior de viga : 10 mm

Material : Acero S275 - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

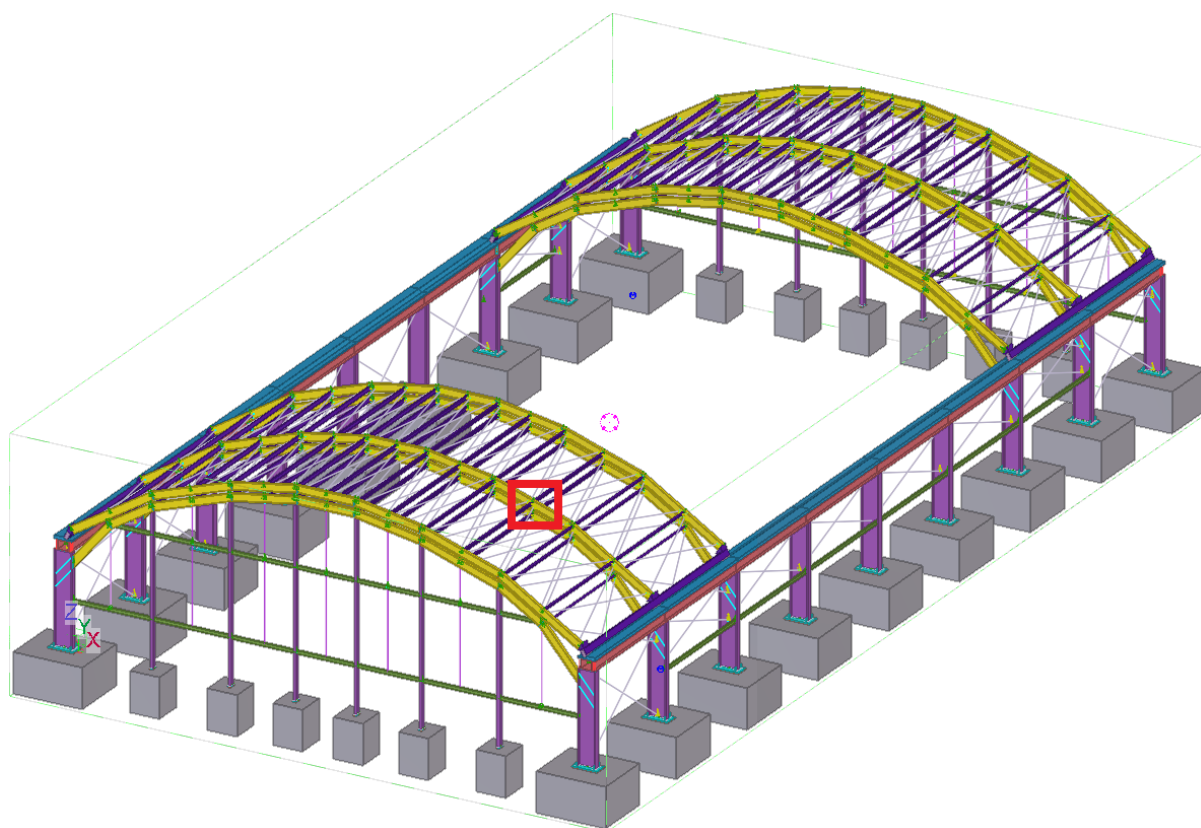
Tornillos

Diámetro de los agujeros: 18 mm

Tipo de bulón : M 16 clase 8.8



A.9.5. Jàssera IPE400 – bigueta IPE200



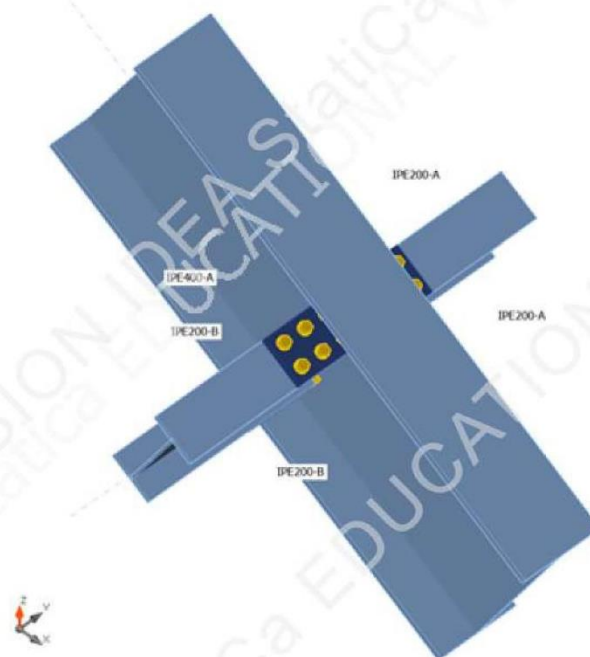
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Design

Name	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

Beams and columns

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
IPE400-A	1 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Position
IPE200-A	2 - IPE200	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Position
IPE200-B	2 - IPE200	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Position



Cross-sections

Name	Material
1 - IPE400	S 275
2 - IPE200	S 275

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm ²]
M12 10.9	M12 10.9	12	1000.0	113

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Manteniment	IPE400-A	109.6	0.0	-9.9	0.0	-52.7	0.1
	IPE200-A	0.7	3.2	-6.6	0.0	-9.0	-3.2
	IPE200-B	0.0	3.2	-6.5	0.0	9.0	3.3
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu	IPE400-A	160.9	0.0	-14.2	0.0	-76.6	0.2
	IPE200-A	1.1	5.0	-10.3	0.0	-14.0	-5.0
	IPE200-B	-0.1	5.0	-10.2	0.0	14.0	5.2
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z	IPE400-A	161.6	-0.7	-14.0	0.0	-76.5	1.4
	IPE200-A	5.7	4.9	-10.3	0.0	-13.6	-4.7
	IPE200-B	-5.1	5.1	-9.8	0.0	13.4	5.5
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z+T.H	IPE400-A	157.4	-1.5	-15.5	0.0	-77.8	3.0
	IPE200-A	-0.8	4.8	-10.4	0.0	-14.1	-4.5
	IPE200-B	0.5	5.2	-9.9	0.0	13.4	5.6
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z+T.H+V.i.+	IPE400-A	199.1	-1.9	-18.2	0.0	-92.5	3.7
	IPE200-A	2.9	4.7	-13.9	0.0	-18.4	-4.2
	IPE200-B	-4.3	5.2	-13.1	0.0	17.7	5.8
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X	IPE400-A	107.5	-0.6	-7.5	0.0	-37.4	1.2
	IPE200-A	4.3	4.9	-10.9	0.0	-13.6	-4.8
	IPE200-B	-5.1	5.1	-10.4	0.0	13.4	5.5
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+T.H	IPE400-A	103.1	-1.4	-9.0	0.0	-38.7	2.9
	IPE200-A	-2.2	4.9	-11.1	0.0	-14.1	-4.7
	IPE200-B	0.6	5.2	-10.5	0.0	13.4	5.6
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+T.H+V.i.+	IPE400-A	144.9	-1.8	-11.8	0.0	-53.4	3.5
	IPE200-A	1.6	4.8	-14.6	0.0	-18.4	-4.4
	IPE200-B	-4.2	5.2	-13.7	0.0	17.7	5.8
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z+V.i.+	IPE400-A	108.5	-0.3	-10.9	0.0	-58.3	0.7
	IPE200-A	1.2	5.0	-5.9	0.0	-8.3	-5.1
	IPE200-B	0.5	5.1	-5.8	0.0	8.1	5.2
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+V.i.+	IPE400-A	54.3	-0.2	-4.3	0.0	-19.2	0.6
	IPE200-A	-0.2	5.0	-6.6	0.0	-8.3	-5.2
	IPE200-B	0.7	5.1	-6.4	0.0	8.1	5.3
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+T.H	IPE400-A	103.1	-1.4	-9.0	0.0	-38.7	2.9

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
	IPE200-A	-2.2	4.9	-11.1	0.0	-14.1	-4.7
	IPE200-B	0.6	5.2	-10.5	0.0	13.4	5.6
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+T.H+V.i.-	IPE400-A	51.0	-0.2	-6.0	0.0	-21.1	0.7
	IPE200-A	-5.8	5.1	-6.7	0.0	-8.8	-5.3
	IPE200-B	4.2	5.0	-6.7	0.0	8.5	5.1
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z+T.H+V.i.-	IPE400-A	106.7	-0.7	-12.5	0.0	-61.5	1.6
	IPE200-A	-4.8	5.0	-6.1	0.0	-9.0	-5.0
	IPE200-B	3.5	5.0	-6.0	0.0	8.4	5.2
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.Z+V.i.-	IPE400-A	203.4	-1.1	-16.8	0.0	-91.2	2.1
	IPE200-A	9.5	4.8	-13.8	0.0	-17.8	-4.3
	IPE200-B	-9.9	5.2	-13.0	0.0	17.6	5.7
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neu+V.X+V.i.-	IPE400-A	149.3	-1.0	-10.3	0.0	-52.2	1.9
	IPE200-A	8.2	4.8	-14.4	0.0	-17.8	-4.5
	IPE200-B	-9.9	5.2	-13.7	0.0	17.6	5.8
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z	IPE400-A	43.6	-1.2	-3.9	0.0	-20.7	2.0
	IPE200-A	7.9	0.5	-1.5	0.0	-1.6	-0.1
	IPE200-B	-11.0	0.9	-0.9	0.0	1.3	1.3
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z	IPE400-A	43.6	-1.2	-3.9	0.0	-20.7	2.0
	IPE200-A	7.9	0.5	-1.5	0.0	-1.6	-0.1
	IPE200-B	-11.0	0.9	-0.9	0.0	1.3	1.3
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z+V.i.+	IPE400-A	-62.5	-0.6	3.0	0.0	18.1	0.9
	IPE200-A	0.5	0.5	6.4	0.0	8.0	-0.5
	IPE200-B	-1.1	0.5	6.4	0.0	-8.4	0.6
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z+V.i.-	IPE400-A	113.3	-1.9	-8.5	0.0	-45.3	3.1
	IPE200-A	14.3	0.4	-7.3	0.0	-8.7	0.4
	IPE200-B	-19.1	1.0	-6.3	0.0	8.4	1.7
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z+neu	IPE400-A	103.1	-1.2	-8.9	0.0	-48.6	2.1
	IPE200-A	8.3	2.7	-5.9	0.0	-7.4	-2.3
	IPE200-B	-10.4	3.1	-5.2	0.0	7.2	3.6
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V.Z+V.i.++neu	IPE400-A	-2.5	-0.6	-1.9	0.0	-9.7	1.0
	IPE200-A	0.7	2.6	2.0	0.0	2.3	-2.7
	IPE200-B	-0.4	2.6	2.1	0.0	-2.6	2.8
	IPE400-A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[...]

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



Check

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.2 < 5.0%	OK
Bolts	65.7 < 100%	OK
Welds	60.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{cEd} [MPa]	Status
IPE400-A-bfl 1	13.5	V.Z+V.i.-+neu+T.H	53.2	0.0	0.0	OK
IPE400-A-tfl 1	13.5	V.X+V.i.-+neu+T.H	41.8	0.0	0.0	OK
IPE400-A-w 1	8.6	V.Z+V.i.-+T.H	140.4	0.0	0.0	OK
IPE200-A-bfl 1	8.5	Neu+V.X+V.i.-	229.4	0.0	7.7	OK
IPE200-A-tfl 1	8.5	Neu+V.X+T.H+V.i.+	275.2	0.1	17.3	OK
IPE200-A-w 1	5.6	Neu	141.5	0.0	14.1	OK
IPE200-B-bfl 1	8.5	Neu+V.Z+V.i.-	261.9	0.0	8.6	OK
IPE200-B-tfl 1	8.5	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	275.3	0.2	15.7	OK
IPE200-B-w 1	5.6	Neu+V.Z+V.i.-	171.5	0.0	16.6	OK
FP4	8.0	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	117.7	0.0	57.1	OK
FP5	10.0	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	275.4	0.2	8.7	OK
FP8	10.0	Neu+V.X+V.i.-	275.4	0.2	21.0	OK
FP6	8.0	Neu+V.X+V.i.-	94.8	0.0	40.6	OK
FP7	10.0	Neu+V.X+T.H+V.i.+	275.3	0.1	9.1	OK
FP9	10.0	Neu+V.X+V.i.-	275.1	0.0	21.5	OK

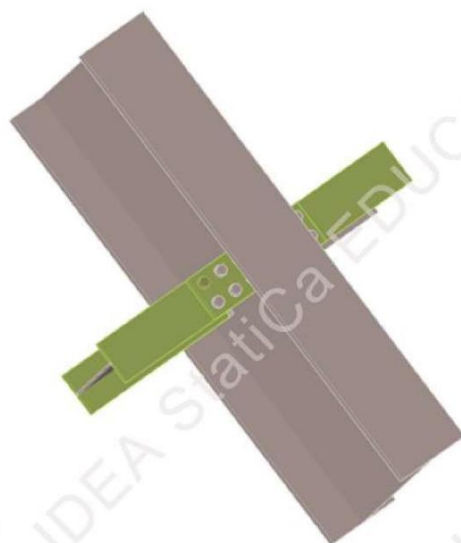
Design data

Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0

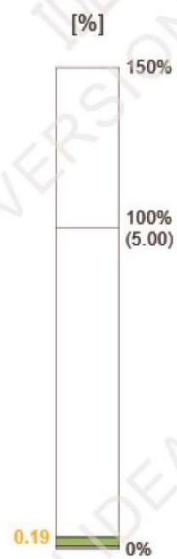
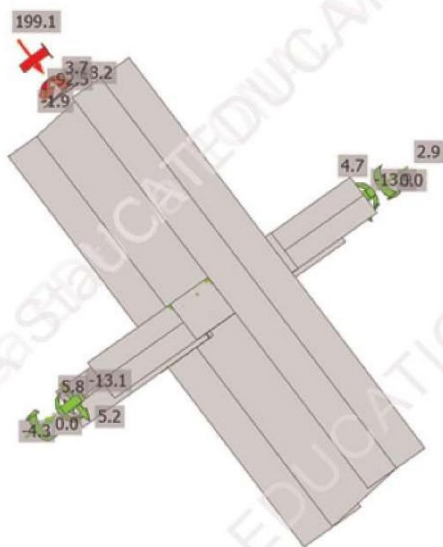
Symbol explanation

ϵ_{pl}	Strain
σ_{Ed}	Eq. stress
σ_{cEd}	Contact stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain

Project: New structure
Project no:
Author: david

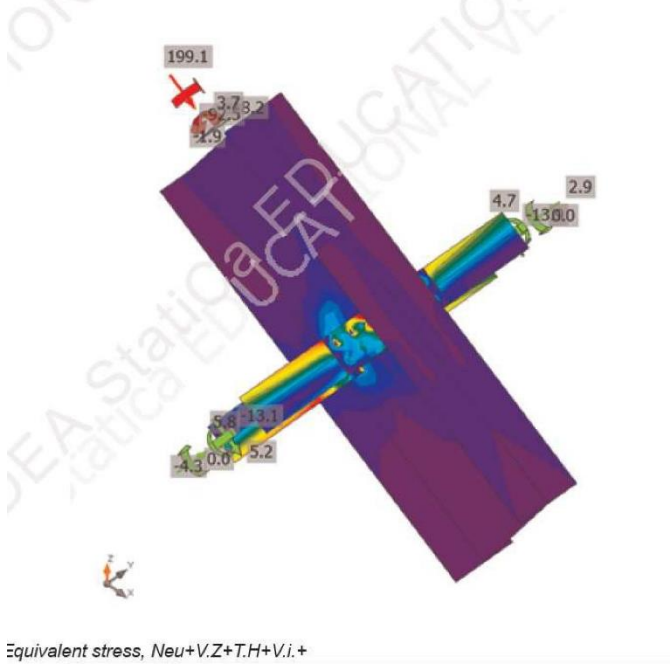


Overall check, Neu+V.Z+T.H+V.i.+

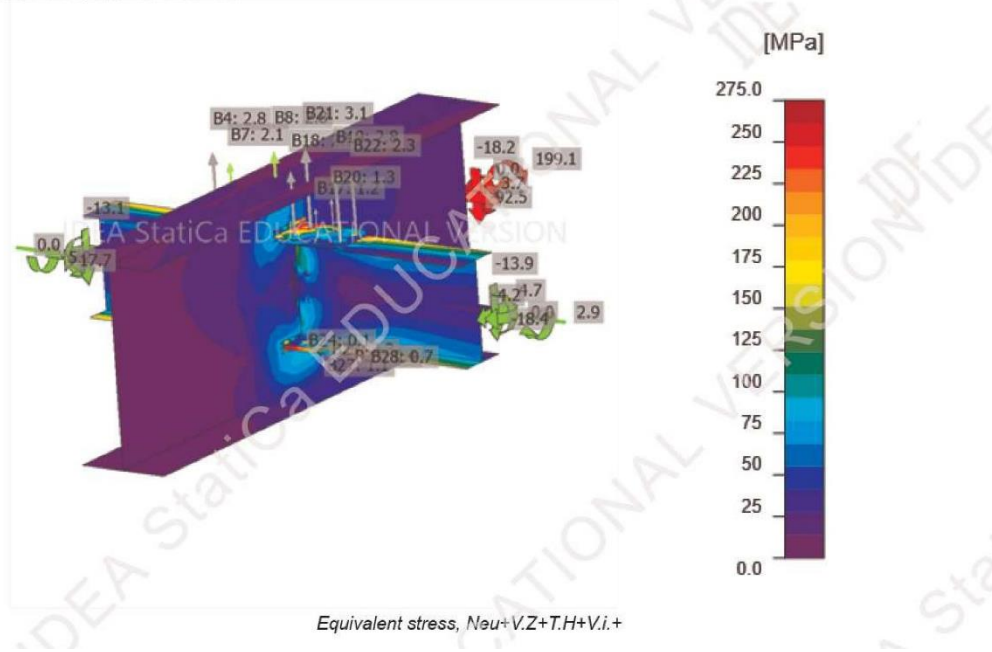


Strain check, Neu+V.Z+T.H+V.i.+

Project: New structure
 Project no:
 Author: david

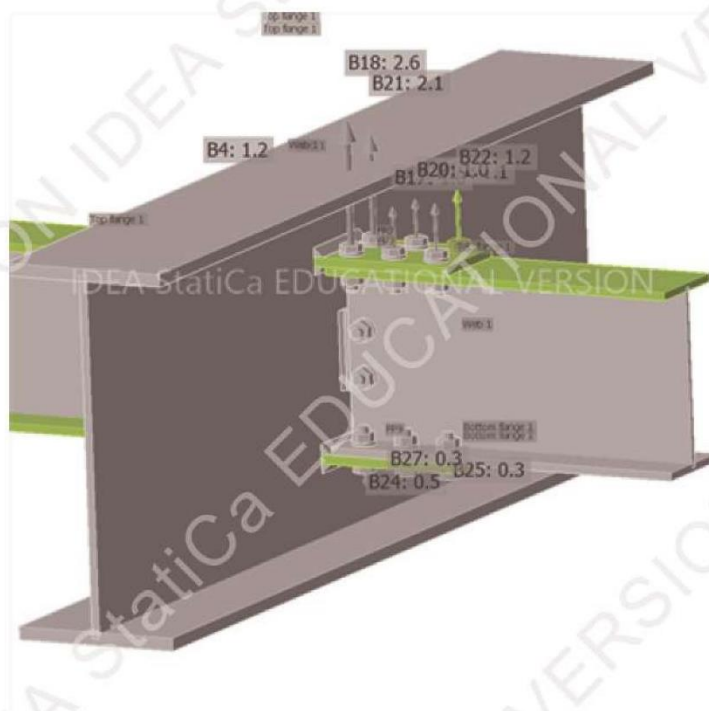


Equivalent stress, Neu+V.Z+T.H+V.i.+



Equivalent stress, Neu+V.Z+T.H+V.i.+

Project: New structure
Project no:
Author: david

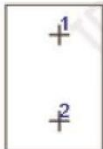
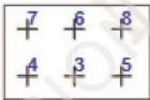
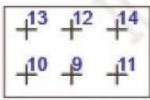
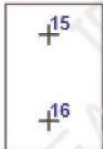
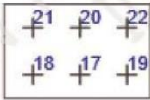
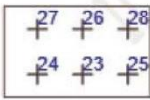


Overall check, Neu+V.Z+T.H+V.i.+

Project: New structure
 Project no:
 Author: david

IOEA StatiCa®
 Calculata yesterday @ estimatee

Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]	Status	
	B1	M12 10.9 - 1	Neu+V.X+T.H+V.i.+	2.2	3.6	3.7	27.0	13.2	13.3	OK	
	B2	M12 10.9 - 1	Neu+V.Z+V.i.-	2.6	3.1	4.2	38.6	9.2	12.2	OK	
	B3	M12 10.9 - 2	V.Z+V.i.++T.E	0.2	8.6	0.3	87.7	25.6	25.8	OK	
	B4	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	2.8	12.3	4.7	67.4	36.6	39.9	OK	
	B5	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	1.3	11.2	2.2	42.4	33.3	34.9	OK	
	B6	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	0.8	18.0	1.4	87.7	53.5	54.5	OK	
	B7	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	2.1	20.6	3.5	66.2	61.3	63.8	OK	
	B8	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	2.8	19.7	4.6	41.2	58.7	62.0	OK	
		B9	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.3	19.4	0.4	87.7	57.8	58.1	OK
		B10	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.4	21.9	0.7	79.6	65.3	65.7	OK
B11		M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.1	21.1	0.1	70.9	62.9	63.0	OK	
B12		M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+V.i.-	0.4	8.9	0.6	87.7	26.5	26.9	OK	
B13		M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+V.i.-	0.8	12.8	1.3	57.9	38.2	39.1	OK	
B14		M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+V.i.-	1.3	11.8	2.1	69.4	35.2	36.7	OK	
	B15	M12 10.9 - 1	Neu+V.X+T.H+V.i.+	1.7	3.0	2.7	27.1	11.1	10.9	OK	
	B16	M12 10.9 - 1	Neu+V.X+V.i.-	2.0	3.1	3.3	38.9	9.3	11.7	OK	
	B17	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	1.2	10.1	1.9	87.7	30.0	31.4	OK	
	B18	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+T.H+V.i.+	2.6	11.4	4.3	40.9	34.1	37.2	OK	
	B19	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+T.H+V.i.+	2.8	12.3	4.6	66.5	36.5	39.8	OK	
	B20	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+T.H+V.i.+	1.3	17.6	2.2	87.7	52.5	54.0	OK	
	B21	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+T.H+V.i.+	3.3	18.6	5.5	42.1	55.4	59.3	OK	
	B22	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+T.H+V.i.+	2.3	19.4	3.8	66.2	57.6	60.3	OK	
	B23	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.3	18.1	0.5	87.7	54.0	54.3	OK	
	B24	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.1	19.3	0.2	74.9	57.3	57.4	OK	
	B25	M12 10.9 - 2	Neu+V.X+V.i.-	0.4	19.9	0.7	83.7	59.2	59.6	OK	
	B26	M12 10.9 - 2	V.Z+V.i.-neu+T.H	0.2	10.6	0.4	87.7	31.7	32.0	OK	
	B27	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	1.1	11.7	1.8	77.5	34.9	36.2	OK	
	B28	M12 10.9 - 2	Neu+V.Z+V.i.-	0.7	12.5	1.1	63.0	37.1	37.9	OK	

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 10.9 - 1	60.5	83.5	33.6
M12 10.9 - 2	60.5	126.8	33.6

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



Symbol explanation

$F_{t,Rd}$ Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
 $F_{t,Ed}$ Tension force
 $B_{p,Rd}$ Punching shear resistance
 V Resultant of shear forces V_y, V_z in bolt
 $F_{v,Rd}$ Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
 $F_{b,Rd}$ Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
 U_t Utilization in tension
 U_s Utilization in shear

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	U_t [%]	U_t_c [%]	Status
IPE400-A-w 1	FP4	▲3.0▲	85	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	95.3	0.0	-80.6	-4.1	-29.1	26.0	9.8	OK
		▲3.0▲	85	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	75.3	0.0	63.7	-1.8	-23.1	20.6	8.9	OK
IPE400-A-w 1	FP5	▲7.0▲	100	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	243.4	0.0	126.4	-19.3	118.5	60.1	31.8	OK
		▲7.0▲	100	Neu+V.Z+T.H+V.i.+	207.0	0.0	97.3	5.8	-105.4	51.2	24.9	OK
IPE400-A-w 1	FP8	▲7.5▲	100	Neu+V.Z+V.i.-	205.0	0.0	-96.7	-5.1	-104.3	50.7	23.7	OK
		▲7.5▲	100	Neu+V.X+V.i.-	234.4	0.0	-121.2	23.5	113.4	57.9	31.6	OK
IPE400-A-w 1	FP6	▲3.0▲	85	Neu	67.5	0.0	-57.0	7.2	-19.5	18.4	7.2	OK
		▲3.0▲	85	Neu	56.9	0.0	46.8	-3.9	-18.2	15.1	6.2	OK
IPE400-A-w 1	FP7	▲7.0▲	100	Neu+V.X+T.H+V.i.+	228.5	0.0	119.3	10.4	112.0	56.5	31.4	OK
		▲7.0▲	100	Neu+V.X+T.H+V.i.+	174.5	0.0	80.5	-16.8	-87.8	43.1	19.9	OK
IPE400-A-w 1	FP9	▲7.5▲	100	Neu+V.X+V.i.-	172.1	0.0	-80.1	25.7	-84.1	42.5	20.0	OK
		▲7.5▲	100	Neu+V.X+V.i.-	213.4	0.0	-109.5	-8.7	105.4	52.7	28.5	OK

Design data

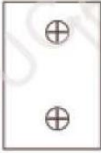
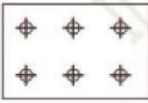

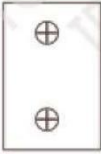


	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 275	0.85	404.7	309.6

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



Bill of material

Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
FP4	P8.0x56.0-85.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 3.0	85.0	M12 10.9	2
FP5	P10.0x156.0-100.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 7.0	100.0	M12 10.9	6
FP8	P10.0x162.0-100.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 7.5	100.0	M12 10.9	6
FP6	P8.0x56.0-85.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 3.0	85.0	M12 10.9	2
FP7	P10.0x156.0-100.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 7.0	100.0	M12 10.9	6
FP9	P10.0x162.0-100.0 (S 275)		1	Double fillet: a = 7.5	100.0	M12 10.9	6

Welds

Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Double fillet	S 275	3.0	4.2	170.0
Double fillet	S 275	7.0	9.9	200.0
Double fillet	S 275	7.5	10.6	200.0

Project: New structure
 Project no:
 Author: david



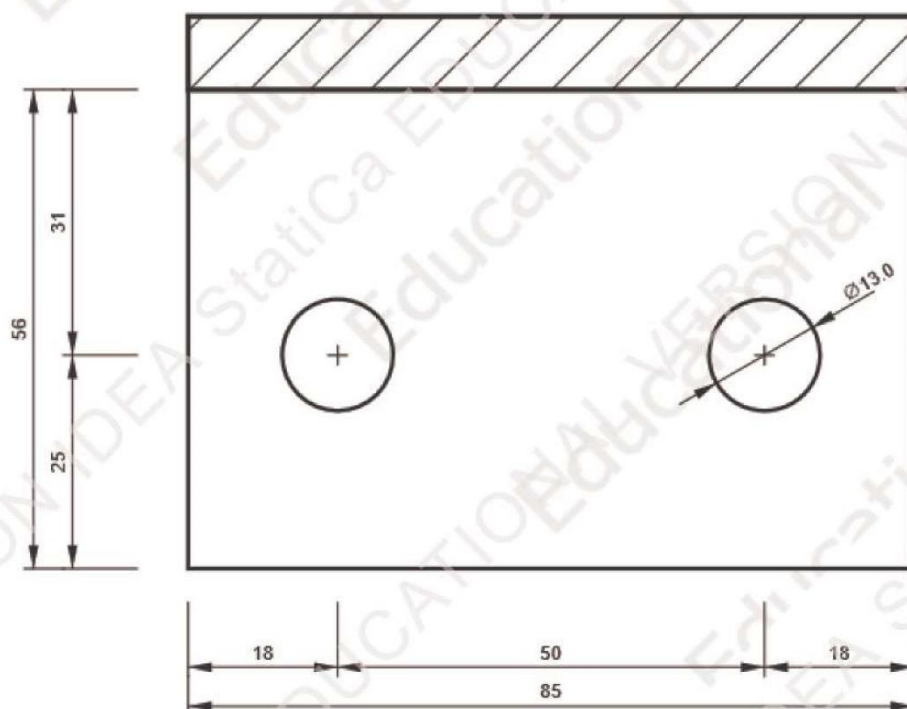
Bolts

Name	Grip length [mm]	Count
M12 10.9	14	4
M12 10.9	19	12
M12 10.9	18	12

Drawing

FP4

P8.0x85-56 (S 275)

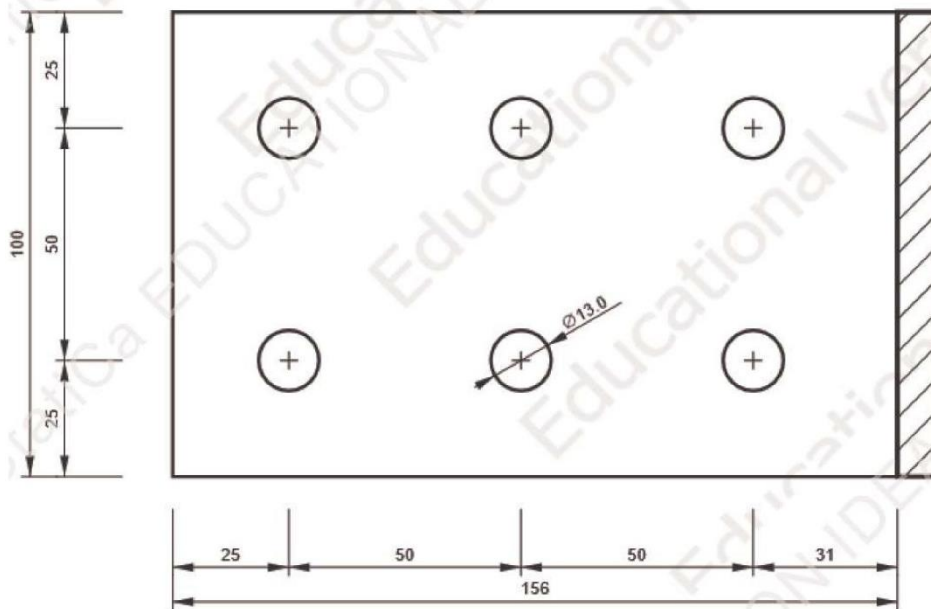


Project: New structure
 Project no:
 Author: david



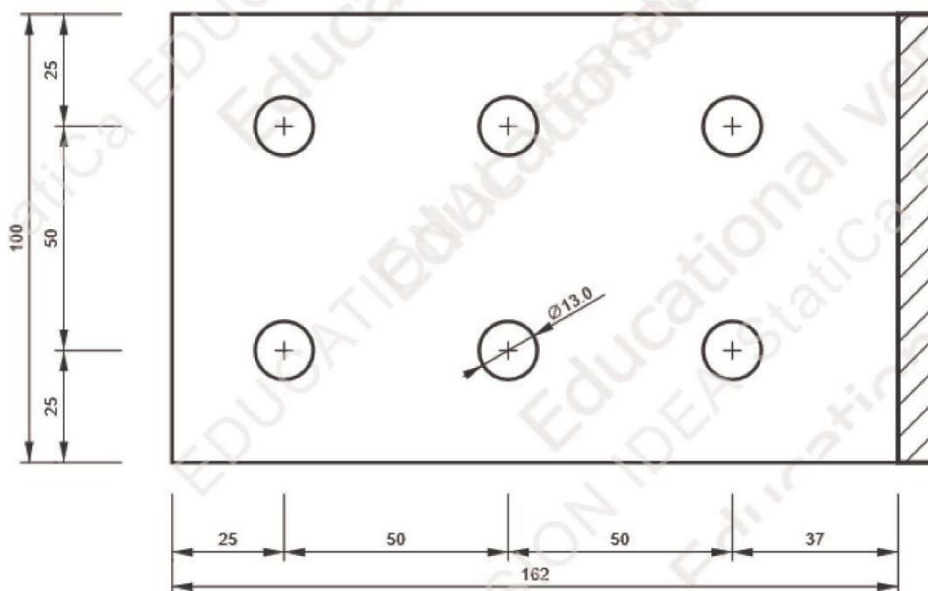
FP5

P10.0x100-156 (S 275)



FP8

P10.0x100-162 (S 275)

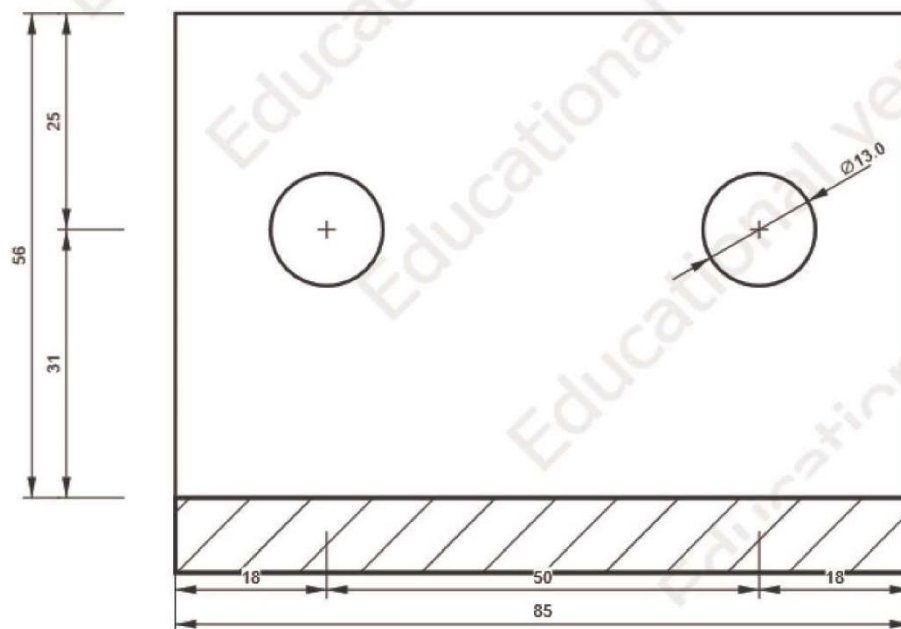


Project: New structure
Project no:
Author: david



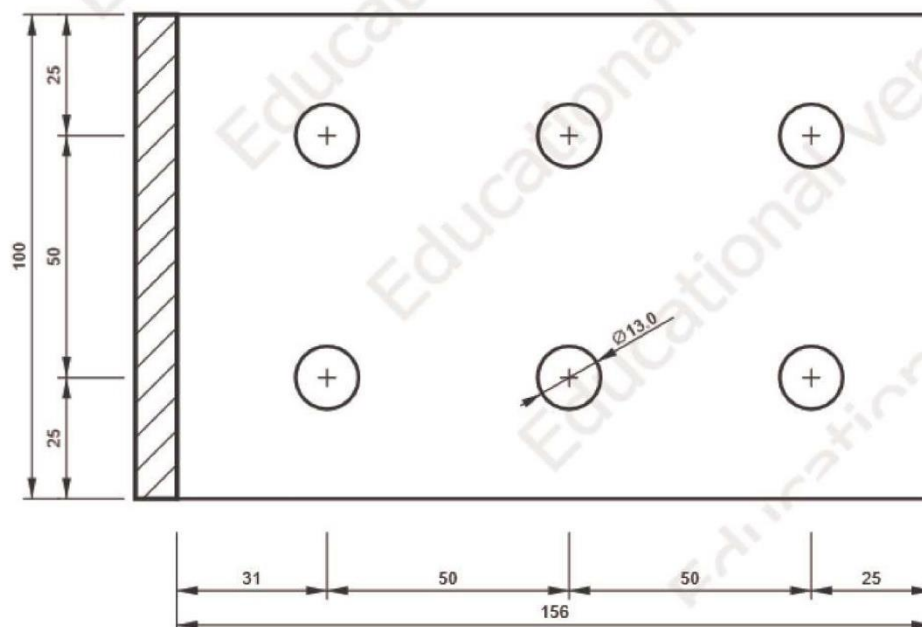
FP6

P8.0x85-56 (S 275)



FP7

P10.0x100-156 (S 275)

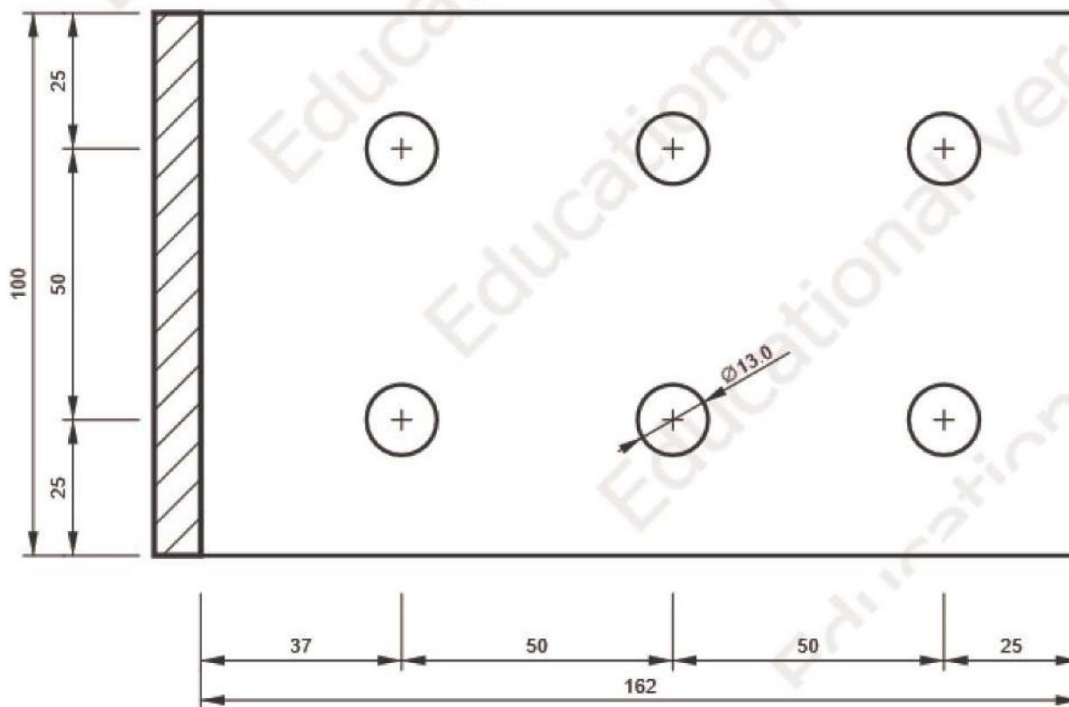


Project: New structure
 Project no:
 Author: david

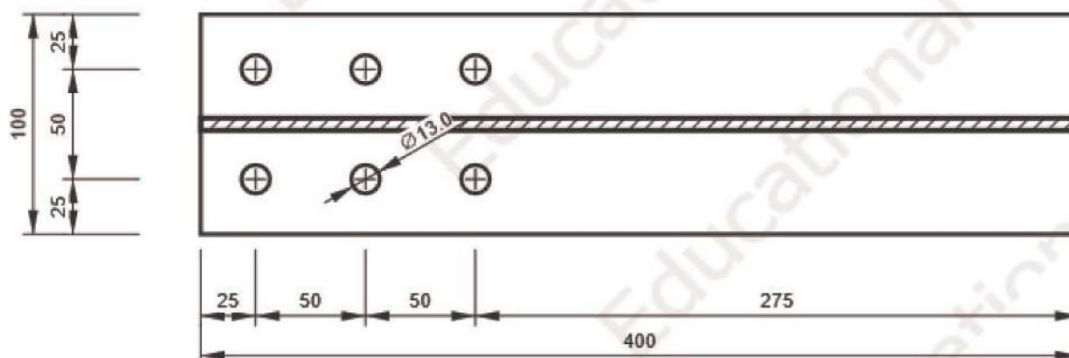


FP9

P10.0x100-162 (S 275)



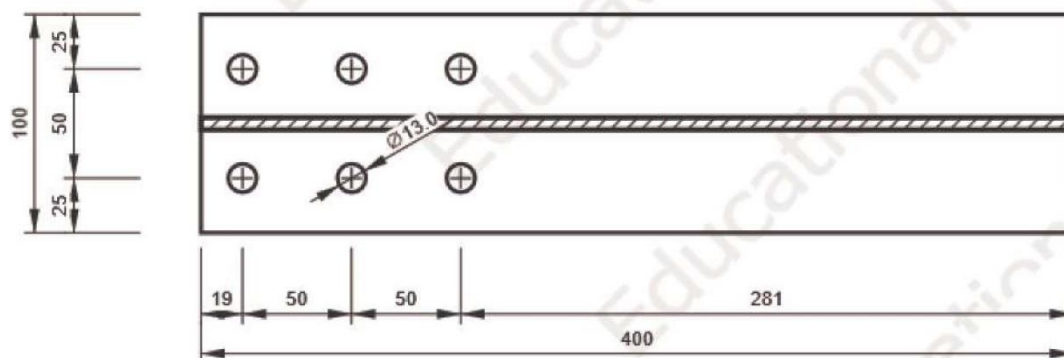
IPE200-A, IPE200 - Bottom flange 1:



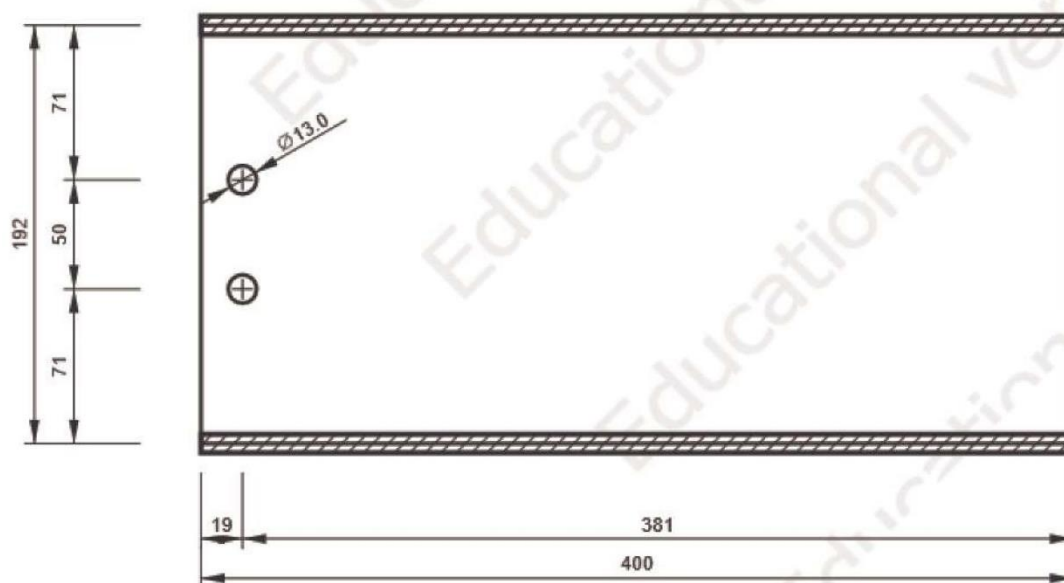
Project: New structure
Project no:
Author: david



IPE200-A, IPE200 - Top flange 1:



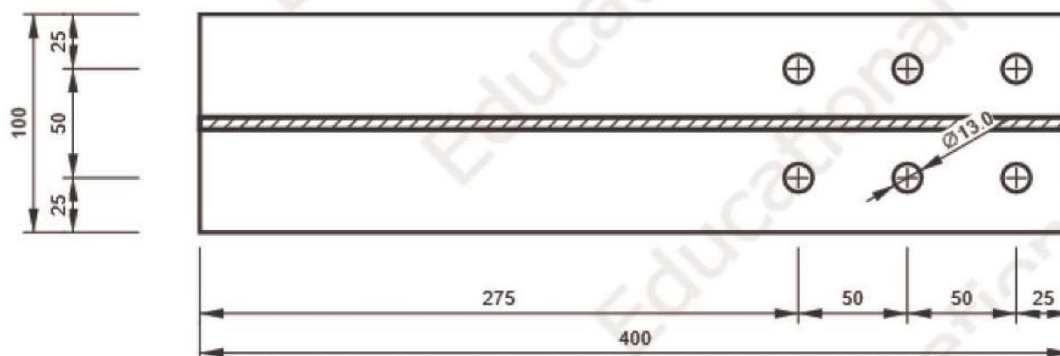
IPE200-A, IPE200 - Web 1:



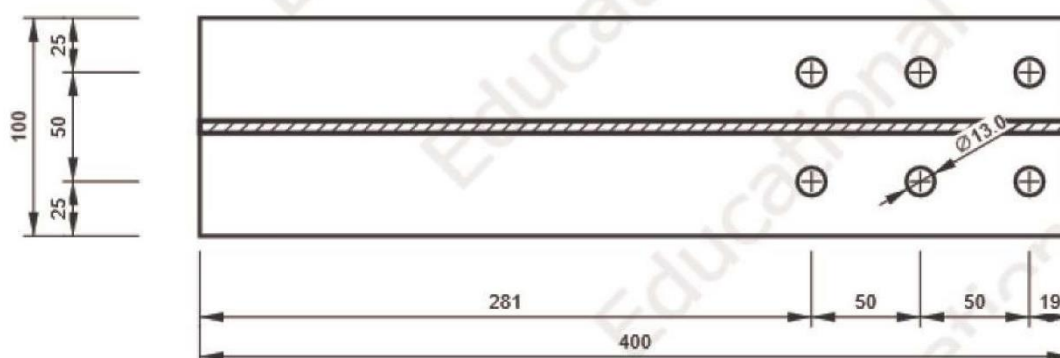
Project: New structure
 Project no:
 Author: david



IPE200-B, IPE200 - Bottom flange 1:



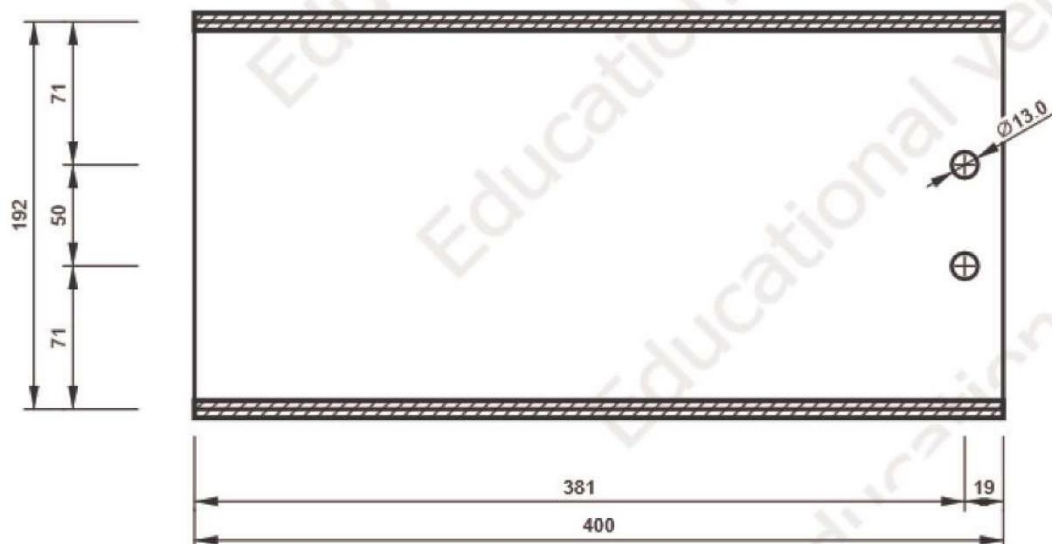
IPE200-B, IPE200 - Top flange 1:



Project: New structure
 Project no:
 Author: david



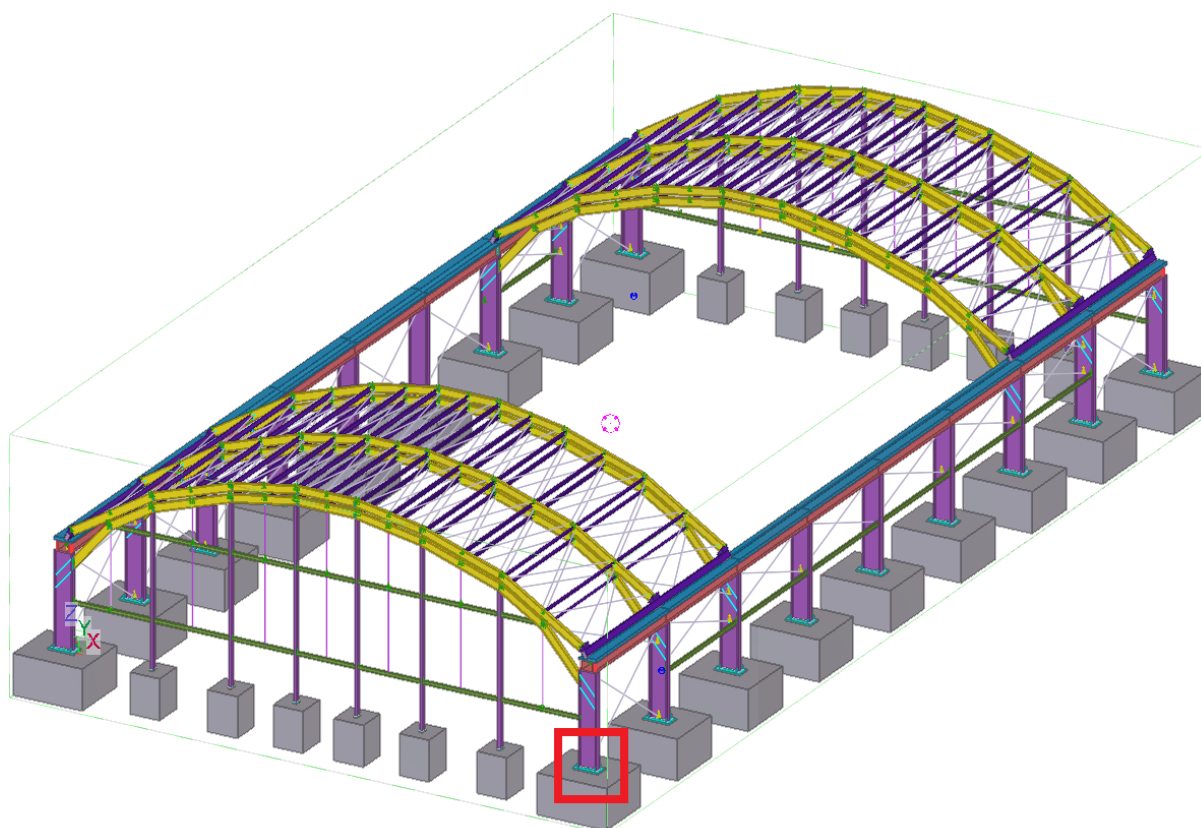
IPE200-B, IPE200 - Web 1:



Code settings

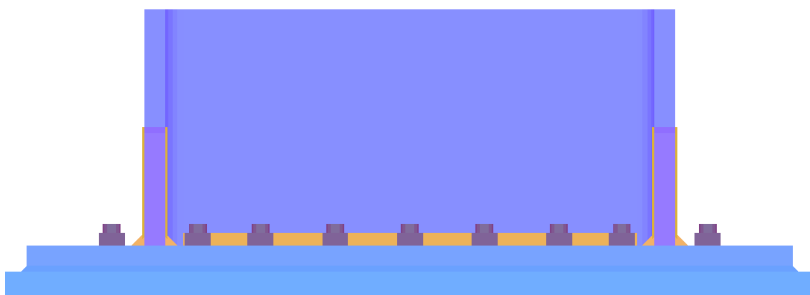
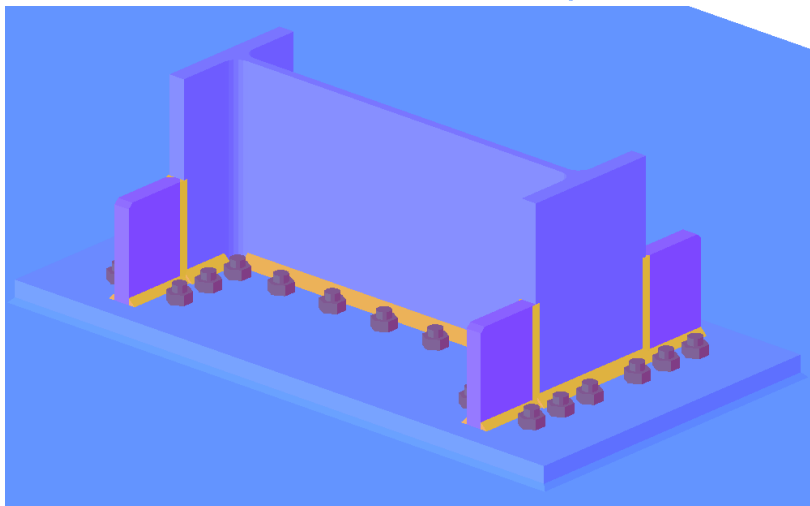
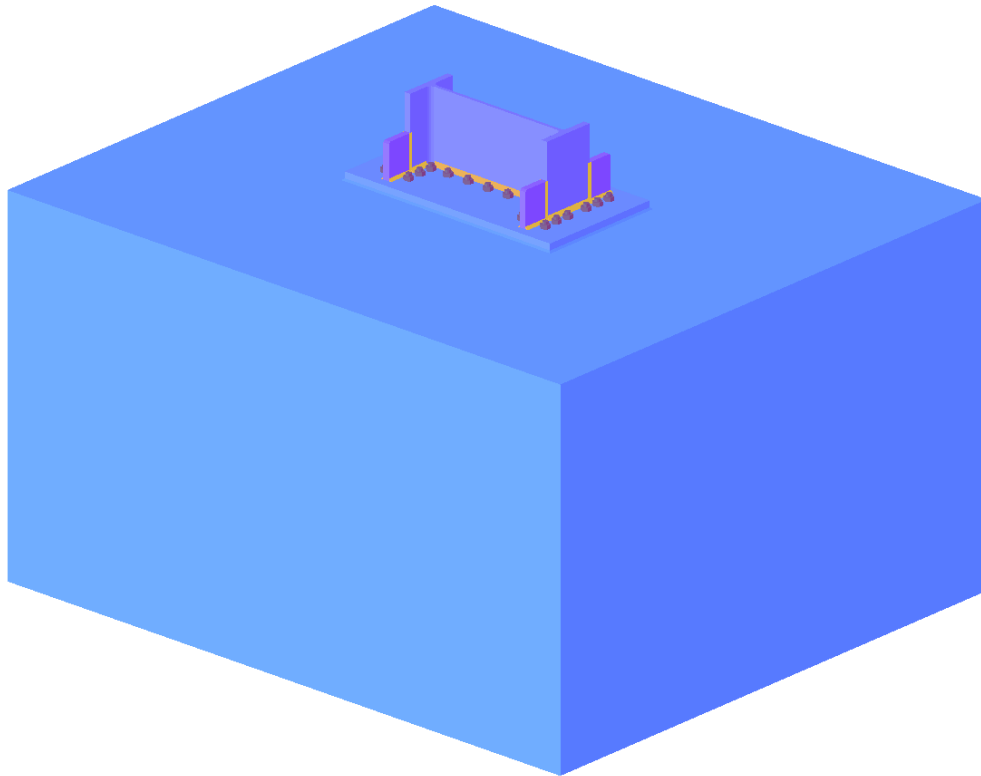
Item	Value	Unit	Reference
YM0	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM1	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM2	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM3	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
YC	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
YInst	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated a_b in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1

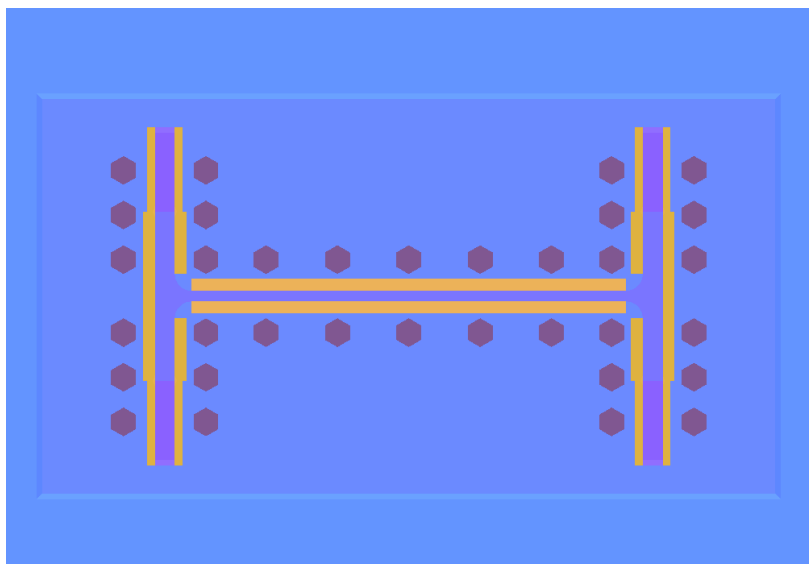
A.9.6. Connexió Pilar HEB900 – Sabata fonamentació

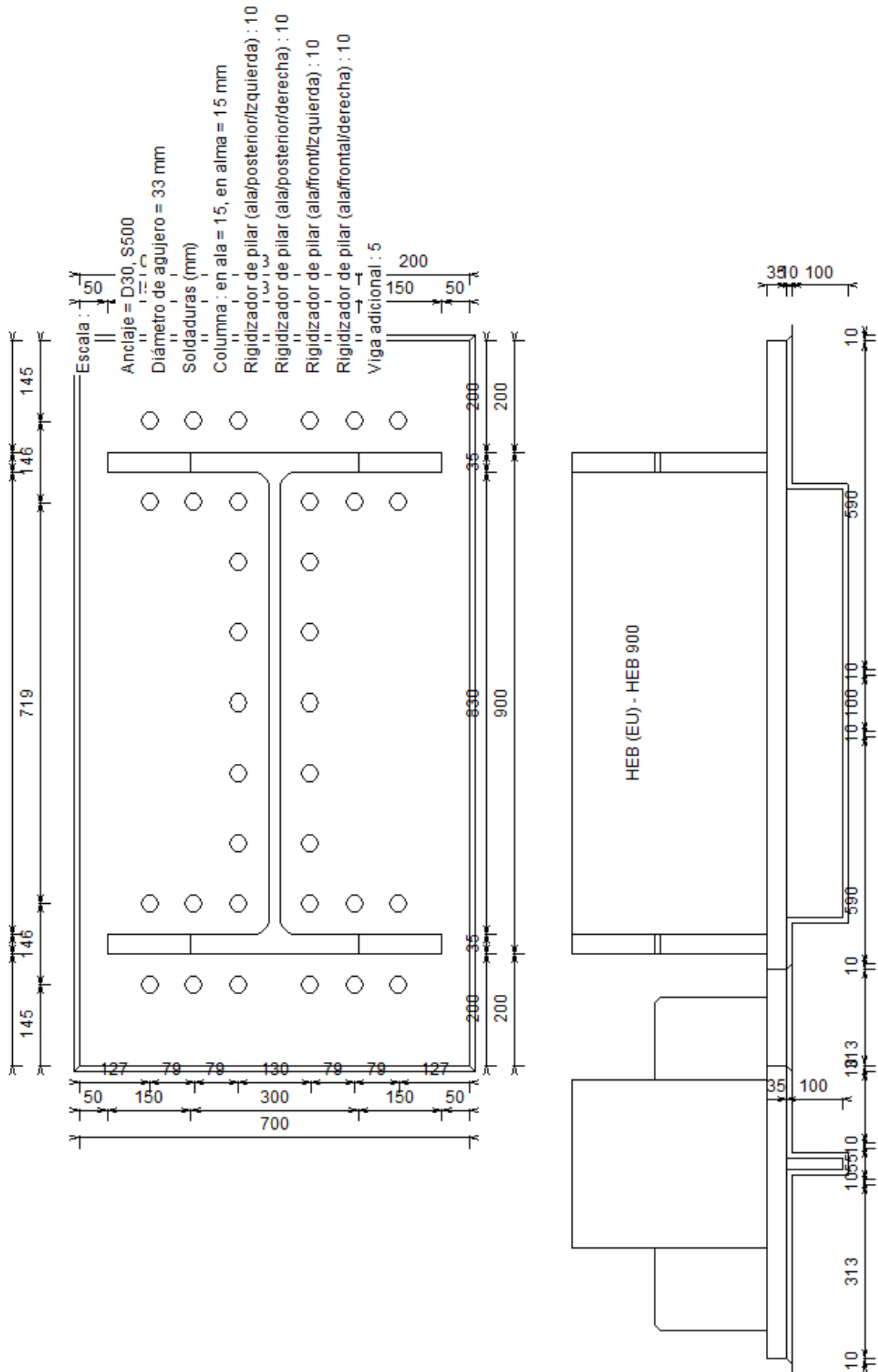


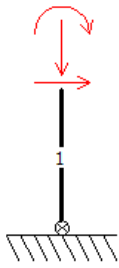
Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Dibujar







CargasNeu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:102 barra Nr254

barra nº1 :
 $N = 206,6 \text{ kN}$
 $V = 188,6 \text{ kN}$
 $M = 894,3 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:204 barra Nr525

barra nº1 :
 $N = 205,9 \text{ kN}$
 $V = 189 \text{ kN}$
 $M = 896,1 \text{ kNm}$

Neu+V.X+T.H | Nudo Nr:148 barra Nr349

barra nº1 :
 $N = -70,8 \text{ kN}$
 $V = 260 \text{ kN}$
 $M = 734 \text{ kNm}$

Neu+V.X+T.H+V.i.+ | Nudo Nr:148 barra Nr349

barra nº1 :
 $N = -71,3 \text{ kN}$
 $V = 262,2 \text{ kN}$
 $M = 741,5 \text{ kNm}$

Neu+V.X+T.H | Nudo Nr:148 barra Nr349

barra nº1 :
 $N = -70,8 \text{ kN}$
 $V = 260 \text{ kN}$
 $M = 734 \text{ kNm}$

Neu+V.Z+V.i.- | Nudo Nr:102 barra Nr254

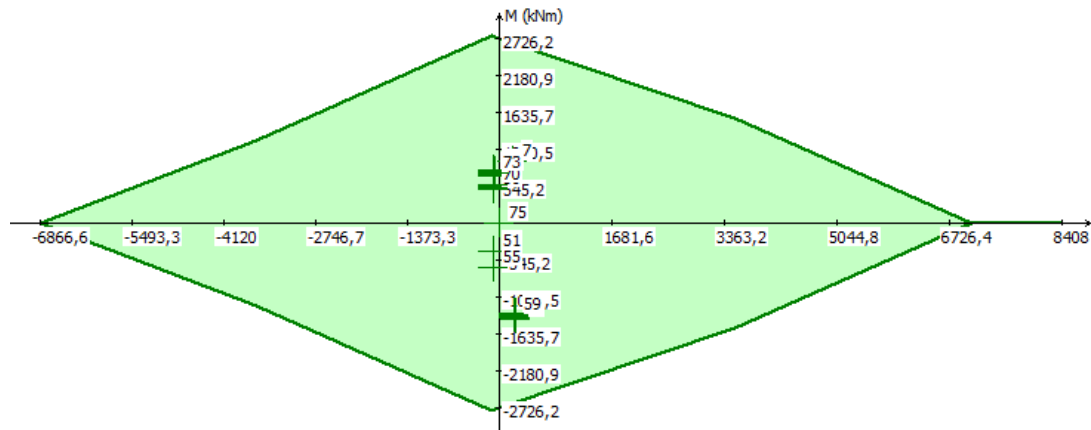
barra nº1 :
 $N = 203 \text{ kN}$
 $V = 188,3 \text{ kN}$
 $M = 893,6 \text{ kNm}$

[...]

[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

Momento y esfuerzo normal



Lista de combinaciones

- | | | |
|---|---|---|
| 1) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:102 barra Nr254 : V | 2) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:204 barra Nr525 : V | 3) Neu+V.X+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |
| 4) Neu+V.X+T.H+V.i.+ Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 5) Neu+V.X+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 6) Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:102 barra Nr254 : V |
| 7) Neu+V.Z+V.i.- Nudo Nr:204 barra Nr525 : V | 8) V.Z+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 9) V.Z+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 10) V.Z+V.i.+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 11) V.Z+V.i.+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 12) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |
| 13) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 14) V.Z+T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 15) V.Z+T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V |
| 16) V.Z+T.E Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 17) V.Z+T.E Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 18) V.Z+V.i.++T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V |
| 19) V.Z+V.i.++T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V | 20) V.Z+V.i.++T.E Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 21) V.Z+V.i.++T.E Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 22) V.Z+V.i.-+T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 23) V.Z+V.i.-+T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V | 24) V.Z+neu+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |
| 25) V.Z+neu+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 26) V.Z+V.i.++neu+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 27) V.Z+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |
| 28) V.Z+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 29) V.Z+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 30) V.Z+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 31) V.Z+V.i.+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 32) V.Z+V.i.+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 33) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |
| 34) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 35) V.X+V.i.+ Nudo Nr:104 barra Nr258 : V | 36) V.X+V.i.+ Nudo Nr:205 barra Nr527 : V |
| 37) V.X+T.H Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 38) V.X+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 39) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:104 barra Nr258 : V |
| 40) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 41) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 42) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:205 barra Nr527 : V |
| 43) V.X+V.i.-1.50 Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 44) V.X+V.i.-1.50 Nudo Nr:148 barra Nr349 : V | 45) V.X+V.i.-1.50 Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 46) V.X+T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 47) V.X+T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V | 48) V.X+T.E Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 49) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V | 50) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:44 barra Nr80 : V | 51) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:50 barra Nr121 : V |
| 52) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V | 53) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:102 barra Nr254 : V | 54) V.X+V.i.++T.E Nudo Nr:154 barra Nr397 : V |
| 55) V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:204 barra Nr525 : V | 56) V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:205 barra Nr527 : V | 57) V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:43 barra Nr78 : V |
| 58) V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:49 barra Nr124 : V | 59) V.X+V.i.-+T.E Nudo Nr:154 barra Nr397 : V | 60) V.X+neu+T.H Nudo Nr:148 barra Nr349 : V |

[...]

Momento en soldaduras

Máximo momemto positivo permitido por las soldaduras = 1936,4 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 897,4 kNm

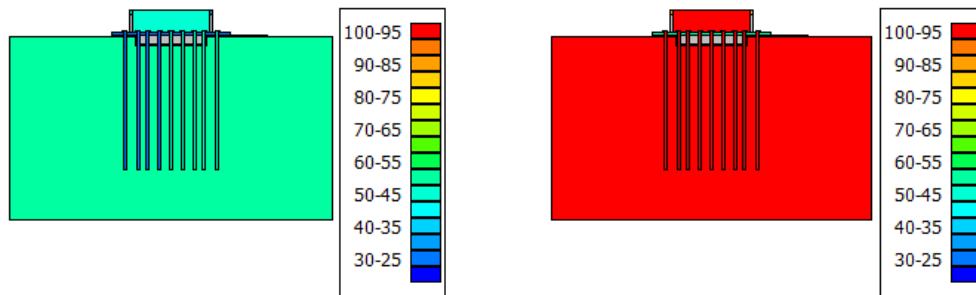
La combinación crítica es: - Neu+V.Z+V.i.- | Nudo Nr:204 barra Nr525 -

Máximo momemto negativo permitido por las soldaduras = -1936,4 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -1400,1 kNm

La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.E | Nudo Nr:49 barra Nr124 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones

o de utilización considerando el momento y el Gráfico de utilización para el máximo momento y esfuerzo axil resistente [elemento más



Cortante

Cortante máximo (VRd) = 3901,3 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 271,4 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.-+T.H | Nudo Nr:148 barra Nr349 -

Rigidizada

Para momento positivo

Sjini = 431718 kNm/Rad

Sj = 143906 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - Neu+V.X+T.H | Nudo Nr:148 barra Nr349 -

Para momento negativo

Sjini = 431718 kNm/Rad

Sj = 143906 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - V.X+V.i.+T.E | Nudo Nr:50 barra Nr121 -

Datos:

Pilar: HEB (EU) - HEB 900

Ángulo : 90°

Longitud : 4700 mm

ancho : 300 mm

altura : 900 mm

alma : 19 mm

ala : 35 mm

r : 30 mm

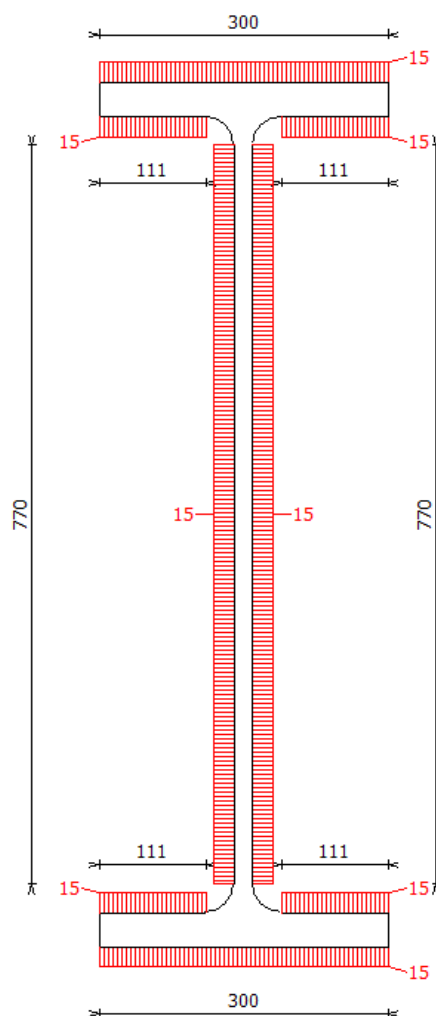
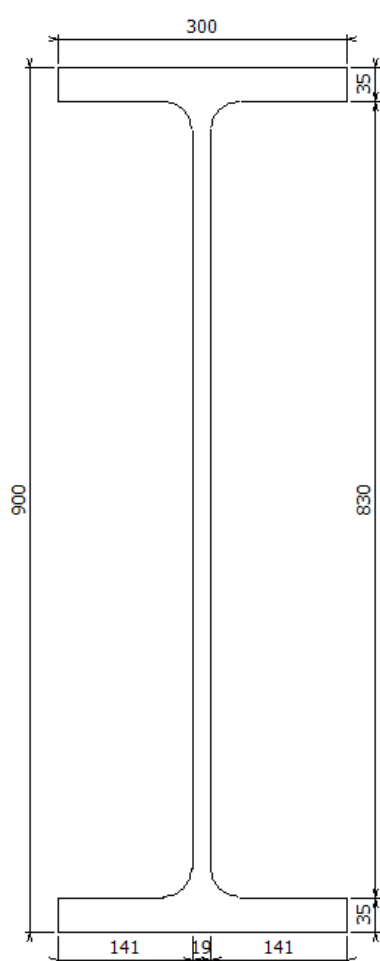
Material : Acero S275

para alma - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²

para ala - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²

Soldaduras en alma : 15 mm

Soldaduras en ala : 15 mm



Hormigón de base pilar

Longitud: 3500 mm

Ancho: 3000 mm

Espesor: 2000 mm

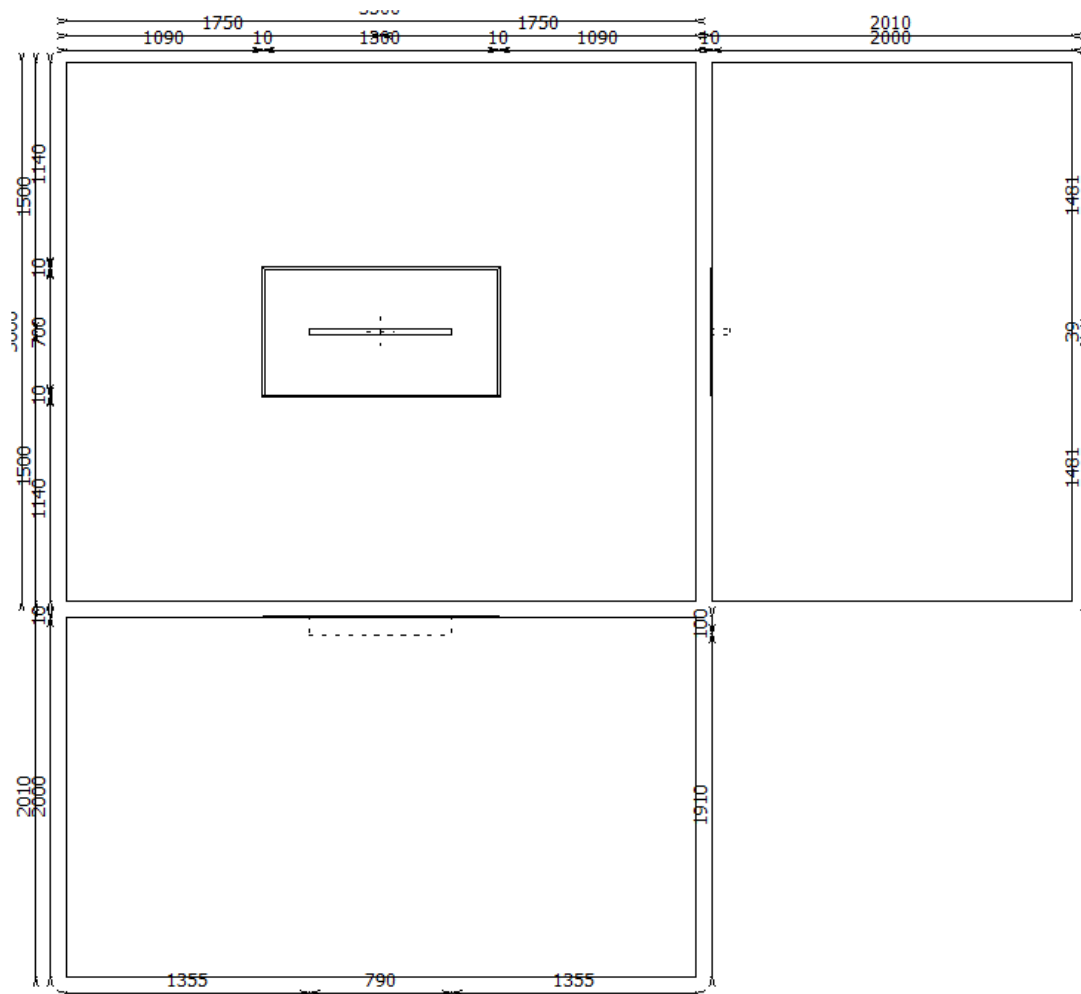
Espesor de mortero: 10 mm

Posición del centro de pilar

Coord. X = 1750 mm

Coord. Y = 1500 mm

Material : Hormigón C25/30 - Calidad del hormigón $f_{ck} : 25 \text{ N/mm}^2$



Placa Base

Longitud: 1300 mm

Ancho: 700 mm

Espesor: 35 mm

Distancia a la izquierda del pilar: 200 mm

Distancia a la derecha del pilar: 200 mm

Extensión posterior : 200 mm

Extensión frontal : 200 mm

Material : Acero S275 - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

Anclajes

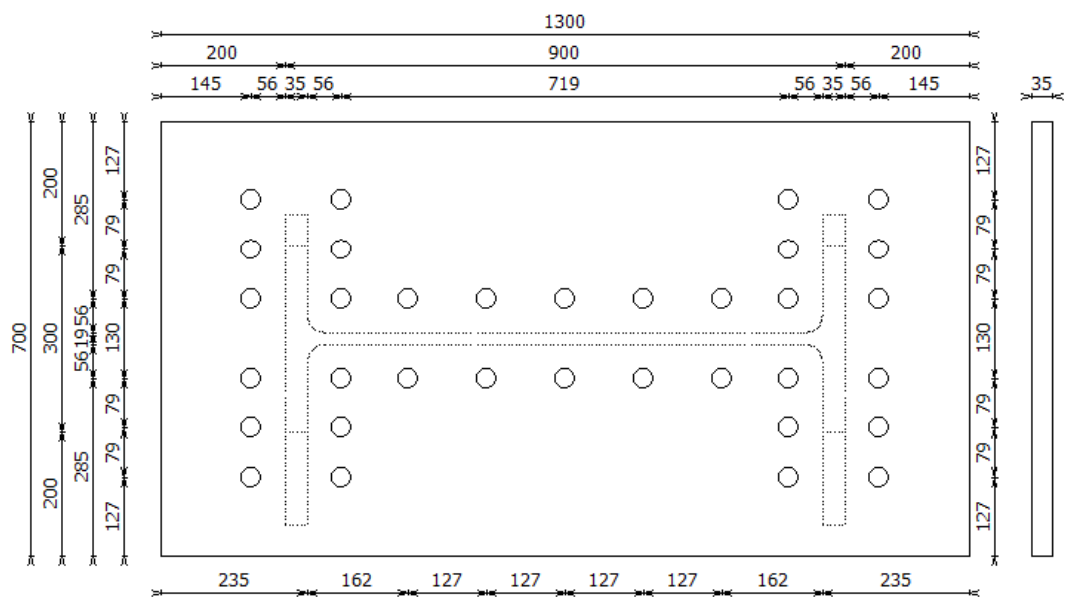
Tipo : anclaje recto

Longitud desde el fondo de la placa base = 1500 mm

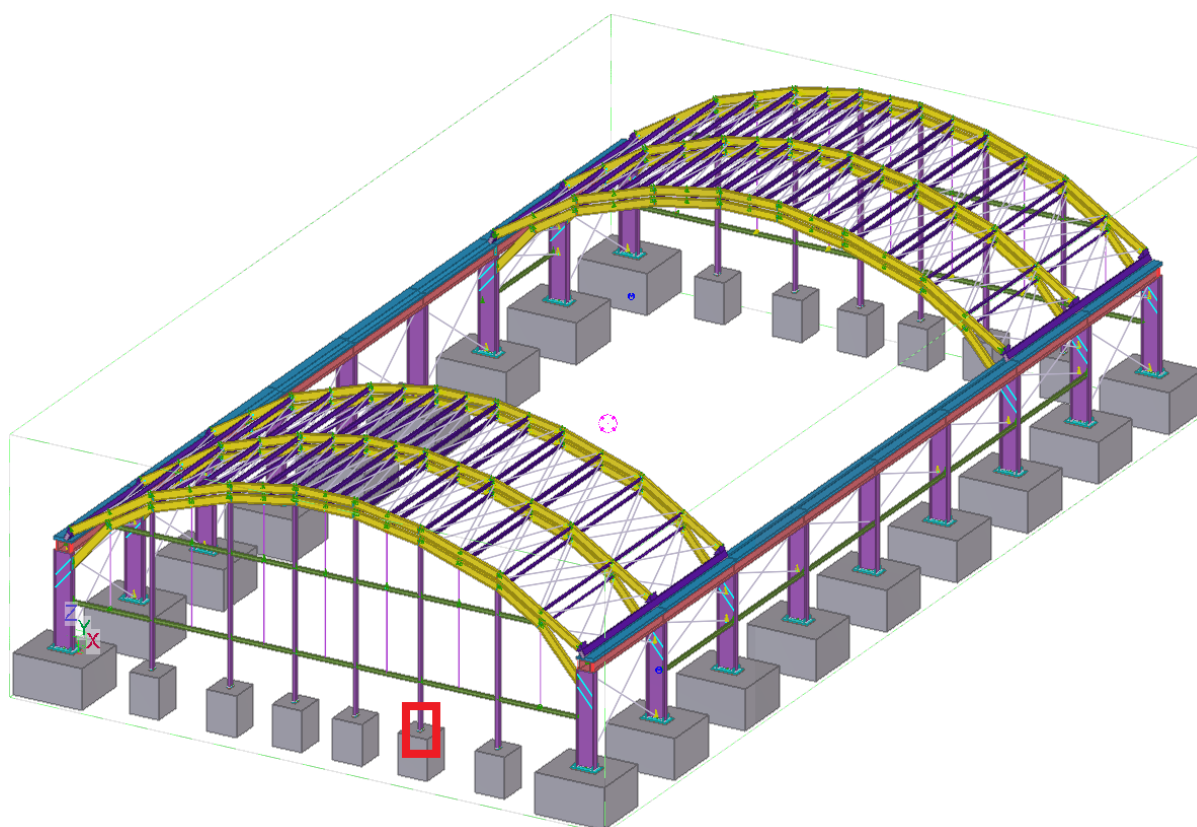
Tipo de anclaje: M 30

Diámetro de los agujeros: 33 mm

$f_u = 500 \text{ N/mm}^2$ $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$

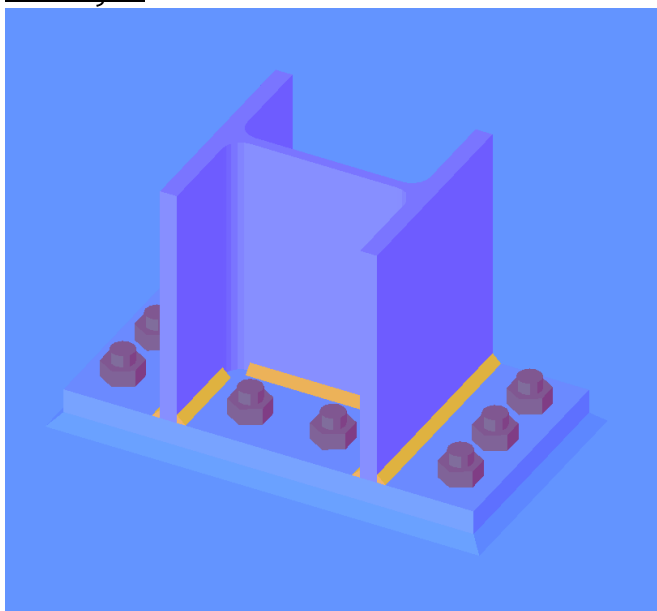


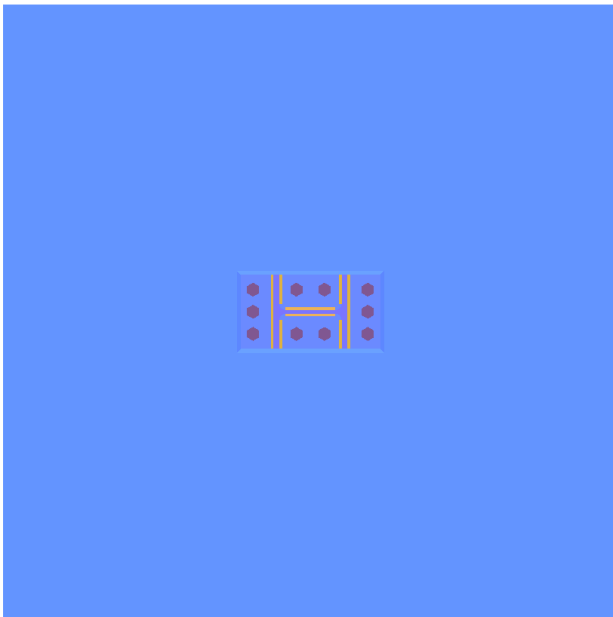
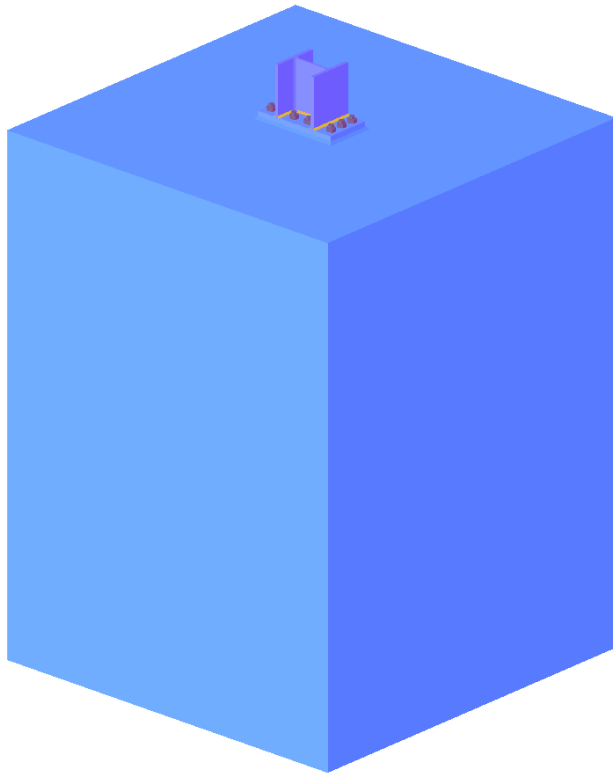
A.9.7. Connexió pilar HEB180 – Sabata fonamentació



Font: Elaboració pròpia mitjançant software Tekla

Dibujar





Escala :

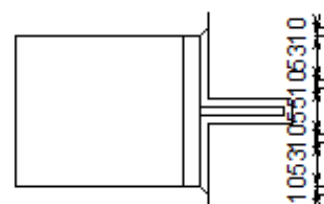
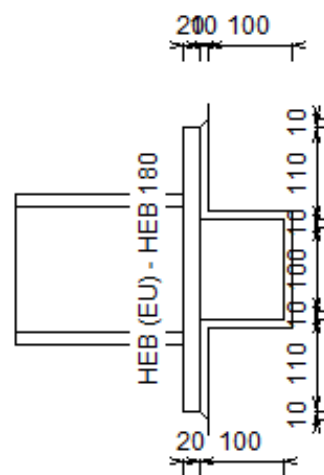
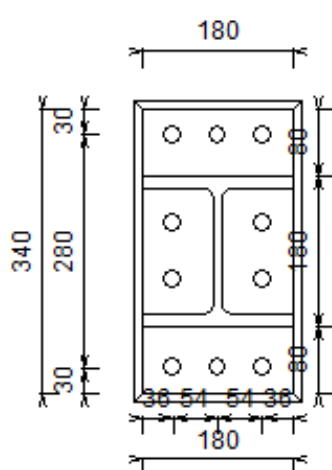
Anclaje = D20, S500

Diámetro de agujero = 22 mm

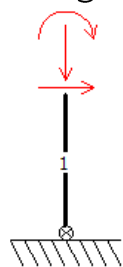
Soldaduras (mm)

Columna : en ala = 5, en alma = 5 mm

Viga adicional : 5



Cargas



Neu | Nudo Nr:217 barra Nr559

barra nº1 :
N = 26.1 kN
V = -1.8 kN
M = -3.7 kNm

Neu | Nudo Nr:220 barra Nr562

barra nº1 :
N = 26.1 kN
V = -1.8 kN
M = -3.8 kNm

Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:215 barra Nr557

barra nº1 :
N = 45.8 kN
V = 7.7 kN
M = 18.9 kNm

Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:218 barra Nr560

barra nº1 :
N = 44.9 kN
V = 7.8 kN
M = 19.2 kNm

Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:247 barra Nr613

barra nº1 :
N = 47.4 kN
V = 3.2 kN
M = 3 kNm

Neu+V.Z+T.H | Nudo Nr:250 barra Nr616

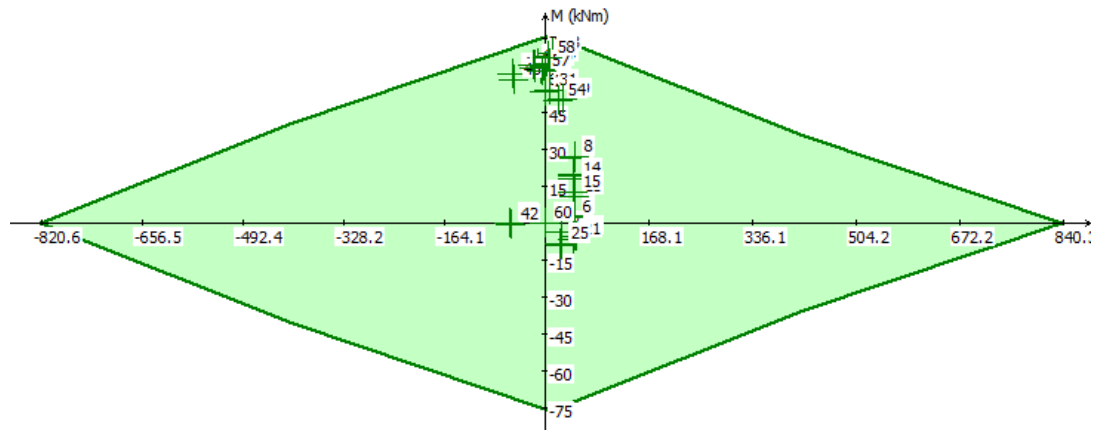
barra nº1 :
N = 46.3 kN
V = 3 kN
M = 2.5 kNm



[Nota : Los análisis de la unión están basados en Eurocode3 : EN 1993-1-8:2005 + AC:2009]

Resumen

Momento y esfuerzo normal



Lista de combinaciones

- | | | |
|---|---|---|
| 1) Neu Nudo Nr:217 barra Nr559 : V | 2) Neu Nudo Nr:220 barra Nr562 : V | 3) Neu+V.Z+T.H Nudo Nr:215 barra Nr557 : V |
| 4) Neu+V.Z+T.H Nudo Nr:218 barra Nr560 : V | 5) Neu+V.Z+T.H Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 6) Neu+V.Z+T.H Nudo Nr:250 barra Nr613 : V |
| 7) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:215 barra Nr557 : V | 8) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:218 barra Nr560 : V | 9) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:247 barra Nr613 : V |
| 10) Neu+V.Z+T.H+V.i.+ Nudo Nr:250 barra Nr616 : V | 11) Neu+V.X+T.H Nudo Nr:250 barra Nr616 : V | 12) Neu+V.X+T.H+V.i.+ Nudo Nr:247 barra Nr613 : V |
| 13) Neu+V.X+T.H+V.i.+ Nudo Nr:250 barra Nr616 : V | 14) Neu+V.X+T.H Nudo Nr:250 barra Nr616 : V | 15) Neu+V.Z+T.H+V.i.- Nudo Nr:247 barra Nr613 : V |
| 16) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 17) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:249 barra Nr615 : V | 18) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:251 barra Nr615 : V |
| 19) V.Z+V.i.-1.50 Nudo Nr:252 barra Nr618 : V | 20) V.Z+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 21) V.Z+V.i.-+neu+T.H Nudo Nr:250 barra Nr616 : V |
| 22) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 23) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:249 barra Nr615 : V | 24) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:251 barra Nr615 : V |
| 25) V.Z+V.i.-+T.H Nudo Nr:252 barra Nr618 : V | 26) V.X+V.i.+ Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 27) V.X+V.i.+ Nudo Nr:248 barra Nr614 : V |
| 28) V.X+V.i.+ Nudo Nr:249 barra Nr615 : V | 29) V.X+V.i.+ Nudo Nr:251 barra Nr617 : V | 30) V.X+V.i.+ Nudo Nr:252 barra Nr618 : V |
| 31) V.X+V.i.+neu Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 32) V.X+V.i.+neu Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 33) V.X+V.i.+neu Nudo Nr:249 barra Nr615 : V |
| 34) V.X+V.i.+neu Nudo Nr:251 barra Nr617 : V | 35) V.X+V.i.+neu Nudo Nr:252 barra Nr618 : V | 36) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:247 barra Nr613 : V |
| 37) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 38) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:249 barra Nr615 : V | 39) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:251 barra Nr615 : V |
| 40) V.X+V.i.+T.H Nudo Nr:252 barra Nr618 : V | 41) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:215 barra Nr557 : V | 42) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:218 barra Nr557 : V |
| 43) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 44) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 45) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:249 barra Nr614 : V |
| 46) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:250 barra Nr616 : V | 47) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:251 barra Nr617 : V | 48) V.X+V.i.+T.E Nudo Nr:252 barra Nr618 : V |
| 49) V.X+V.i.+neu+T.H Nudo Nr:247 barra Nr613 : V | 50) V.X+V.i.+neu+T.H Nudo Nr:248 barra Nr614 : V | 51) V.X+V.i.+neu+T.H Nudo Nr:249 barra Nr615 : V |



Momento en soldaduras

Máximo momemto positivo permitido por las soldaduras = 76.4 kNm \geq Momento aplicado (MEd) = 67.9 kNm

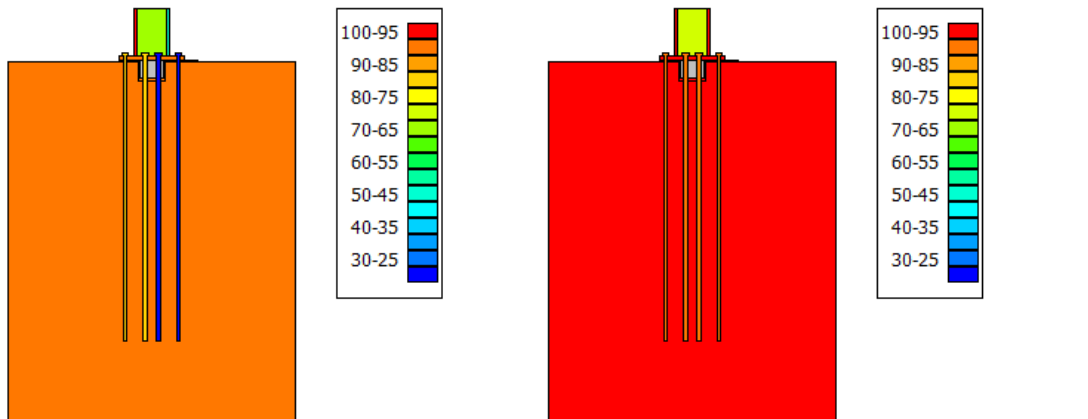
La combinación crítica es: - V.X+V.i.++neu+T.H | Nudo Nr:249 barra Nr615 -

Máximo momemto negativo permitido por las soldaduras = -76.4 kNm \leq Momento aplicado (MEd) = -8.6 kNm

La combinación crítica es: - V.Z+V.i.-1.50 | Nudo Nr:249 barra Nr615 -

Gráfico con el ratio de utilización para todas las combinaciones

o de utilización considerando el momento y el Gráfico de utilización para el máximo momento y esfuerzo axil resistente [elemento más



Cortante

Cortante máximo (VRd) = 343.5 kN \geq Cortante aplicado (VEd) = 25.7 kN

La combinación crítica es: - V.X+V.i.++T.E | Nudo Nr:247 barra Nr613 -

Rigidizada

Para momento positivo

Sjini = 11924 kNm/Rad

Sj = 3975 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - V.X+V.i.+ | Nudo Nr:248 barra Nr614 -

Para momento negativo

Sjini = 13252 kNm/Rad

Sj = 4417 kNm/Rad

La unión es Semi-rígida.

La combinación crítica es: - V.X+V.i.++T.E | Nudo Nr:218 barra Nr560 -

Datos:

Pilar: HEB (EU) - HEB 180

Ángulo : 90°

Longitud : 2350 mm

ancho : 180 mm

altura : 180 mm

alma : 9 mm

ala : 14 mm

r : 15 mm

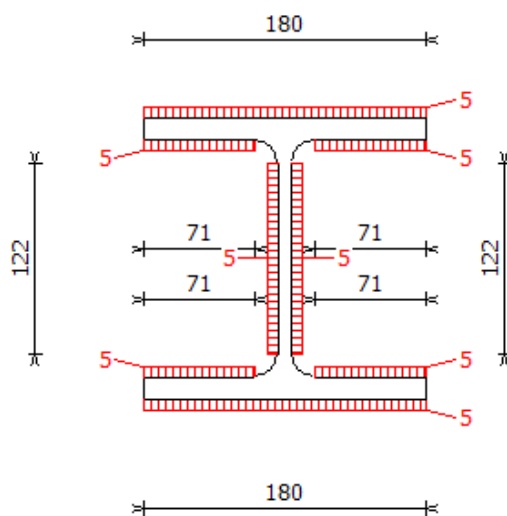
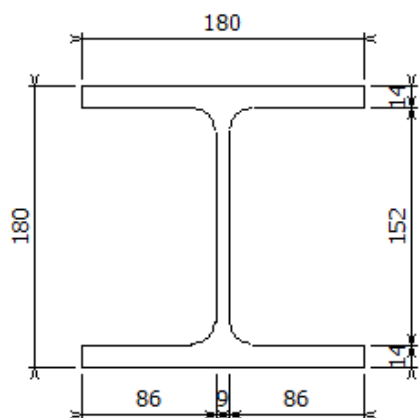
Material : Acero S275

para alma - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²

para ala - fy : 275 N/mm² fu : 430 N/mm²

Soldaduras en alma : 5 mm

Soldaduras en ala : 5 mm



Hormigón de base pilar

Longitud: 1500 mm

Ancho: 1500 mm

Espesor: 2000 mm

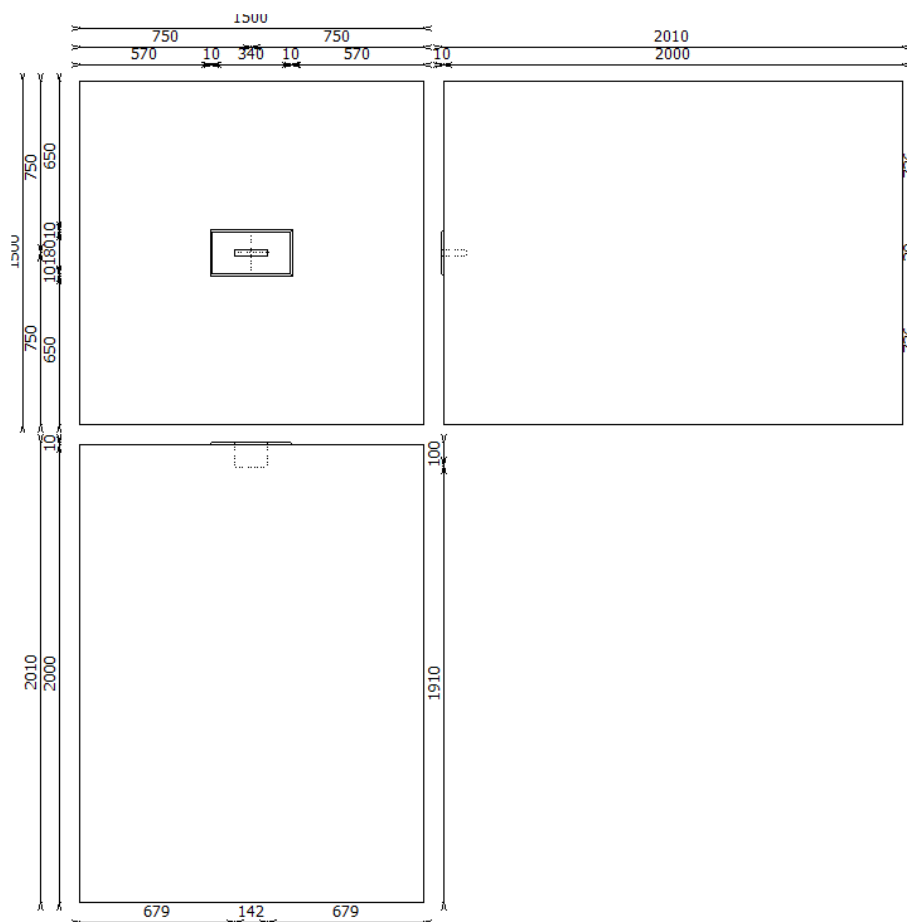
Espesor de mortero: 10 mm

Posición del centro de pilar

Coord. X = 750 mm

Coord. Y = 750 mm

Material : Hormigón C25/30 - Calidad del hormigón f_{ck} : 25 N/mm²



Placa Base

Longitud: 340 mm

Ancho: 180 mm

Espesor: 20 mm

Distancia a la izquierda del pilar: 80 mm

Distancia a la derecha del pilar: 80 mm

Extensión posterior : 0 mm

Extensión frontal : 0 mm

Material : Acero S275 - $f_y : 275 \text{ N/mm}^2$ $f_u : 430 \text{ N/mm}^2$

Anclajes

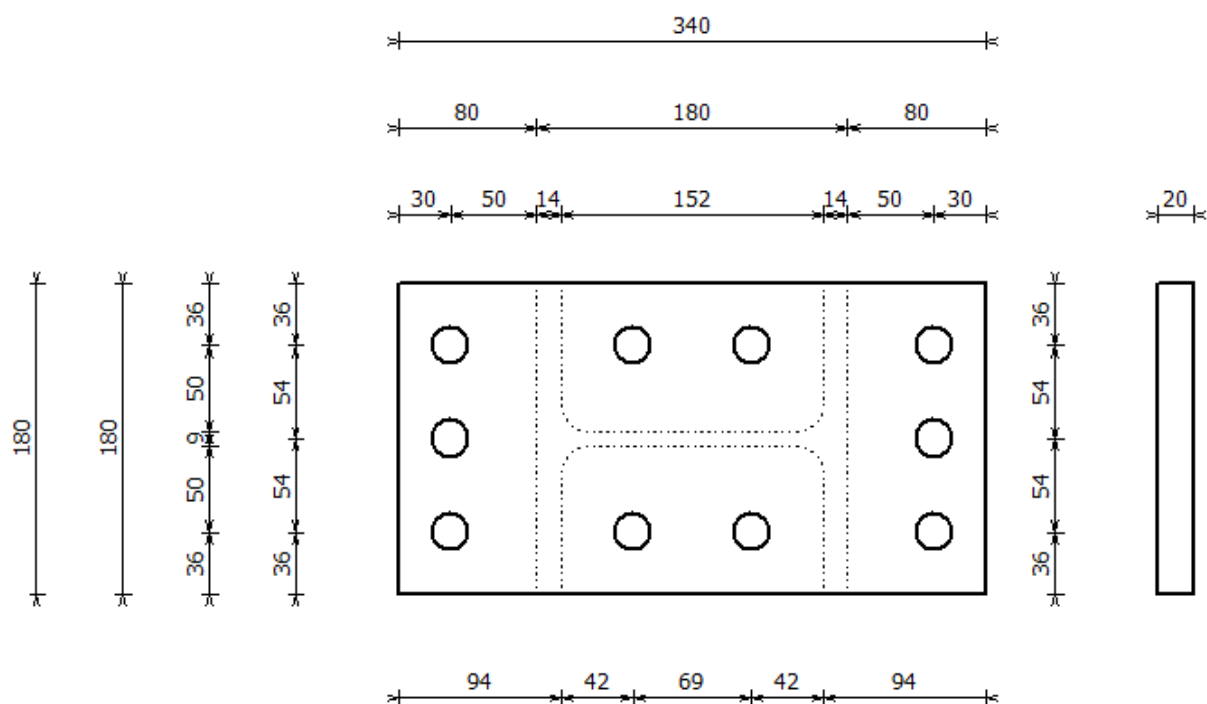
Tipo : anclaje recto

Longitud desde el fondo de la placa base = 1500 mm

Tipo de anclaje: M 20

Diámetro de los agujeros: 22 mm

$f_u = 500 \text{ N/mm}^2$ $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$



A.10. SISTEMA RODANT PER A LA MOBILITAT DE LA COBERTA

Tal i com s'ha comentat a la memòria descriptiva, per a aportar mobilitat a l'estructura aquesta és dotada amb un total de 12 unitats d'elements rodants. El sistema escollit és el proveït pel fabricant DEMAG® amb el model DRS315. La tria d'aquest model ha estat estudiada a partir de les sol·licitacions observables al perfil que simula l'element rodant al software Diamonds (Figura 28). En aquest cas la màxima força és de 181,7 kN, igual a 18,52 tones.

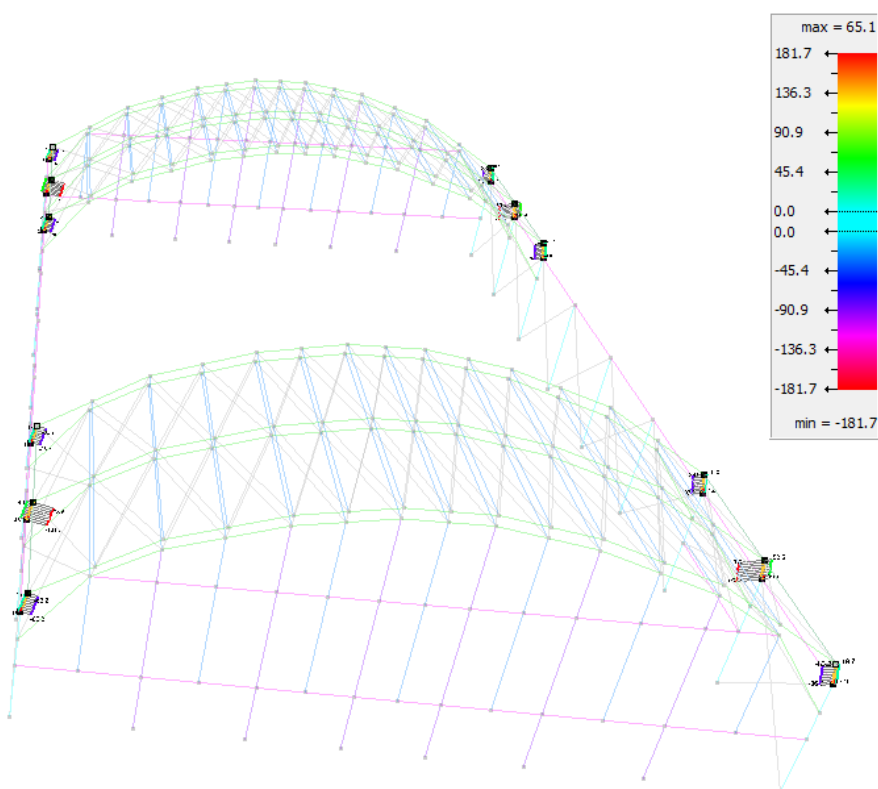


Figura 28. Sol·licitacions a l'element rodant

Font: Elaboració pròpia mitjançant software Diamonds, BuildSoft

TAULA A.10.1. DADES CARACTERÍSTIQUES DEL SISTEMA RODANT DEMAG DRS315

Tamaño	Capacidad de carga máx.	Rueda Ø	Peso	Dimensiones [mm]				
	[t]			[mm]	[kg]	a1	b1	b2
DRS 112	2,75	112	7,3	190	47	80	96	131
DRS 125	5	125	9,9	220	60	80	98	147,5
DRS 160	7	160	18,3	275	65	89	110	187
DRS 200	10	200	35,7	340	65	101	130	238
DRS 250	16	250	62	385	75	110	150	281
DRS 315	22	315	117	470	90	130	180	349,5
DRS 400	30	400	201	580	110	155	210	440
DRS 500	40	500	352	700	110	170	240	566

Amb aquestes dades podem agafar el catàleg de DEMAG i escollim el model 315, disposant d'una capacitat portant de 22 tones.

A.11. FONAMENTACIÓ

El conjunt de totes les accions i càrregues del pes propi, hauran de ser suportades pels fonaments. Per al dimensionat d'aquests, s'obtenen les reaccions de la totalitat dels pilars en totes les combinacions, i en les modalitats d'estiu i hivern (treballant amb combinacions no majorades). Tot seguit el programa Diamonds obté les combinacions més exigents i això és el que s'exporta al programa on es dissenya i simulen els fonaments. Per aquest projecte, seguint les prescripcions de l'estudi geotècnic adjunt, es realitzen amb sabates. S'insereixen així doncs totes les dades rellevants de càlcul del geotècnic a Cype, i elaborem el disseny i càlculs. Finalment, es genera l'informe que es resumeix en el que s'adjunta a continuació:

Nota 1: Al ser informes generats per programari mostren un format diferent al treballat a la resta del projecte.

Nota 2: en alguns casos s'ha retallat el conjunt de dades d'entrada i resultats de sortida, ja que podien ocupar un nombre extens de pàgines innecessàries per a un TFM. A on es retalla s'indica amb la simbologia [...].

Nota 3: En alguns apartats es pot observar que l'informe indica que l'armat superior no és suficient. Prèviament s'havia realitzat una simulació sense l'ús del mateix, treballant com a formigó en massa. En tal cas la sabata quedava validada. Tot seguit es posa certa quantitat d'armat superior per a poder realitzar un millor muntatge de l'armat, tot i que aquest no sigui compleixi el requeriment mínim. Aquest armat està com a extra, i el no compliment de la quantia mínima no invalida així el disseny del conjunt.

1. DESCRIPCIÓ

Referències	Geometria	Armat
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9	Sabata rectangular excèntrica Ample inicial X: 150 cm Ample inicial Y: 175 cm Ample final X: 150 cm Ample final Y: 175 cm Ample sabata X: 300 cm Ample sabata Y: 350 cm Cantell: 200 cm No es considera la interacció terreny-estructura	Sup X: 22Ø16c/15 Sup Y: 19Ø16c/15 Inf X: 22Ø20c/15 Inf Y: 19Ø16c/15

2. AMIDAMENT

Referències: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 i P9		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nom d'armat		Ø16	Ø20	
Graella inferior - Armat X	Longitud (m)		22x3.22	70.84
	Pes (kg)		22x7.94	174.70
Graella inferior - Armat Y	Longitud (m)	19x3.72		70.68
	Pes (kg)	19x5.87		111.56
Graella superior - Armat X	Longitud (m)	22x3.22		70.84
	Pes (kg)	22x5.08		111.81
Graella superior - Armat Y	Longitud (m)	19x3.72		70.68
	Pes (kg)	19x5.87		111.56
Totals	Longitud (m)	212.20	70.84	
	Pes (kg)	334.93	174.70	509.63
Total amb minves (10.00%)	Longitud (m)	233.42	77.92	
	Pes (kg)	368.42	192.17	560.59

Resum d'amidament (s'inclouen minves d'acer)

Element	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Formigó (m³)		Encofrat (m²)
	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Neteja	
Referències: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 i P9	9x368.42	9x192.17	5045.31	9x21.00	9x1.05	9x26.00
Totals	3315.78	1729.53	5045.31	189.00	9.45	234.00

3. COMPROVACIÓ

Referència: P1		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
Tensions sobre el terreny: <i>Criteri de CYPE</i>		
-Tensió mitja en situacions persistents:	Màxim: 0.2 MPa Calculat: 0.0514044 MPa	Complex
-Tensió màxima en situacions persistents:	Màxim: 0.249959 MPa Calculat: 0.053955 MPa	Complex
Bolcada de la sabata:		
-En direcció X:		No procedeix ⁽¹⁾

Referència: P1		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
- En direcció Y: <i>Si el % de reserva de seguretat és major que zero, vol dir que els coeficients de seguretat a la bolcada són majors que els valors estrictes exigits per a totes les combinacions d'equilibri.</i> (1)Sense moment de bolcada	Reserva seguretat: 3691.9 %	Compleix
Flexió en la sabata:		
- En direcció X:	Moment: 12.87 kN·m	Compleix
- En direcció Y:	Moment: 21.05 kN·m	Compleix
Tallant en la sabata:		
- En direcció X:	Tallant: 0.00 kN	Compleix
- En direcció Y:	Tallant: 0.00 kN	Compleix
Compressió obliqua en la sabata:		
- Situacions persistents: <i>Criteri de CYPE</i>	Màxim: 5000 kN/m ² Calculat: 9.8 kN/m ²	Compleix
Cantell mínim: <i>Article 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínim: 25 cm Calculat: 200 cm	Compleix
Espai per ancorar arrencades en fonamentació:		
- P1:	Mínim: 0 cm Calculat: 192 cm	Compleix
Quantia geomètrica mínima: <i>Article 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínim: 0.0009	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 0.001	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 0.0006	No compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 0.0006	No compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 0.0006	No compleix
Quantia mínima necessària per flexió: <i>Article 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínim: 0.0001	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 0.001	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 0.0007	Compleix
Diàmetre mínim de les barres: <i>Recomanació de l'Article 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínim: 12 mm	
- Graella inferior:	Calculat: 16 mm	Compleix
- Graella superior:	Calculat: 16 mm	Compleix
Separació màxima entre barres: <i>Article 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Màxim: 30 cm	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix

Referència: P1		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
Separació mínima entre barres: <i>Criteri de CYPE, basat en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítol 3.16</i>	Mínim: 10 cm	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
Longitud d'ancoratge: <i>Criteri del llibre "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculat: 20 cm	
- Armat inf. direcció X cap a dret:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció X cap a esq:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a dret:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a esq:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap amunt:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap avall:	Mínim: 19 cm	Compleix
Longitud mínima de les patilles: Calculat: 20 cm		
- Armat inf. direcció X cap a dret:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció X cap a esq:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a dret:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a esq:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
Hi ha comprovacions que no es compleixen		
Informació addicional:		
- Sabata de tipus rígid (Article 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relació ruptura pèssima (En direcció X): 0.01		
- Relació ruptura pèssima (En direcció Y): 0.01		
- Tallant d'esgotament (En direcció X): 0.00 kN		
- Tallant d'esgotament (En direcció Y): 0.00 kN		
Referència: P2		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
Tensions sobre el terreny: <i>Criteri de CYPE</i>		

Referència: P2		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
- Tensió mitja en situacions persistents:	Màxim: 0.2 MPa Calculat: 0.061803 MPa	Compleix
- Tensió màxima en situacions persistents:	Màxim: 0.249959 MPa Calculat: 0.123606 MPa	Compleix
Bolcada de la sabata:		
<i>Si el % de reserva de seguretat és major que zero, vol dir que els coeficients de seguretat a la bolcada són majors que els valors estrictes exigits per a totes les combinacions d'equilibri.</i>		
- En direcció X:	Reserva seguretat: 100000.0 %	Compleix
- En direcció Y:	Reserva seguretat: 73.7 %	Compleix
Flexió en la sabata:		
- En direcció X:	Moment: 41.52 kN·m	Compleix
- En direcció Y:	Moment: 315.40 kN·m	Compleix
Tallant en la sabata:		
- En direcció X:	Tallant: 0.00 kN	Compleix
- En direcció Y:	Tallant: 0.00 kN	Compleix
Compressió obliqua en la sabata:		
- Situacions persistents:	Màxim: 5000 kN/m ² Calculat: 31.7 kN/m ²	Compleix
<i>Criteri de CYPE</i>		
Cantell mínim:		
<i>Article 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínim: 25 cm Calculat: 200 cm	Compleix
Espai per ancorar arrencades en fonamentació:		
- P2:	Mínim: 0 cm Calculat: 192 cm	Compleix
Quantia geomètrica mínima:		
<i>Article 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armat inferior direcció X:	Mínim: 0.0009 Calculat: 0.001	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 0.0006	No compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 0.0006	No compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 0.0006	No compleix
Quantia mínima necessària per flexió:		
<i>Article 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armat inferior direcció X:	Mínim: 0.0001 Calculat: 0.001	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Mínim: 0.0002 Calculat: 0.0007	Compleix
- Armat superior direcció Y:	Mínim: 0.0001 Calculat: 0.0007	Compleix
Diàmetre mínim de les barres:		
<i>Recomanació de l'Article 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Graella inferior:	Mínim: 12 mm Calculat: 16 mm	Compleix

Referència: P2		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
- Graella superior:	Calculat: 16 mm	Compleix
Separació màxima entre barres: <i>Article 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Màxim: 30 cm	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
Separació mínima entre barres: <i>Criteri de CYPE, basat en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítol 3.16</i>	Mínim: 10 cm	
- Armat inferior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat inferior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció X:	Calculat: 15 cm	Compleix
- Armat superior direcció Y:	Calculat: 15 cm	Compleix
Longitud d'ancoratge: <i>Criteri del llibre "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculat: 20 cm	
- Armat inf. direcció X cap a dret:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció X cap a esq:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a dret:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a esq:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap amunt:	Mínim: 19 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap avall:	Mínim: 19 cm	Compleix
Longitud mínima de les patilles:	Calculat: 20 cm	
- Armat inf. direcció X cap a dret:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció X cap a esq:	Mínim: 20 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat inf. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a dret:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció X cap a esq:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap amunt:	Mínim: 16 cm	Compleix
- Armat sup. direcció Y cap avall:	Mínim: 16 cm	Compleix
Hi ha comprovacions que no es compleixen		
Informació addicional:		
- Sabata de tipus rígid (Article 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relació ruptura pèssima (En direcció X): 0.01		
- Relació ruptura pèssima (En direcció Y): 0.12		

Referència: P2		
Dimensions: 300 x 350 x 200		
Armats: Xi:Ø20c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprovació	Valors	Estat
- Tallant d'esgotament (En direcció X): 0.00 kN		
- Tallant d'esgotament (En direcció Y): 0.00 kN		

[...] tindriem tants pilars P_n com nombre n de pilars tenim.

Treball final de Màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol:

DISSENY I CÀLCUL D'UNA ESTRUCTURA
PER COBRIR LA PISCINA MUNICIPAL D'OLOT

Document:

1.2. ESTUDI GEOTÈCNIC

Alumne: David Alba Teixidó

Tutor: Enric Simon Madrenas

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: MMCTE

Convocatòria (mes/any): juny 2022

**Informe geotècnic d'una parcel.la del vial Sant
Jordi de la ciutat d'Olot (Girona)**

Sol.licitant de l'estudi
Ajuntament d'Olot

Motiu de l'estudi
Construcció d'una piscina municipal

Exp. C00X2560
203/00

Índex General

1. Introducció: Definició de l'obra, objectius de l'estudi i informació prèvia	3
2. Treballs realitzats: metodologia en el reconeixement del terreny	5
2.1 Sondatges	6
2.2. Assaigs "in situ"	7
2.3. Mostres agafades	10
3. Caracterització dels materials.....	11
3.1. Estratigrafia local.....	13
3.2. Hidrogeologia	16
3.3. Caracterització geotècnica dels materials reconeguts	17
4. Conclusions i recomanacions.....	19
4.1. Càrregues admissibles	20
4.2. Assentaments previsibles	23
4.3. Conclusions:	26
5. Annexes	30
5.1. Plànol general de situació de la parcel·la	
5.2. Plànol de situació dels punts de reconeixement del terreny	
5.3. Columnes estratigràfiques dels sondatges	
5.4. Talls geològics	
5.5. Reportatge fotogràfic	

1. Introducció:

Definició de l'obra
Objectius de l'estudi
Informació prèvia

Definició de l'obra

A petició de l'Ajuntament d'Olot s'ha portat a terme l'estudi geotècnic d'una parcel·la del vial Sant Jordi de la ciutat d'Olot (veure els annexes 5.1 i 5.2. per a la situació de la finca esmentada).

El peticionari ha informat que en aquesta parcel·la hi ha projectada la construcció d'una piscina municipal.

Objectius de l'estudi

En relació a les obres previstes, els objectius que s'han fixat per aquest estudi geotècnic són els següents:

- (a) Determinar les unitats litològiques que conformen el sòl i subsòl de la zona d'estudi (litologia, potència, fondària) i fer-ne la caracterització geotècnica.
- (b) Determinar la fondària del nivell freàtic i l'agressivitat de l'aigua a un formigó.
- (c) Determinar les càrregues admissibles i assentaments previsibles en les unitats litològiques reconegudes.
- (d) Recomanar el tipus i fondària de la fonamentació a partir de: les característiques geotècniques dels materials, la fondària dels estrats, i la influència de factors addicionals.

Informació prèvia de la parcel·la

La parcel·la objecte d'estudi correspon a un solar de forma irregular que hi ha entre el vial Sant Jordi i la vora nord del Bosc de Tosca. En aquesta parcel·la s'hi van extreure les terres per a jardineria i el sots es van reblir amb fragments de basalt barrejats amb algunes sorres i argiles.

La superfície de la parcel·la és plana i horitzontal, fet que ha motivat que els tres sondatges es trobin a la mateixa cota. D'aquesta forma, en aquest informe s'ha optat per expressar les fondàries respecte a la mateixa superfície de la parcel·la, la qual es troba pràcticament a nivell del vial Sant Jordi.

Les edificacions més properes a la parcel·la són les vivendes adossades de planta baixa i una a dues plantes pis que hi ha en els solars adjacents.

2. Treballs realitzats: metodologia en el reconeixement del terreny

- 2.1. Sondatges**
- 2.2. Assaigs *in situ***
- 2.3. Mostres agafades**

Per assolir els objectius del present estudi s'ha establert el pla de treball següent:

(a) Cara a conèixer la natura i geometria de les unitats geològiques existents en el subsòl de la parcel·la i l'agressivitat de l'aigua al formigó:

- Consulta de la documentació bibliogràfica existent (mapes geològics a diferents escales i altres estudis).
- Realització de sondatges mecànics.
- Presca d'una mostra d'aigua.

(b) Cara a determinar la capacitat portant del terreny i els assentaments previsibles:

- Assaigs *in situ*. Realització de diversos S.P.T. per obtenir resistències aproximades dels diferents estrats del terreny
- Extracció de mostres del terreny
- Realització d'assaigs de laboratori
- Acotar la fondària del nivell freàtic

A continuació es precisen diferents treballs realitzats

2.1. Sondatges

S'han realitzat tres sondatges, tots dins del perímetre de la parcel·la estudiada

La distribució en planta d'aquests sondatges es pot veure en l'annex 5.2., mentre que la cota assolida en cadascun es precisa en la taula següent.

Taula 2.1
Profunditats assolides en els sondatges realitzats

Sondatge	Profunditat (m)
Sondatge S-1	5,50
Sondatge S-2	6,50
Sondatge S-3	6,50

Total de metres perforats: 18,50

Els sondatges s'han portat a terme amb una penetrosonda Tecoinsa TP50-D.

La penetració en el terreny s'ha efectuat per rotació amb bateries de 101 i 86 mm de diàmetre per a l'extracció de testimoni continu.

2.2. Assaigs *in situ*

En el camp s'han portat a terme diversos assaigs S.P.T (Standard Penetration Test), sempre d'acord amb les especificacions de la norma UNE 103-800-92.

S'han practicat un total de 4 S.P.T., la distribució dels quals en els tres sondatges realitzats s'indica a la taula següent:

Taula 2.2
Distribució dels S.P.T. realitzats en els diversos sondatges

Sondatge	S.P.T. realitzats
Sondatge S-1	2
Sondatge S-2	1
Sondatge S-3	1

Les fondàries a les que s'han portat a terme cadascun dels S.P.T. i els resultats obtinguts es poden veure a l'annexe 5.3.

A l'annex següent s'explica en què consisteix l'assaig S.P.T. i la interpretació que es fa de les dades que en resulten.

Annex de l'apartat 2.3.

Assaig de penetració estàndard

Un S.P.T. és una prova del tipus penetració dinàmica que consisteix en fer endinsar en el terreny un tub de mostreig estandarditzat que és copejat amb una energia fixa obtinguda de la caiguda lliure d'una massa de 63,5 Kg des d'una alçada de 76,2 cm.

El tub de mostreig o cullera normal emprat presenta les característiques següents:

longitud	813 mm
diàmetre exterior	51 mm
diàmetre interior	35 mm
pes total	7,14 Kg

Execució de l'assaig

Consta dels passos següents:

(1) es procedeix a la neteja del fons del sondatge, es col.loca el tub de mostreig estandarditzat i tot seguit es copeja fins a fer-lo penetrar en el terreny 15 cm, a fi d'evitar la zona superficial parcialment alterada.

(2) Es procedeix a un copejament, anotant ara el nombre de cops de la massa per tal de fer penetrar la cullera 15 cm -N₁-, i després el nombre de cops necessaris per fer endinsar-la 15 cm més -N₂-.

La realització de l'assaig es redueix simplement a comptar el nombre de cops per fer penetrar la cullera en el terreny 30 cm -N o N₃₀.

$$N \text{ (nombre total de cops)} = N_1 + N_2$$

N és el valor considerat com representatiu de la resistència a la penetració.

El que es procedeixi a fer un comptage en dues fases de 15 cm rau en el fet que es permet un millor coneixement del sòl.

Quan el nombre de cops per aconseguir la penetració de 15 cm en algun dels intervals és superior a 50 (en el cas dels anglesos) o a 100 (en el cas dels americans) s'indica que hi ha hagut rebuig mitjançant una R.

Correccions del valor N

En el cas que el valor de N s'obtingui de sorres saturades molt fines o llimoses, Terzaghi i Peck (1948) recomanen que s'apliqui la correcció següent sempre i quan N sigui superior a 15:

$$N_{corr} = 15 + (N-15)/2.$$

En les sorres de gra gros i en les graves el valor N no es considera afectat per la saturació.

D'altra banda, sembla que el valor de N està molt influenciat per les sobrecàrregues degut al pes dels materials en relació al nivell de l'assaig, tal com ho demostren Turnbull i Kaugmann (61). És per això que alguns autors aconsellen la correcció de profunditat següent:

$$N_{corr} = N \times (350 / (70 + \gamma D)),$$

on γ és la densitat aparent del sòl (kN/m³) i D és la profunditat (m).

Aquesta correcció suposa majorar el valor de N mesurat, amb la qual cosa el producte de γD està limitat a 280 kN/m².

Interpretació del S.P.T.

La resistència que ofereix el sòl a ser penetrat per la cullera, expressada pel valor de N, ha estat relacionada per Terzaghi i Peck (1948), pel cas d'una sorra, amb la densitat relativa d'aquesta. Una correspondència del mateix tipus ha estat proposada per Shultze i Menzenbach (79), si bé que en aquesta s'hi fa intervenir també la pressió efectiva.

Altres relacions de més interès, i també deduïdes en sorres, són les que involucren l'angle de fregament intern. Aquest és el cas de les expressions de Meyerhof (1965), Dunham i Osaki, en les que l'esmentat paràmetre està en funció, de la densitat relativa en la proposta del primer dels autors, i directament del valor de N per als dos darrers.

Taula 2.3

Correlació per a sòls no cohesius a partir dels valors N del S.P.T. (adaptada de Meyerhof, 1965)

Valor N (S.P.T.)	Densitat relativa (D _r)	Compacitat	Angle de fregament intern (φ°)
<4	<0,15	molt solta	<30
4-10	0,15-0,35	solta	30-35
10-30	0,35-0,65	mitjanament densa	35-40
30-50	0,65-0,85	densa (compacta)	40-45
>50	0,85-1	molt densa	>50

A la pràctica, cara a determinar la capacitat de càrrega d'un sòl, més que fer intervenir l'angle de fregament intern, s'utilitza directament el valor de N a partir de diferents fórmules i mètodes empírics.

Cal ressaltar que l'assaig S.P.T. és essencialment aplicable en terrenys predominantment sorrencs, i en algunes ocasions de tipus llimós.

En el cas de sòls argilosos, les pressions intersticials que apareixen just quan es copeja amb la massa i el fregament paràsit que s'exerceix damunt les parets de la cullera, són factors que influeixen en el resultat de l'assaig, afectant-ne la seva fiabilitat. Malgrat això, que fa que els S.P.T. no estiguin indicats per a sòls cohesius, s'apliquen també amb molta freqüència emprant relacions ja corregides entre el valor de N i el de la resistència a la compressió simple q_u .

Taula 2.4

Correlació per a sòls argilosos a partir dels valors N del S.P.T. (adaptada de Terzaghi i Peck, 1948)

Valor de N (S.P.T.)	Qualificació de la consistència	Densitat saturada (γ_{sat})	Resistència a la compressió simple q_u (kg/cm ²)
<2	molt tova	1,44-1,60	<0,25
2-4	tova	1,60-1,76	0,25-0,5
4-8	mitjana	1,76-1,92	0,5-1
8-15	rígida	1,92-2,08	1,0-2,0
15-30	molt rígida	2,08-2,24	2,0-4,0
>30	dura	>2,0	>4,0

En l'altre extrem de l'escala granulomètrica, és a dir, en les graves, l'assaig S.P.T. amb cullera normal presenta un altre tipus d'inconvenient, el que un còdol s'encaixi en la sabata. En aquest cas no es podrà saber el que s'està mesurant, si bé que és veritat que aquest incident es pot apreciar un cop es retiri la cullera. Per aquestes granulometries és preferible substituir la sabata per una punta cega cònica.

2.3. Mostres agafades

En els treballs de prospecció de camp s'han agafat les mostres del terreny obtingudes mitjançant les bateries.

Les mostres del terreny poden ser de dos tipus diferents:

(a) mostres alterades: corresponen a fragments de testimoni obtinguts principalment de les bateries de perforació i de la barrina helicoide.

El procediment d'extracció d'aquestes mostres fa que es perdin algunes de les propietats del sòl al que pertanyen, fet que limita la seva utilització als assaigs d'identificació (composició, granulometria, plasticitat, pes específic de les partícules, contingut en sulfats, matèria orgànica).

(b) mostres inalterades: les mostres d'aquest tipus s'agafen amb un tub de mostreig de paret prima. Aquest es fa penetrar al terreny mitjançant el copejament amb una massa (procés equivalent a l'utilitzat per a la penetració de la cullera del S.P.T.) i posteriorment es recupera amb la mostra inserida en el seu interior. Extreta la mostra del tub, se segella ràpidament a fi de que no perdi la seva humitat natural i altres propietats.

Les mostres inalterades permeten, a més dels assaigs possibles amb les mostres alterades, realitzar proves de resistència al tall, de compressibilitat i de permeabilitat.

3. Caracterització dels materials

3.1. Estratigrafia local

3.2. Hidrogeologia

3.3. Caracterització geotècnica dels materials

Context geològic i emplaçament de la parcel·la

La parcel·la estudiada es troba dins la subunitat morfoestructural anomenada la fossa d'Olot. Aquesta correspon a un bloc relativament esfondrat de la Serralada Transversal, el qual es troba envoltat per turons de materials sorrencs que donen ressalts importants (Pallí i Roqué, 1992).

Arran de la formació de la fossa d'Olot en el Neogen, i associades a les fractures distensives que la feren possible, es van produir nombroses erupcions volcàniques que van emetre productes diversos: gasos, piroclastos i lava. Els piroclastos van quedar acumulats entorn als mateixos centres eruptius i van conformar edificis volcànics de geometria cònica, que són els que actualment s'observen. Aquest tipus d'edificis reben el nom de cons d'escòries o cons de piroclastos i no solen superar els 300 m d'alçada. Pel que fa a la lava, aquesta va circular en forma de colades pels cursos fluvials existents a la zona, fins acumular-se en zones deprimides. A la zona d'Olot, relativament deprimida, s'hi van acumular i superposar colades de lava provinents de diversos centres eruptius. Pel que fa a la composició mineral de la lava, es tracta de basalts i basanites. Aquestes són roques ígnies extrusives bàsiques, en aquest cas associades a un vulcanisme de tipus alcalí.

En concret, la parcel·la es troba en una zona plana a la vora sud dels relleus del Bosc de Tosca. En aquesta zona s'hi van superposar les colades de basalt provinents del sector del volcà Croscat, les quals restes cobertes per llims i argiles d'origen lacustre. Tanmateix, a la parcel·la aquests darrers materials han estat remoblitzats i en l'actualitat hi ha un rebliment (nivell R) que descansa directament damunt del substrat rocallós (nivells A i B).

Al subapartat següent es relacionen els materials que formen el sòl de la parcel·la objecte d'estudi. Veure també els annexes 5.3 i 5.4.

3.1. Nivells de materials reconeguts - unitats geotècniques (litologia i potència dels materials)

A partir dels sondatges realitzats s'han reconegut els nivells de materials següents:

Les fondàries que s'expressen en aquest apartat prenen com a referència la superfície de la parcel·la, la rasant de la qual es troba a pràcticament a nivell del vial Sant Jordi.

Nivell R

Litologia

Es tracta d'un rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció.

En alguns trams els fragments esmentats constitueixen per si sols el material més freqüent (de 0,00 a 1,40 i de 0,50 a 1,00 m de fondària en els sondatges S-2 i S-3 respectivament).

Les sorres amb fragments de basalt es troben en els tram següents:

- de 0,00 a 0,60 m de fondària, en el sondatge S-1
- de 0,00 a 0,50 m de fondària, en el sondatge S-3

Les argiles i argiles llimoses són els materials més abundants:

- de 0,60 a 1,90 m de fondària, en el sondatge S-1
- d'1,00 a 2,80 m de fondària, en el sondatge S-3

Extensió en horitzontal

Aquest nivell s'ha reconegut en els tres punts realitzats

Fondària i potència

Sondatge	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix (m)
S-1	0,00	1,90	1,90
S-2	0,00	1,40	1,40
S-3	0,00	2,80	2,80

Nivell A

Litologia

Està format per basalt disgregat de colors marró i gris. Es tracta de la part superior i alterada d'una colada de basalt. En aquest tram de la colada es presenta vesiculada i fragmentada i això afavoreix la seva alteració.

Degut a l'alteració esmentada i a l'acció mecànica de la bateria, el basalt es recupera en forma d'unes graves sorrenques o sorres de gra fi a gros amb alguns fragments rocallosos mil·limètrics a decimètrics.

Extensió en horitzontal

Aquest nivell s'ha reconegut en els tres sondatges

Fondària i potència

Sondatge	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix (m)
S-1	1,90	3,00	1,10
S-2	1,40	2,00	0,60
S-3	2,80	3,50	0,70

Nivell B

Litologia

Correspon a un nivell de basalt compacte de color gris

Aquest material presenta una certa vesiculació en el sector del sondatge S-1 i és molt massiu a la resta.

Extensió en horitzontal

S'ha reconegut en els tres sondatges i probablement s'esten arreu de la parcel·la

Fondària i potència

Sondatge	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix reconegut (m)
S-1	3,00	-	2,50
S-2	2,00	-	4,50
S-3	3,50	-	3,00

Taula 3.1
Quadre resum dels diferents nivells de materials reconeguts
 (veure també talls geològics-annex 5.4)

Denominació	Composició	Fondària del límit superior de la capa (m)	Potència (m)
Nivell R	Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció	0,00 (superfície de la parcel.la)	1,40 a 2,80
Nivell A	Basalt disgregat de colors marró i gris	1,40 a 2,80	0,60 a 1,10
Nivell B	Basalt compacte de color gris	2,00 a 3,50	2,50 a 4,00 (reconeguda)

Les fondàries indicades en aquest apartat prenen com a referència la superfície de la parcel.la, la rasant de la qual es troba a pràcticament a nivell del vial Sant Jordi.

3.2. Hidrogeologia

En les dades en que es van realitzar els treballs de camp, en cap dels sondatges realitzats es va interceptar el nivell freàtic. Tanmateix, en períodes de recàrrega intensa, no es descarta interceptar algun flux preferent d'aigua a favor de zones d'intensa alteració o fracturació del basalt (nivells A i B).

3.3. Caracterització geotècnica dels materials reconeguts

Nivell R

Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció.

Aquests materials no representen un possible nivell de fonamentació degut a la seva mateixa natura. Cap element de fonamentació pot encastar-se o recolzar-se en un rebliment. Al descartar-se per a la fonamentació, no es procedeix a fer-ne la caracterització geotècnica.

Nivell A

Basalt disgregat de colors marró i gris

Des del punt de vista mecànic bona part d'aquest nivell es pot considerar i tractar com a una grava i/o sorra. Així assumit, es pot dir que la seva compacitat és *a priori* mitjanament densa, tal com ho indiquen els SPT practicats (N_{30} : 16 i 18).

Classificació USCS (Unified Soil Classification System): GW, GW-GC, GP, GP-GC i SP

Nivell B

Basalt compacte de color gris

És un nivell rocallós que es pot qualificar, a partir del criteri de Jiménez Salas (1975), de resistència mitjana a alta (resistència a la compressió simple de 200 a $>2.000 \text{ kg/cm}^2$).

D'aquest nivell és destacable, a més d'una lleugera disgregació a la part superior, la presència de nombroses fractures formades arran del procés de refredament i consolidació del basalt. En aquest tipus de material la disposició de les fractures condiciona l'estabilitat dels talussos naturals i dels que es creïn arran d'alguna excavació.

Taula 3.2
Quadre resum de les característiques geotècniques dels materials reconeguts

Nivell	Densitat aparent (g/cm ³)	Índex plastic. Ip	Humitat natural (%)	Classifica. U.S.C.S.	N ₃₀ corregit	Resist. compres. simple (kg/cm ²)	Mòdul d'elasti. E (kg/cm ²)	Cohesió (kg/cm ²)	Angle ϕ graus
Nivell R									
				Rebliment					
Nivell A				Nivell rocallós alterat (GW, GW-GC, GP, GP-GC i SP)	16-18	-	250-300	-	32-34
Nivell B				Nivell rocallós		>>200	>>1000		

4. Conclusions i recomanacions

4.1. Càrregues admissibles

4.2. Assentaments previsibles

4.3. Conclusions: solucions a la fonamentació

A partir de la caracterització geològica i geotècnica dels materials reconeguts, a continuació es determinen les pressions que es poden transmetre al terreny i els assentaments que es preveuen.

4.1. Càrregues admissibles

Les càrregues admissibles, tal com s'expressen a continuació, corresponen a les pressions màximes que els elements de fonamentació poden transmetre al terreny (pressions de treball).

Per determinar els valors de les càrregues admissibles es procedeix de la manera següent:

- Determinar la pressió d'esfondrament del terreny, per a unes dimensions concretes dels fonaments.
- Obtenir la pressió de treball o admissible mitjançant la introducció d'un coeficient de seguretat adequat.
- Reajustar, en cas, necessari, les dimensions assumides dels fonaments.
- Càlcul dels assentaments esperats.
- Modificar les dimensions dels fonaments i de les càrregues admissibles per tal que els assentaments resultants siguin tolerables.

En el cas concret dels sòls granulars, on la capacitat portant del terreny sol ser elevada, però no per això el grau d'assentament queda garantit, tot sovint se segueix aquest altre procediment:

- Fixar una magnitud d'assentament tolerable.
- Fixar unes dimensions per als fonaments que resultin apropiades per a l'estructura que s'ha de fonamentar.
- Determinar la pressió de treball (càrrega admissible)

Nivell de fonamentació

En la nostra opinió, basada en el coneixement del terreny i de l'obra projectada, es consideren les possibilitats de fonamentació següents:

- (a) Directa/Semiprofunda en el nivell A, mitjançant sabates
- (b) Semiprofunda en el nivell B, mitjançant pous i sabates

Nivell A-Fonamentació directa/semiprofunda

Basalt disgregat de colors marró i gris

Mètode de càlcul

La capacitat portant del terreny s'ha determinat a partir de l'expressió general de la pressió d'esfondrament:

$$q_n = N_c \times 1,2 \times c_u + N_q \times q + N_\gamma \times 0,3 \times B \times \gamma \text{ (sabates quadrades)}$$

$$q_n = N_c \times 1,2 \times c_u + N_q \times q + N_\gamma \times 0,5 \times B \times \gamma \text{ (sabates contínues)}$$

N_c : factor de capacitat de càrrega lligat a la cohesió i derivat de l'angle de fregament intern del material.

N_q : factor de capacitat de càrrega lligat a la sobrecàrrega existent al nivell de fonamentació i derivat de l'angle de fregament intern del material.

N_γ : factor de capacitat de càrrega lligat al pes del sòl i a l'amplada de la fonamentació i derivat de l'angle de fregament intern del material.

c_u : cohesió (calculada amb assaig ràpid, sense consolidació ni drenatge)

q : és la càrrega del terreny damunt del nivell de la fonamentació

B : amplada de la fonamentació

γ : densitat efectiva del material existent sota el nivell de fonamentació

Aquestes equacions són molt similars a les proposades per Terzaghi (1943) per al càlcul de la pressió d'esfondrament.

Paràmetres de càlcul

N_c : 35,49 ($\Phi=32$ graus)

N_q : 23,18 ($\Phi=32$ graus)

N_γ : 30,22 ($\Phi=32$ graus)

c_u : 0,00 Kg/cm²

γ (nivell R) = 1,85 g/cm³

γ (nivell A) = 2,10 g/cm³

Resultats (sabates quadrades)

Amplada del fonament B (m)	Encast en el terreny (m)	Càrrega admissible (q_{adm}) kg/cm ²
1,50	0,75	2,02
2,00	0,75	2,34

Resultats (sabates contínues)

Amplada del fonament B (m)	Encast en el terreny (m)	Càrrega admissible (q_{adm}) kg/cm ²
0,50	0,75	1,60
0,75	0,75	1,87

Nivell B-Fonamentació semiprofunda

Basalt compacte de color gris

Pel que fa a l'ordre de càrregues que es poden aplicar en aquest material cal tenir present la lleugera alteració de la banda més superficial i la fracturació. L'abans esmentat aconsella que les sabates apliquin pressions no superiors als 4,00 kg/cm²

4.2. Assentaments previsibles

Nivell A-Fonamentació directa/semiprofunda

Basalt disgregat de colors marró i gris

L'assentament s'ha calculat mitjançant el mètode de Webb. Aquest mètode es basa en la integració de deformacions elàstiques dels estrats infrajacentes al fonament que estan afectats per la sobrepressió que aquest comporta.

$$s = \sum_{(i=1 \text{ a } n)} (\sigma_{zi} / E) \times h_i$$

σ_{zi} : és a la tensió vertical produïda en el centre de la capa i per la pressió q aplicada en superfície. $\sigma_{zi} = I_{zi} \times q$

I_{zi} : factor d'influència lligat a les dimensions i grau de rigidesa del fonament

h_i : és el gruix de la capa

E: és el mòdul de deformabilitat del terreny

Fonamentació amb sabates quadrades

Paràmetres de càlcul

Dimensions del fonament: 2 x 2 m

Fonamentació encastada en el nivell A

Materials sota el fonament

-1 tram de 1,10 m de grava i sorres corresponent al nivell A (basalt disgregat)

-2 trams de 2,00 m de basalt compacte del nivell B

I_{zi} : 0,23, 0,08403 i 0,027 (valors respectius per a cadascun dels trams diferenciats anteriorment i per a una sabata quadrada de 2 x 2 m)

E = 250 kg/cm² (nivell A) i 1.000 kg/cm² (nivell B)

Resultats

Càrrega aplicada (kg/cm ²)	Assentament (cm)
2,34	1,16 (2 x 2 m)

Fonamentació amb sabates contínues

Paràmetres de càlcul

Dimensions del fonament: 0,75 m d'amplada

Fonamentació encastada en el nivell A

Materials sota el fonament

-1 tram de 1,10 m de graves i sorres corresponent al nivell A (basalt disgregat)

-2 trams de 2,00 m de basalt compacte del nivell B

I_{gi} : 0,17197, 0,06202 i 0,027 (valors respectius per a cadascun dels trams diferenciats anteriorment i per a una sabata contínua de 0,75 m d'amplada)

$E = 250 \text{ kg/cm}^2$ (nivell A) i 1.000 kg/cm^2 (nivell B)

Resultats

Càrrega aplicada (kg/cm^2)	Assentament (cm)
1,87	0,70 (0,75 m d'amplada)

Nivell B-Fonamentació semiprofunda

Basalt compacte de color gris

L'assentament de sabates encastades en aquest nivell serà mínim i tolerable, probablement molt inferior als 2 cm.

Taula 4.1
Quadre-resum de càrregues admissibles i assentaments determinats per als diferents nivells reconeguts

Nivell	Litologia	q_{adm} sabates quadrades (kg/cm ²)	q_{adm} sabates continues (kg/cm ²)	res. unit. admissibles piló (kg/cm ²)	assent. (s) sabates quadrades (cm)	assent. (s) sabates continues (cm)	assent. (s) piló (cm)
Nivell R	Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció						
Nivell A	Basalt disgregat de colors marró i gris	2,05 (1,5 x 1,5 m) 2,34 (2 x 2 m)	1,60 (0,50 m d'amplada) 1,87 (0,75 m d'amplada)		1,16 (2 x 2 m)	0,70 (0,75 m d'amplada)	
Nivell B	Basalt compacte de color gris	4,00			<2		

4.3. Conclusions: solucions a la fonamentació

Consideracions prèvies

(1) A la parcel·la estudiada hi ha projectada la construcció d'una piscina municipal

(2) Les fondàries que s'expressen en aquest informe prenen com a referència la superfície de la parcel·la, la rasant de la qual es troba a pràcticament a nivell del vial Sant Jordi.

(3) En el sòl de la parcel·la s'hi han reconegut els nivells de materials següents:

- Nivell R: Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de material de construcció.
- Nivell A: Basalt disgregat de colors marró i gris
- Nivell B: Basalt compacte de color gris

Les fondàries i potències d'aquestes unitats es troben resumides a la taula 3.1 (al final de l'apartat 3.1.).

(4) Nivell de fonamentació

En la nostra opinió, basada en el coneixement del terreny i de l'obra projectada, es consideren les possibilitats de fonamentació següents:

- (a) Directa/Semiprofunda en el nivell A, mitjançant sabates
- (b) Semiprofunda en el nivell B, mitjançant pous i sabates

(5) En les dates en que es van realitzar els treballs de camp, en cap dels sondatges realitzats es va interceptar el nivell freàtic. Tanmateix, en períodes de recàrrega intensa, no es descarta interceptar algun flux preferent d'aigua a favor de zones d'intensa alteració o fracturació del basalt (nivells A i B).

(6) Els materials del nivell R i A podran ser excavats mitjançant la maquinària convencional emprada en el moviment de terres (retrogiratòries i retro-excavadores mixtes), bé que ocasionalment caldrà, en el segon cas, l'ajut d'un martell pneumàtic. Per a l'excavació del nivell B serà indispensable, com a mínim, un martell pneumàtic molt pesant.

(7) Sismicitat de la zona

La norma de Construcción Sismoresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94) (BOE del 8 de febrer de 1995) proporciona els valors següents per als paràmetres d'acceleració sísmica bàsica i el coeficient de contribució (K):

Acceleració sísmica bàsica: 0,10 g

Coeficient de contribució (k): 1,0

Segons aquesta norma, el tipus d'edificació projectat es classifica com de "normal importància".

També, en funció de la norma esmentada, el terreny més superficial de la zona es classifica com de tipus III-II (nivell A) i I (nivell B).

Conclusions

A partir de la informació del terreny obtinguda dels tres sondatges realitzats es fan les propostes de fonamentació següents:

Fonamentació directa/semiprofunda

Serà mitjançant sabates quadrades i/o contínues i s'encastarà en el nivell A (basalt disgregat) de forma que la base de la fonamentació resti a una fondària mínima de 0,80 m respecte la rasant final del terreny.

Les sabates s'han de dimensionar per transmetre pressions al terreny no superiors a les que s'indica tot seguit:

(Sabates quadrades)

Amplada del fonament B (m)	Càrrega admissible (q_{adm}) kg/cm ²
1,50 x 1,50	2,02
2,00 x 2,00	2,34

(Sabates contínues)

Amplada del fonament B (m)	Càrrega admissible (q_{adm}) kg/cm ²
0,50	1,60
0,75	1,87

Amb aquestes càrregues es preveuen, teòricament i per a les dimensions indicades, assentaments limitats a 2 cm.

Fonamentació semiprofunda

Serà mitjançant pous i sabates quadrades i s'encastarà mínimament en el basalt del nivell B.

Aquests fonaments s'han de dimensionar per transmetre pressions al terreny no superiors a les que s'indiquen:

(Sabates)

Amplada del fonament B (m)	Càrrega admissible (q_{adm}) kg/cm ²
-	4,00

L'assentament de sabates encastades en aquest substrat rocallós serà limitat i tolerable, probablement molt inferior als 2 cm.

Les propostes de fonamentació fetes es mantindran vàlides sempre i quan les condicions del terreny no canviïn respecte a les trobades quan es van realitzar els sondatges.

Ignasi Capella i Solà
Unitat de Geodinàmica
Universitat de Girona

Amadeu Escriu i Giró
Cap de l'Àrea de Mecànica de Sòls del
CECAM

Girona, a 20 de juliol del 2000

5. Annexes

- 5.1. Plànol general de situació de la parcel·la**
- 5.2. Situació dels punts de reconeixement del terreny**
- 5.3. Columnes estratigràfiques dels sondatges**
- 5.4. Talls geològics**
- 5.6. Reportage fotogràfic**

Annex 5.1.
Plànol general de situació de la parcel.la

(Exp: 203/00)

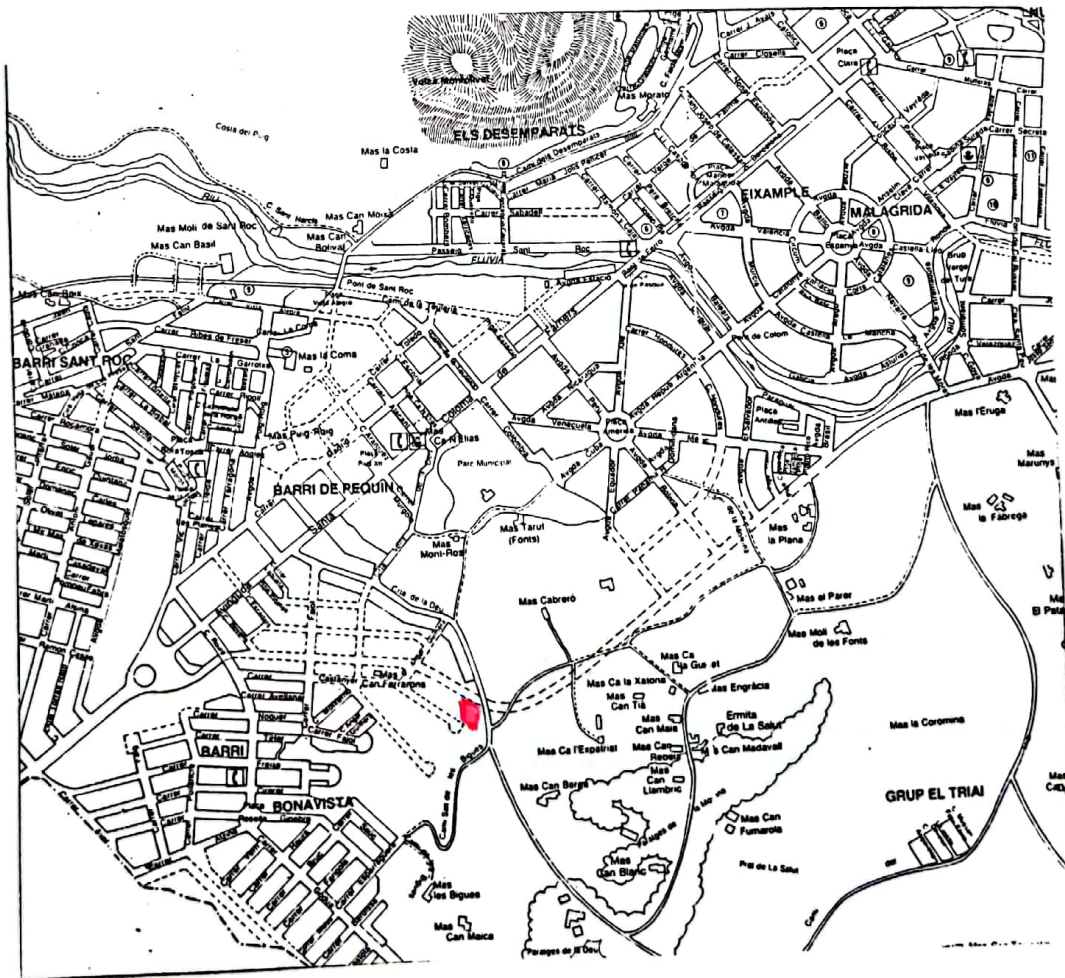
Plànol de situació de la parcel.la

Municipi/població: Olot (parcel.la situada al vial Sant Jordi)

Parcel.la d'estudi: 

Escala aprox : 1:10.000

Plànol



Annex 5.2.
**Plànols de situació dels punts de
reconeixement del terreny**




(Exp: 203/00)

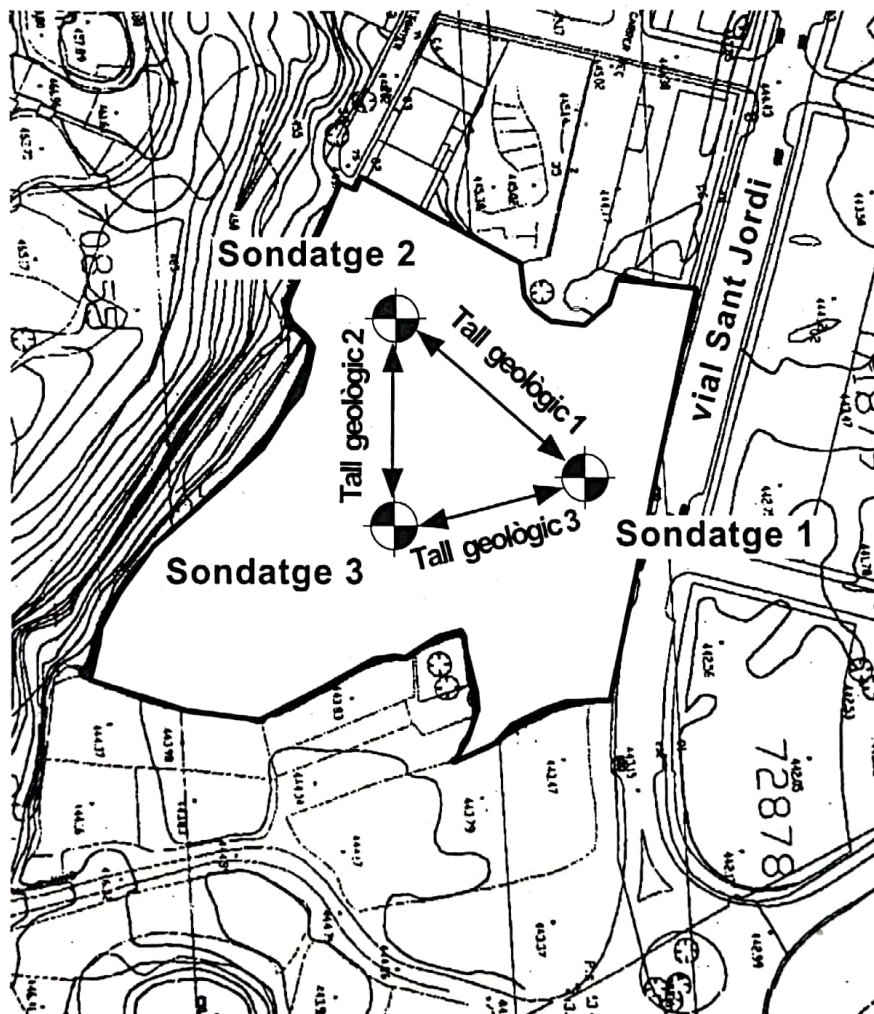
Plànol de situació dels punts de reconeixement

Municipi/població: Olot (parcel·la situada al vial Sant Jordi)

Plànol

Tècniques de reconeixement del terreny

-  Sondatge
-  Cata o pou
-  Penetració dinàmica o estàtica



20 m

Coordenades UTM: 457190E / 4668630N

Annex 5.3.
Columnes estratigràfiques

(Exp: 203/00)

Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge	Municipi/població: Olot (parcel·la situada al vial Sant Jordi)	Sondatge S-1	
Mètode de perforació	Bateria senzilla de 101 mm (0,00 a 1,45 metres) i bateria senzilla de 86 mm (1,45 a 5,50 metres)	Data inici: - 12/7/00 Data final: - 12/7/00	Fulla nº: 1

Cota (m)	Pot. (m)	Perfil litològic	Freàtic (m)	Descripció dels materials	Tipus mostra	SPT (N ₃₀)				Humitat nat.-%	L. líquid-%	L. plàstic-%	Dens. seca (T/m ³)	Altres as.	Resis. a la ruptura (Kg/cm ²)
						Cotes mostra	10	30	50						
0				Sorra d'argilosa a lleugerament argilosa amb fragments rocallosos i restes de materials de construcció.											
1				Argila llimosa amb fragments de basalt. Color marró i marró relativament clar.											
2				Basalt disgregat de colors marró-rogenç i gris.											
3				Colada de lava basàltica molt compacte i poc vesiculada. Color gris fosc.											
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

Cotes relatives a la superfície del terreny (0 m)
Cota topog. punt del sondatge:

M.I.

mostra inalterada

Escala: 1/50

1 m

Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge	Municipi/població: Olot (parcel·la situada al vial Sant Jordi)	Sondatge S-2	
Mètode de perforació	Bateria senzilla de 101 mm (0,00 a 2,05 metres) i bateria senzilla de 86 mm (2,05 a 6,50 metres)	Data inici: - 12/7/00 Data final: - 12/7/00	Fulla nº: 1

Cota (m)	Pot. (m)	Perfil litològic	Freàtic (m)	Descripció dels materials	Tipus mostra	Cotes mostra	SPT (N ₃₀)				Humitat nat.-%	L. líquid.-%	L. plàstic.-%	Dens. seca (T/m ³)	Altres as.	Resis. a la ruptura (Kg/cm ²)
							10	30	50	70						
0						0										
1				Fragments de basalt de mil·limètrics a decimètrics amb sorres argiloses i argiles sorrenques.		0.5										
2				Basalt disgregat de colors marró-rogenç i gris.		1.5										
2						2	Rebuig									
3						2.5										
4				Colada de lava basàltica molt compacte i poc vesiculada. Color gris fosc.		3										
4						3.5										
5						4										
5						4.5										
6						5										
6						5.5										
7						6										
7						6.5										
8						7										
8						7.5										
9						8										
9						8.5										
10						9										
10						9.5										
10						10										

Cotes relatives a la superfície del terreny (0 m)
Cota topog. punt del sondatge:

M.I. mostra inalterada Escala: 1/50 1 m

Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge	Municipi/població: Olot (parcel.la situada al vial Sant Jordi)	Sondatge S-3	
Mètode de perforació	Bateria senzilla de 101 mm (0,00 a 3,80 metres) i bateria senzilla de 86 mm (3,80 a 6,50 metres)	Data inici: - 12/7/00 Data final: - 12/7/00	Fulla nº: 1

Cota (m)	Pot. (m)	Perfil litològic	Freàtic (m)	Descripció dels materials	Tipus mostra	Cotes mostra	SPT (N ₃₀)				Humitat nat.-%	L. líquid-%	L. plàstic-%	Dens. seca (T/m ³)	Altres as.	Resis. a la ruptura (Kg/cm ²)
							10	30	50	70						
0				Sorres lleugerament argiloses amb fragments rocallsos mil.limètrics a centimètrics i restes de materials de construcció.												
1				Fragments de basalt decimètrics amb algunes sorres argiloses.												
2				Argila amb abundants fragments de basalt mil.limètrics a centimètrics i amb algunes restes de materials de construcció. Color marró.												
3				Basalt disgregat de colors marró-rogenç i gris.												
4																
5				Colada de lava basàltica molt compacte i poc vesiculada. Color gris fosc.												
6																
7																
8																
9																
10																

Cotes relatives a la superfície del terreny (0 m)
Cota topog. punt del sondatge:

M.I. mostra inalterada Escala: 1/50 1 m

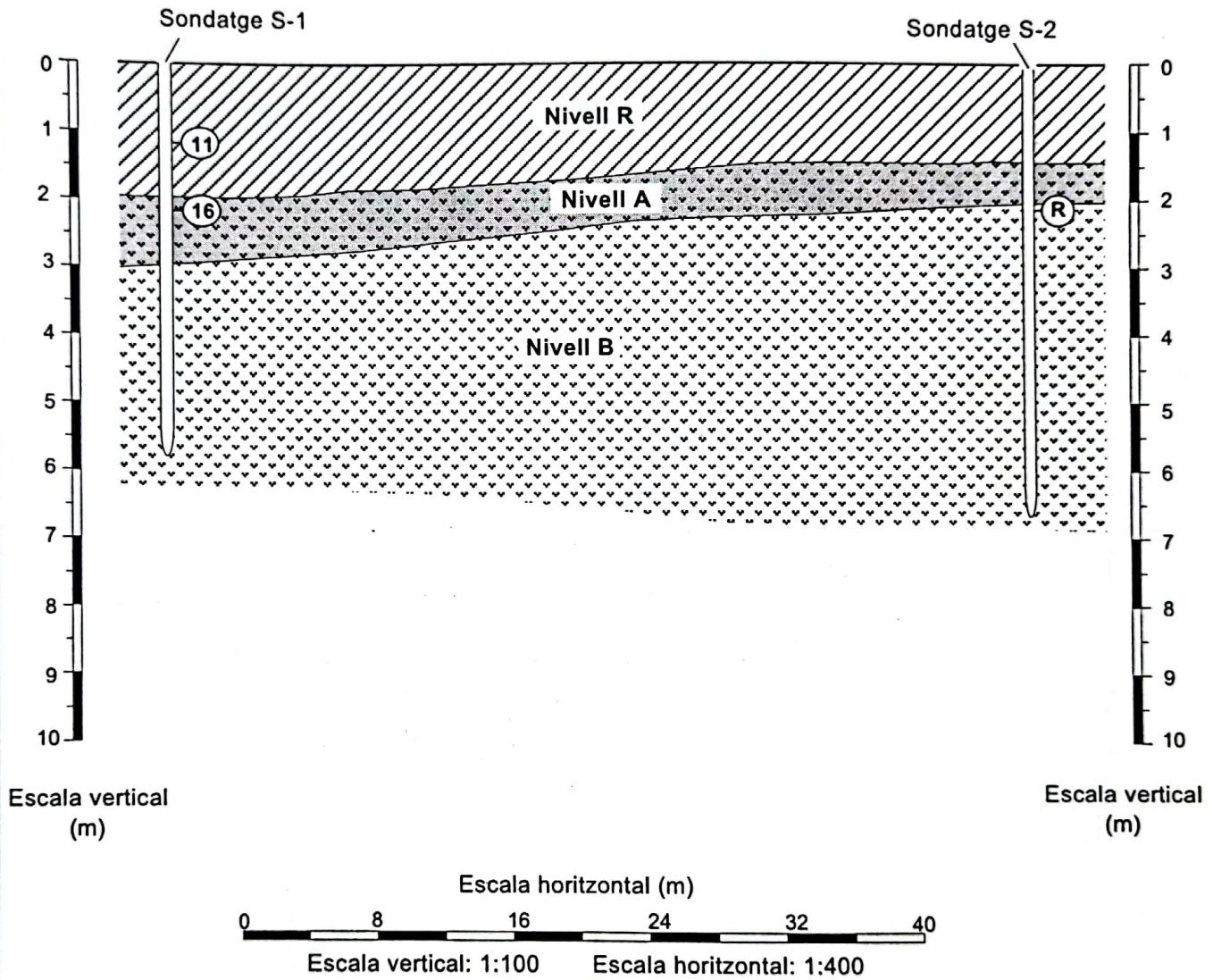
Annex 5.4.
Talls geològics

(Exp: 203/00)




Talls geològics

Municipi/població: Olot (parcel.la situada al vial Sant Jordi)

Tall geològic 1 (sondatges S-1/S-2)



Explicació

-  Nivell R: Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de materials de construcció.
-  Nivell A: Basalt disragat de color marró i gris.
-  Nivell B: Basalt compacte de color gris.

S-1: sondatge nº 1

MA: mostra alterada

MI: mostra inalterada

MB: mostra en bloc

N.F.: nivell freàtic estabilitzat

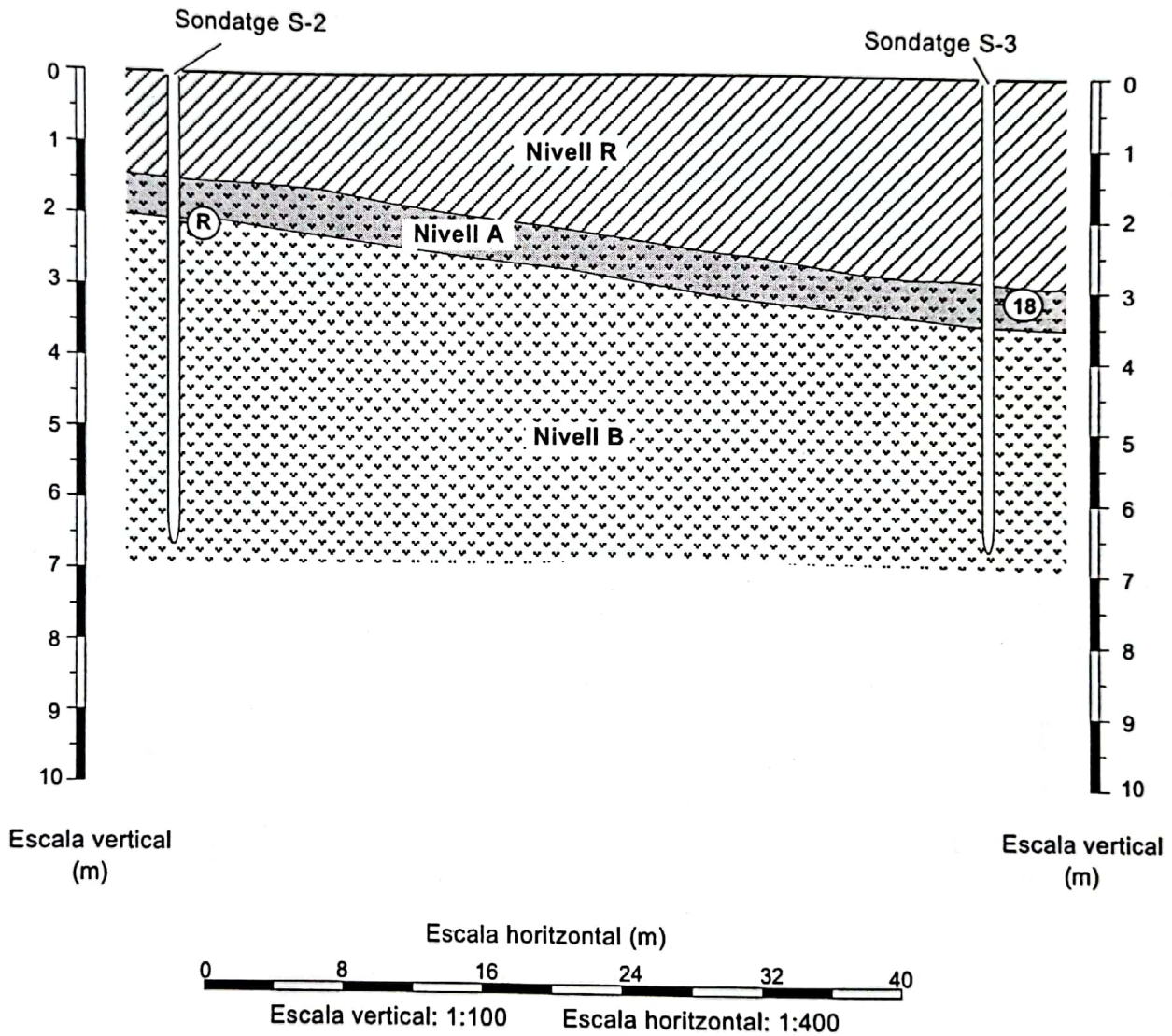
⓪ Valor N₃₀ del SPT

Ⓡ Rebuig en el SPT




Talls geològics

Municipi/població: Olot (parcel·la situada al vial Sant Jordi)

Tall geològic 2 (sondatges S-2/S-3)



Explicació

-  Nivell R: Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de materials de construcció.
-  Nivell A: Basalt disragat de color marró i gris.
-  Nivell B: Basalt compacte de color gris.

S-1: sondatge nº 1

MA: mostra alterada
 MI: mostra inalterada
 MB: mostra en bloc

N.F.: nivell freàtic estabilitzat

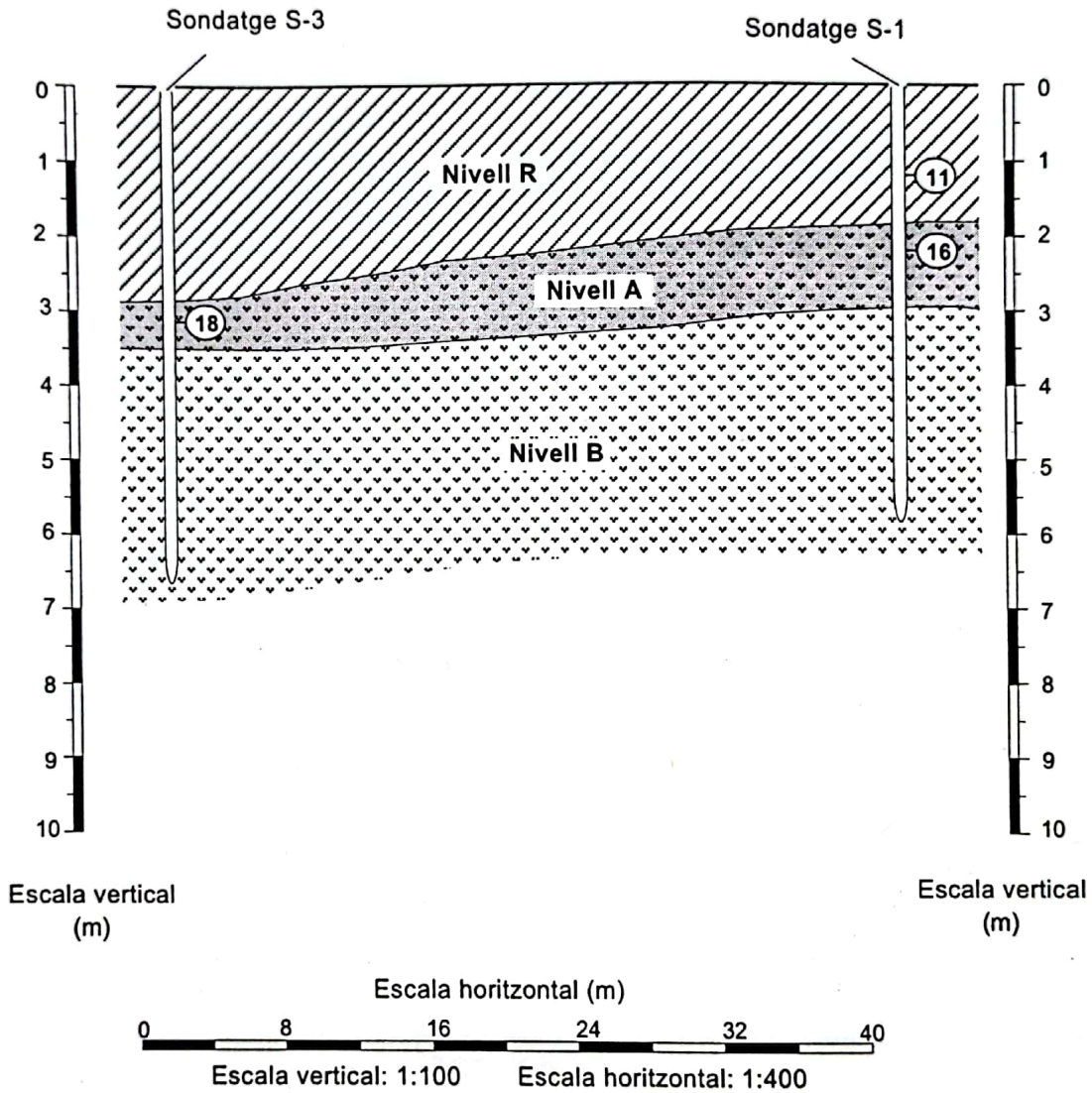
⑩ Valor N_{30} del SPT

Ⓡ Rebuig en el SPT




Talls geològics

Municipi/població: Olot (parcel·la situada al vial Sant Jordi)

Tall geològic 3 (sondatges S-3/S-1)



Explicació

-  Nivell R: Rebliment format per sorres i argiles de color marró amb nombrosos fragments de basalt i restes de materials de construcció.
-  Nivell A: Basalt disragat de color marró i gris.
-  Nivell B: Basalt compacte de color gris.

S-1: sondatge nº 1

MA: mostra alterada
 MI: mostra inalterada
 MB: mostra en bloc

N.F.: nivell freàtic estabilitzat

(10) Valor N_{30} del SPT

(R) Rebuig en el SPT



Annex 5.5.
Reportatge fotogràfic

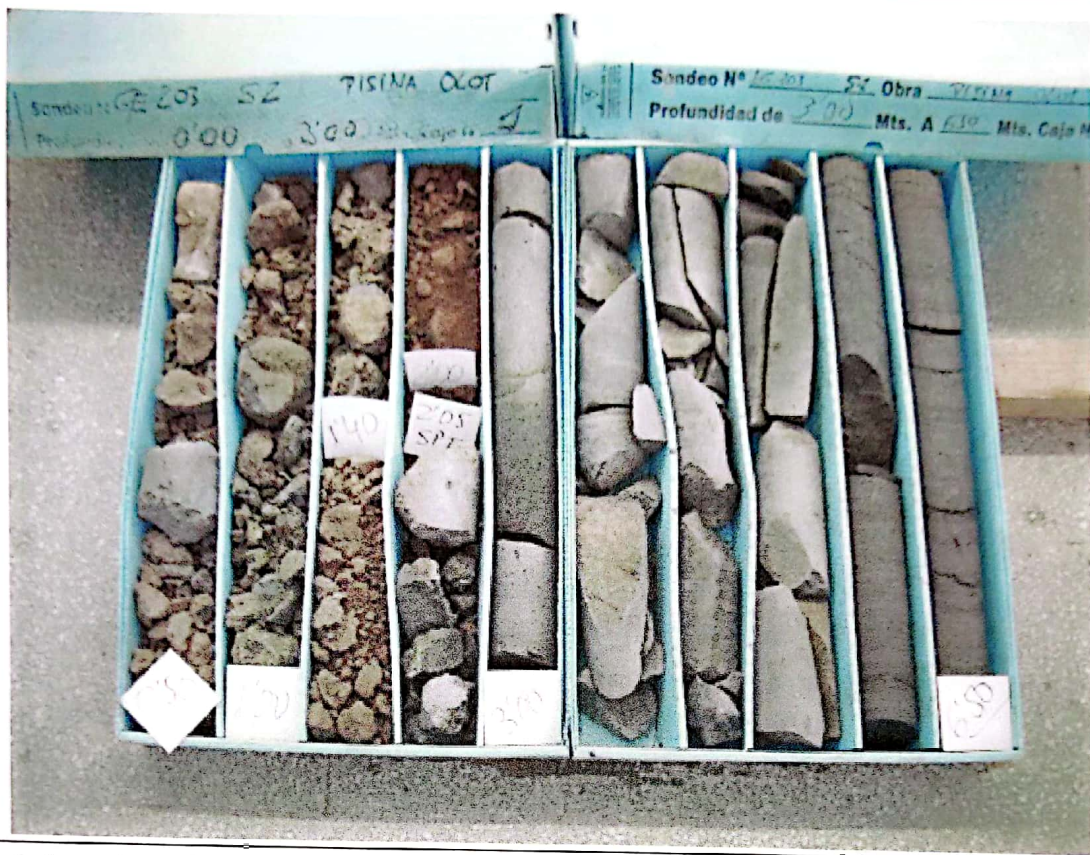
(Exp: 203/00)



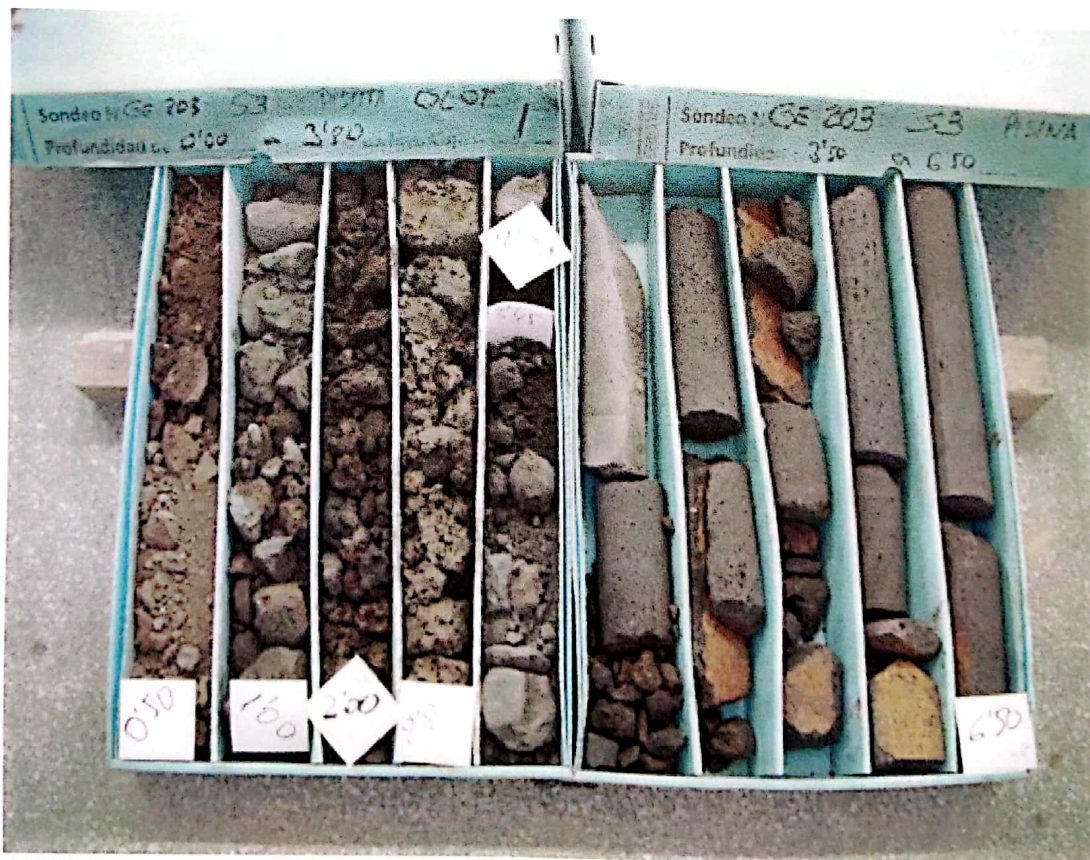
Realització del sondatge 1 amb la penetrosonda TECOINSA TP50-D (11-7-2000).
Parcel·la situada al vial Sant Jordi (Olot)



Caixes de testimonis corresponents al sondatge S-1 (0-5,50 m)



Caixes de testimonis corresponents al sondatge S-2 (0-6,50 m)



Caixes de testimonis corresponents al sondatge S-3 (0-6,50 m)