

**EPS**

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: Projecte d'una passarel·la metàl·lica per a vianants amb tauler de fusta sobre el riu Onyar de Girona

Document: Document número 1: Memòria i Annexes a la memòria

Alumne: Marc Torra Farrés

Director/Tutor: Enric Simon i Madrenas

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica dels Medis Continus i Teoria d'Estructures

Convocatòria (mes/any): 09/2012

Índex de la memòria

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents	10
1.2 Objecte	11
1.3 Especificacions i abast	11
1.4 Normatives	12

2. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT I ESTUDI DEL TERRENY

2.1 Situació i emplaçament	13
2.2 Estudi Geotècnic del terreny	14

3. SELECCIÓ DEL TIPUS DE PASSAREL·LA

3.1 Materials estructurals	16
3.2 Tipologies	17
3.3 Alternatives descartades	18
3.3.1 Alternativa A: Pont penjat amb pilons autoportants	18
3.3.2 Alternativa B: Port atirantat de formigó pretesat	18
3.4 Solució adoptada	19

4. DESCRIPCIÓ DE LA PASSAREL·LA

4.1 Descripció geomètrica	20
4.2 Estructura	20
4.2.1 Biga principal	20
4.2.2 Biga contravents	21
4.2.3 Tauler	21
4.2.4 Unions	22

4.2.5 Fonamentació	23
4.3 Baranes	24

5. ESTRUCTURA

5.1 Accions considerades en el càlcul	25
5.1.1 Accions permanents	25
5.1.2 Accions variables	25
5.2 Estructura metàl·lica	26
5.2.1 Material	26
5.2.2 Perfils estructurals	27
5.2.3 Comprovacions	27
5.3 Fonamentació	29
5.3.1 Materials	29
5.3.2 Tipus de fonamentació	30
5.3.3 Comprovacions	30

6. PROCEDIMENT CONSTRUCTIU

6.1 Treballs previs	32
6.2 Moviments de terres	32
6.3 Construcció de fonaments	32
6.4 Execució de l'estructura metàl·lica	32
6.5 Execució del paviment	33
6.6 Acabats	33
6.7 Retirada dels estintolaments provisionals	33
6.8 Recollida	33

7. SEGURETAT I SALUT	34
8. CONTROL DE QUALITAT	35
9. PRESSUPOST	37
10. CONCLUSIONS	38
11. RELACIÓ DE DOCUMENTS	39
12. BIBLIOGRAFIA	40

ANNEXES A LA MEMÒRIA

13. ANNEX A: CÀLCULS ESTRUCTURALS	41
A.1 Estat de càrregues	42
A.1.1 Accions permanents	43
A.1.1.1 Pes propi biga principal.	43
A.1.1.2 Pes propi biga contravents	44
A.1.1.3 Pes propi tauler de fusta	44
A.1.1.4 Càrrega total permanent	44
A.1.2 Neu	45
A.1.3 Sobrecàrrega d'ús	46
A.1.4 Vent	47
A.1.4.1 Velocitat bàsica del vent	47
A.1.4.2 Velocitat mitjana del vent	48
A.1.4.3 Empenta del vent	49
A.1.5 Aplicació de la sobrecàrrega d'ús horitzontal + Vent	51
A.1.6 Combinació d'accions	52

A.2 Biga principal	54
A.2.1 Càlcul de la secció	55
A.2.2 Biga amb forma corba.	58
A.2.3 Biga corba ELU – SAP2000	58
A.2.3.1 Inserció dels suports.	58
A.2.3.2 Inserció de les càrregues	59
A.2.3.3 Inserció del tipus de secció i de material.	60
A.2.3.4 Resultats	62
A.2.4 Biga corba ELS (Fletxa) – SAP2000	65
A.2.4.1 Fletxa total	65
A.2.4.2 Fletxa permanent	66
A.2.4.3 Fletxa de sobrecàrrega freqüent	67
A.2.5 Bolcada lateral de la biga	68
A.2.6 Abonyegament per tallant de l'ànima	74
A.3 Biga contravents	78
A.3.1 Dimensionament	79
A.3.2 Càlcul dels nusos	84
A.3.2.1 Càlculs Nus amb N	85
A.3.2.2 Càlculs Nus amb T	86
A.3.3 Càlculs d'ELU (Resistència i Pandeig)	87
A.3.3.1 Resistència	87
A.3.3.2 Pandeig	89

- Muntants: Tipus de secció HEB240	91
- Diagonals: Tipus de secció quadrada	94
- Cordó: Biga principal de 1,5 metres.	98
A.3.4 Càlculs d'ELS (fletxa)	101
A.4 Tauler de fusta	103
A.4.1 Càlculs de la càrrega i diagrames	104
A.4.2 Càlculs dels ELU del tauler	106
A.4.2.1 Flexió	106
A.4.2.2 Tallant	106
A.4.2.3 Compressió uniforme a la fibra	106
A.4.2.4 Bolcada lateral	107
A.4.3 Càlculs d'ELS (fletxa)	108
A.5 Fonamentació mitjançant pilots i encepats	109
A.5.1 Pilots	110
A.5.1.1 Càlcul del pilot més carregat	111
A.5.1.2 Càlculs de resistència	112
- "Tope" estructural	112
- Resistència al sòl	112
- Assentament	112
- Armadura pilots	113
- Desplaçament lateral	113
A.5.2 Encepat	115
A.5.2.1 Armadures encepat	115

A.6 Unió fonamentació amb estructura metàl·lica	118
ANNEX B: INFORME GEOTÈCNIC	120
B.1 Introducció	121
B.1.1 Definició de l'obra	121
B.1.2 Informació prèvia a la passarel·la	121
B.1.3 Àmbit de l'estudi en el codi tècnic de l'edificació	121
B.1.4 Objectiu de l'estudi	121
B.2 Treballs realitzats	122
B.2.1 Sondatges	123
B.2.2 Assaigs in situ	124
B.2.3 Mostres agafades	128
B.2.4 Assaigs de laboratori	129
B.3 Caracterització dels materials	130
B.3.1 Estratografia local	131
B.3.2 hidrogeologia	135
B.3.3 Agressivitat de l'aigua al formigó	136
B.3.4 Agressivitat del sòl al formigó	137
B.3.5 Caracterització geotècnica dels materials	138
B.4 Fonamentació	142
B.4.1 Carregues admissibles	143
B.4.2 Assentaments previsibles	149
B.5 Resultats i conclusions	151
B.6 Annexes	157

B.6.1 Columnes estratigràfiques	158
B.6.2 Talls geològics	165
B.6.3 Acta de resultats	169
ANNEX C: ESTDI DE SEGURETAT I SALUT	172
C.1 Memòria	172
1. Antecedents	173
2. Objecte de l'estudi de seguretat i salut	174
3. Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra	175
4. Dades i característiques de l'obra	177
5. Pla de circulació de l'obra	180
6. Control del personal a l'obra	180
7. Mesures preventives en l'organització del treball	181
8. Riscos i mesures preventives relatives al procés constructiu	182
9. Prevenció de riscos professionals	188
10. Maquinària i equips	191
11. Gestió i control de la seguretat	200
12. Prevenció assistencial en cas d'accident	201
13. Costos de mesures de seguretat i salut	202
C.2 Plec de condicions	203
14. Plec de clàusules administratives	204
15. Plec de condicions tècniques particulars	213
C.3 Plànols	217
C.4 Pressupost	219

ANNEX D: CONTROL DE QUALITAT	224
1. Introducció	225
2. Control de qualitat	227
2.1 Control de recepció d'obra	227
2.2 Control de qualitat en l'execució	227
2.3 Control de recepció d'obra acabada	235
3. Valoració econòmica	236
ANNEX E: FOTOGRAFIES DE LA ZONA	238

1. INTRODUCCIÓ.

1.1 Antecedents

L'acer és un material que resisteix el desgast, es capaç d'absorbir energia sense produir-se fissures en ell, és fàcil de maquinari i poder aconseguir moltes formes desitjades i és un material de gran duresa que costa penetrar en ell.

Gràcies a aquest material en l'àmbit de la construcció i en Enginyeria Civil és un material molt utilitzat gràcies a les seves grans característiques.

Amb el pas del temps, la investigació i la experiència de la gent al treballar aquest material van descobrir l'acer corten que és un tipus d'acer de les mateixes característiques que l'acer normal però que a més conté una característica molt important en els materials que estan a la intempèrie. Conté una composició química que fa que la seva oxidació tingui unes característiques particulars que protegeixen la peça realitzada amb aquest material en front a la corrosió atmosfèrica sense perdre pràcticament les seves característiques mecàniques.

És per aquest motiu que l'acer corten s'ha estès molt en els últims anys en l'àmbit de la construcció d'estructures d'exterior com ara són ponts, passarel·les, figures d'art i tot tipus de construcció d'acer per exterior.

La passarel·la s'ubicarà al principi del riu Onyar a la ciutat de Girona, on les lleres comencen a ser transitables, tal com mostra la figura 1. Aquesta ubicació està situada entre el carrer del Carme i el carrer d'Emili Grahit. El pas més proper per passar d'un costat de riu a l'altre es troba a 500 m de la zona on es pretén

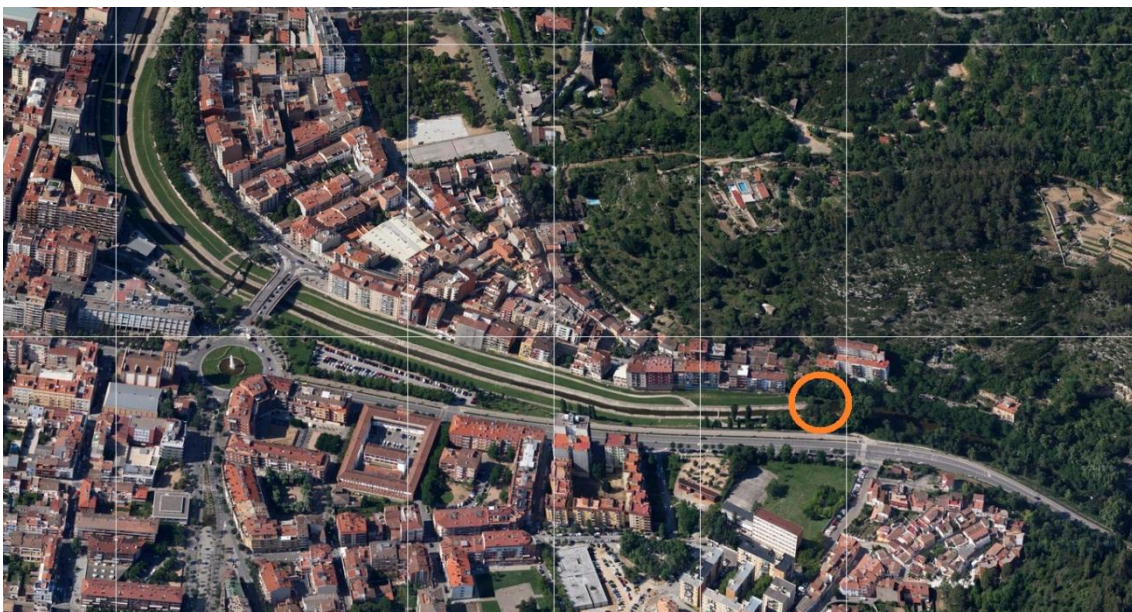


Figura 1: Situació de l'emplaçament.

1.2 Objecte

El present treball té com a objecte la realització del projecte (disseny, càlcul i construcció) d'una passarel·la d'acer sobre el riu Onyar a Girona al seu començament de la zona transitable a la llera del riu, que permeti el pas de vianants i vehicles rodats no motoritzats, incloent cadires de rodes, bicicletes, carros de la compra i cotxets d'un costat a l'altre del riu. Per aconseguir un disseny òptim sense necessitar d'utilitzar més material del necessari es decideix realitzar una passarel·la amb forma corba i un estudi de la biga principal aplicant el mètode dels elements finits a través d'un programa comercial.

1.3 Especificacions i Abast

Mitjançant un estudi comparatiu entre diferents tipus de passarel·les construïdes fins al moment s'han configurat les següents especificacions.

En quant a característiques mecàniques, l'estructura ha de tenir un comportament segur i resistent tant de la passarel·la en si com de tots els elements que la conformen en la subjecció.

Els elements de subjecció han de ser correctament dissenyats i calculats per tal que puguin transmetre els esforços al tipus de terreny que hi ha al costat del riu de la ciutat de Girona.

Les dimensions de la passarel·la que haurà de complir per tal de satisfer les necessitats de l'usuari, seran de uns 50 metres de llargada per tal de poder comunicar bé les dos besants i una amplada de uns 4 metres per tal de poder garantir un gran pas de persones sense que hi hagi gran acumulació.

Es tindran que optimitzar les seccions per tal de introduir el mínim material sense comprometre la seguretat i l'estabilitat de l'estructura. Així mateix el material amb que elaborarem la passarel·la sigui altament resistent a la corrosió ja que estarà a la intempèrie tota la seva vida útil. Ha de ser una passarel·la que es pugui muntar i traslladar a la seva zona d'utilització mirant de no necessitar molts dies.

La passarel·la ha de tenir un manteniment zero, o en tot cas el mínim possible.

Es compliran en tot moment les normatives vigents de seguretat. S'evitaran tot tipus de cantells vius i amb una altura entre el terra de la passarel·la i la zona alta adequada perquè un nen l'hi sigui impossible de caure.

1.4 Normatives

La normativa actual per el càlcul d'estructures d'acer estructural és la següent:

- La instrucció sobre les accions a considerar en el projecte de ponts de carretera i passarel·les és la IAP-98, que s'ha redactat tenint en compte les línies generals definides en la normativa europea, i determina les classes d'accions, els coeficient de ponderació y les combinacions d'accions que hauran de tenir-se en compte per el projecte de ponts de carretera que tinguin una llum inferior a dos-cents metres. Està en tràmit la futura IAP-11.
- El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) és el marc normatiu estructurat que estableix les exigències que es tenen que complir en edificis i estructures en relació amb els requisits bàsics de seguretat i habitabilitat establertes en la Llei d'Ordenació de l'Edificació (LOE). El CTE identifica, ordena i completa la reglamentació tècnica existent i pretén facilitar la seva aplicació i compliment amb harmonia amb la norma europea.
- La Instrucció del Formigó Estructural (EHE-08), té com a objectiu regular el projecte, l'execució i el control de les estructures de formigó, tant en obres d'edificació com en Enginyeria Civil. Per això, la instrucció es configura com un marc d'unitat tècnica coherent amb lo establert en la norma tècnica europea, en particular al grup de normes "EN-1992: Eurocodi 2. Projecte d'estructures de formigó."

2. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT I ESTUDI DEL TERRENY.

2.1 Situació i emplaçament

La passarel·la per a vianants s'ubicarà al municipi de Girona concretament sobre el riu Onyar per connectar el carrer del Carme i el carrer d'Emili Grahit.

Girona és una ciutat al nord-est de Catalunya, capital de la comarca del Gironès i de la província de Girona. Està situada a l'anomenat pla de Girona a la confluència dels rius Onyar, Güell, Galligants i Ter, a una altura de 70 metres sobre el nivell del mar.

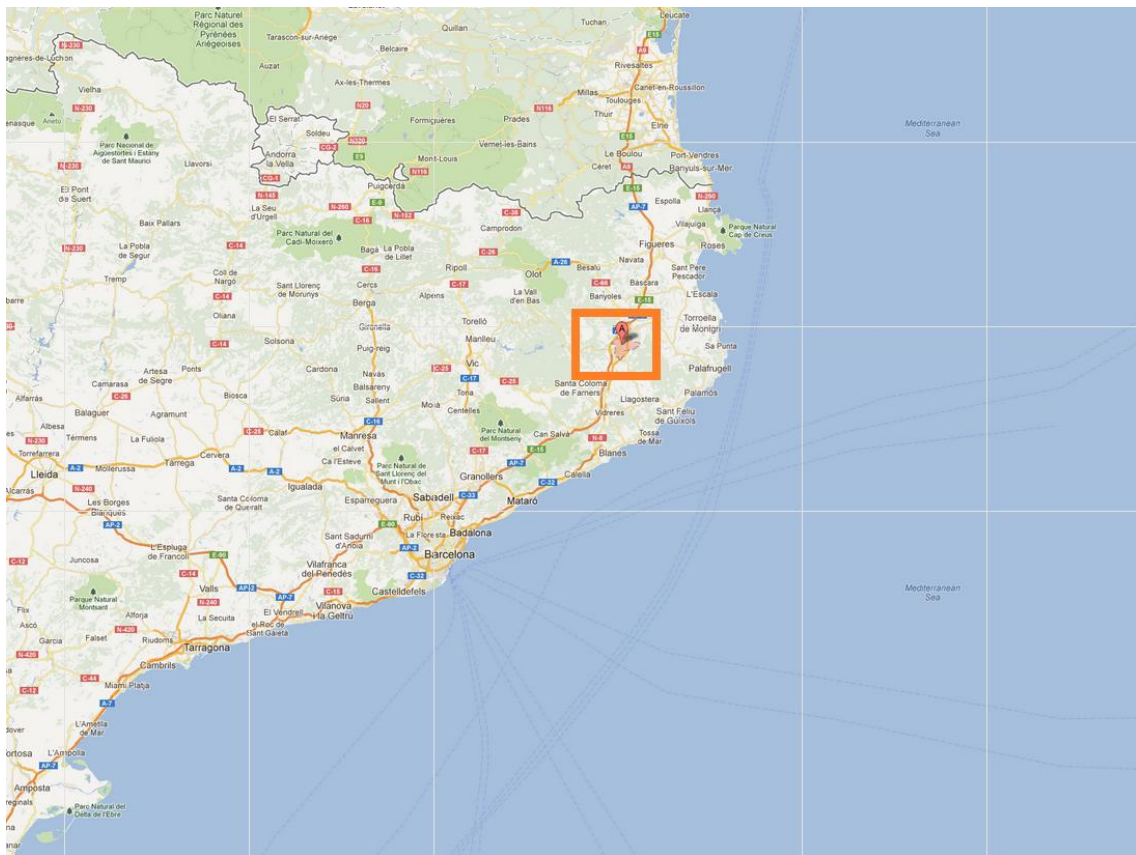


Figura 2: Plànol de situació de la ciutat de Girona dins de Catalunya.

La passarel·la pretén millorar la comunicació i facilitar la circulació dels vianants entre el final del barri de Montilivi en la seva zona baixa que es una zona amb molts pisos i una de les entrades des de la N-II a la ciutat i la zona de carrer del Carme on es situa el cementiri municipal.

Girona també es coneix com la ciutat dels ponts ja que en el pas del riu Onyar per la ciutat conté 8 ponts. Tot i la gran quantitat de ponts, el més pròxim a la zona es troba a 400 metres, això fa que entre anar al pont tornar i travessar-lo hagi de fer 1000 metres quan amb la nova passarel·la estalviaràs temps i caminar.

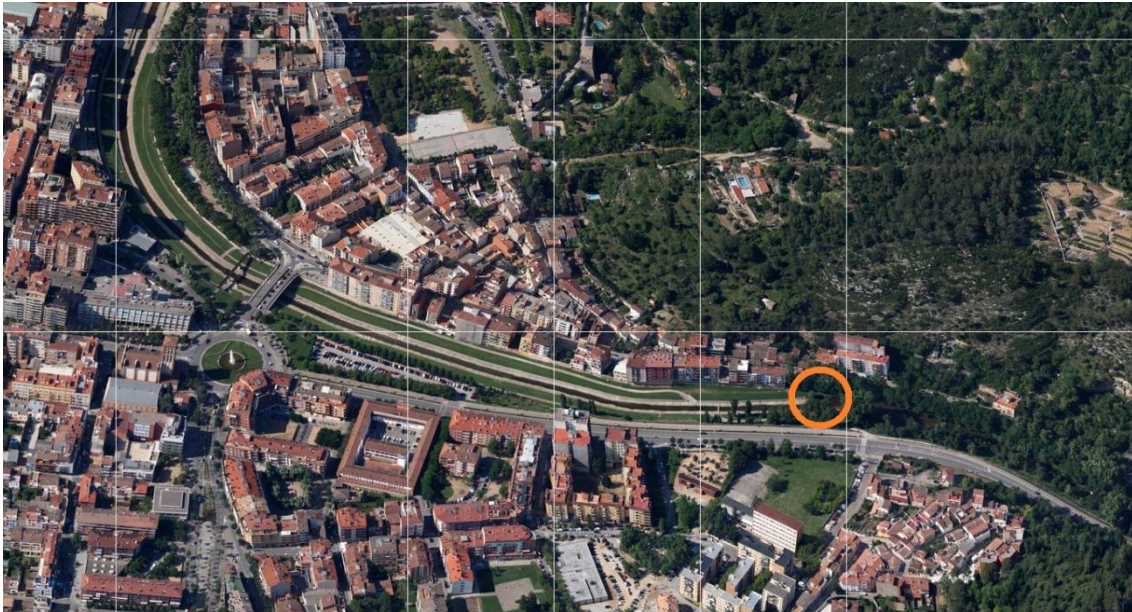


Figura 3: Vista aèria de la situació de la passarel·la.

Les dos zones on construirem estructures de fonamentació per subjectar la passarel·la són espais públics i no tindrem que reclamar cap modificació de terreny per poder construir la passarel·la. La distància que ha de salvar la passarel·la és de 48 metres.

2.2 Estudi Geotècnic del terreny

Abans de la realització del projecte s'ha demanat a la empresa CECAM ubicada al polígon industrial de Celrà un estudi Geotècnic del terreny on volem situar la passarel·la per tal de poder calcular amb exactitud els elements de fonamentació i garantir que transmeten correctament totes les càrregues de la passarel·la al sòl.

En el terreny s'ha realitzat tres sondatges a una profunditat de uns 20 metres cada un i varis assaigs S.P.T. i s'ha recollit el material per tal d'identificar les característiques del terreny. S'han identificat 4 nivell, el primer dels 4 és el nivell R format per rebliments i amb una potència de 1,20 a 1,50 metres de fundaria; el segon el Nivell A, format per sorres argiloses de color marró amb una potència de 0,30 a 1,20 metres; el tercer el nivell B amb sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles amb una potència de 6 a 7,5 metres; finalment el Nivell C format per una successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles amb una potència de 10,20 a 14,00 metres reconeguts.

El nivell freàtic de l'aigua es troba a 6 metres de fundaria.

També s'ha analitzat l'aigua per determinar l'agressivitat d'aquesta vers el formigó i no s'ha trobat cap indicatiu que l'ataqui i el pugui malmetre.

Totes les fundaries indicades prenen com a referència la superfície del carrer del Carme.

En quant a fonamentació per a la realització de fonamentació profunda que es el que ens pertoca per a la fonamentació de la passarel·la aquesta s'ha d'ancorar directament en l'estrat de Nivell C amb una resistència unitària admissible per fust de $0,04 \text{ Kg/cm}^2$ i una resistència unitària admissible per punta de $15,23 \text{ Kg/cm}^2$ amb un assentament de $d/25$ a $d/30$ essent d el diàmetre del pilot.

En la figura 3 es mostra un tall geològic del terreny analitzat.

L'estudi Geotècnic complet es troba en l'annex B d'aquest mateix document.

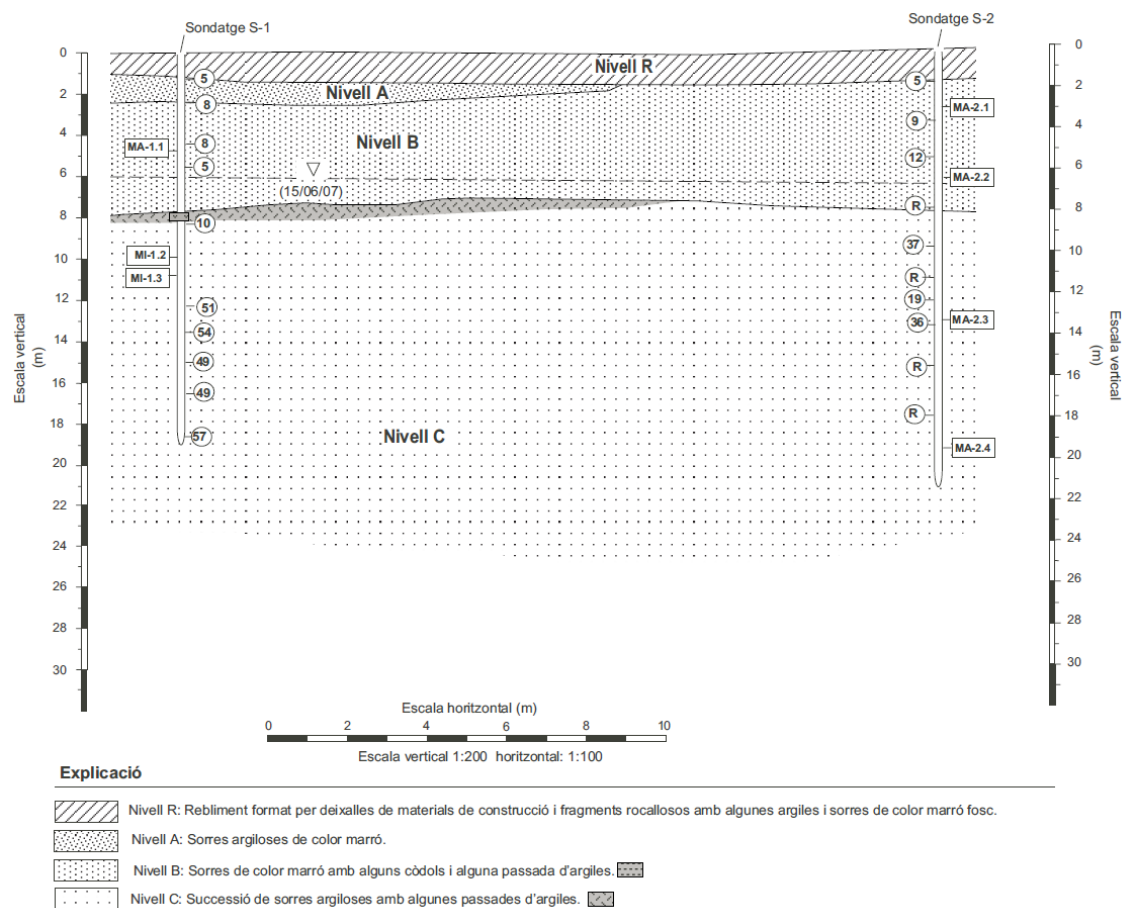


Figura 4: Tall geològic del terreny analitzat amb el tipus de sòl.

3. SEL·LECCIÓ DEL TIPUS DE PASSAREL·LA

La ubicació de l'estructura sobre un riu en un entorn urbà, comporta que la passarel·la tingui un impacte visual important. Per aquest motiu, el comportament estètic del projecte juga un paper important juntament amb la seguretat estructural, l'aptitud pel servei i l'economia.

És evident que la seguretat estructural és el més important dels quatre requisits, seguit de l'aptitud al servei, i s'ha buscat assolir un adequat equilibri entre estètica i economia.

Per tant, l'objectiu alhora d'escollir la tipologia de la passarel·la ha estat el d'adoptar una concepció estructural encertada caracteritzada per una selecció adequada tant del sistema estructural, com de la fonamentació i muntatge i que, a més a més, s'integri en l'entorn.

S'ha realitzat un estudi de les diferents tipologies i materials possibles per a la construcció de passarel·les per a vianants, que ens permetés tenir una visió general de les característiques i avantatges de cadascuna d'elles, i així poder determinar quina era la més adequada a l'hora de dissenyar la passarel·la objecte d'aquest treball.

Un altre àmbit important a l'hora de l'elecció ha estat les capacitats per part de l'enginyeria a l'hora de calcular tots els elements estructurals.

3.1 Materials estructurals

Els materials descartats inicialment per als elements resistents de la passarel·la han estat els següents:

- Maçoneria i materials ceràmics degut a les seves altes restriccions resistents, fragilitat, dificultat d'ús i elaboració, mitjans d'obra costosos, ...
- Ferro degut a les seves baixes característiques resistents i de posada en obra en comparació amb altres materials metàl·lics.
- Formigó armat, que no s'utilitza en cap element amb esforços flectors predominants.
- Fusta pel seu elevat cost de manteniment.
- Perfils de materials plàstics, compostos, perfils pultrusionats de fibra de vidre,... per l'elevat cost del material.

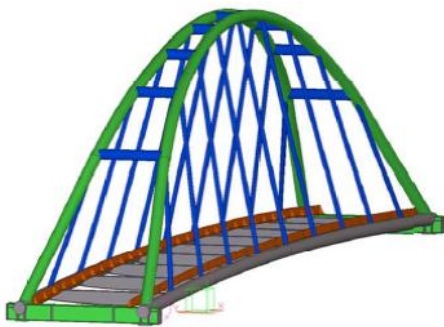
Els materials plantejats per als elements resistents de la passarel·la han estat:

- Acer en perfils laminats.
- Acer corten per l'estructura metàl·lica principal.
- Formigó armat, limitant el seu ús a la fonamentació, piles i arcs.
- Acer inoxidable.
- Fusta d'exterior. Tot i el seu cost en manteniment és una de les millors opcions per fer la zona transitable de la passarel·la.

3.2 Tipologies

Les tipologies que s'utilitzen habitualment per a les passarel·les per a vianants que comuniquen dos punts a la mateixa cota, són les mateixes que per als ponts, però amb una escala menor:

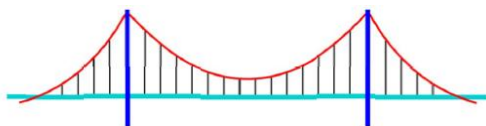
- Ponts arc
- Ponts biga
- Ponts penjats
- Ponts atirantats



Pont Arc



Pont biga



Pont penjat



Pont atirantat

Figura 5: Diferents estructures per realitzar passarel·les.

Inicialment s'ha descartat la tipologia de pont amb biga recta ja que s'ha considerat que és una opció que per salvar grans llums has d'aplicar molt de material estructural per complir les condicions de fletxa admissible que demanen les normatives.

3.3 Alternatives descartades

3.3.1 Alternativa A: Pont penjat amb pilons autoportants i tauler metàl·lic.

Es tracta d'una passarel·la penjant amb dos pilons verticals autoportants als quals arriben les dues catenàries de les quals es suspèn el tauler mitjançant tirants verticals.

Els inconvenients que presenta aquesta alternativa són els següents:

- Aquesta disposició presenta com a problema principal de funcionament estructural la falta de rigidesa, que en el cas de passarel·les per a vianants pot ocasionar problemes de ressonància i de vibracions molestes per als usuaris.
- L'estètica moderna d'aquest tipus de passarel·la podria no integrar-se adequadament amb l'entorn rústic de l'emplaçament ja que la resta de ponts no tenen elements que sobresurtin d'ells.

3.3.2 Alternativa B: Pont atirantat de formigó armat pretesat

Es tracta d'una disposició atirantada d'un únic vano que es realitza amb formigó armat pretesat per donar rigidesa a l'estructura.

Al realitzar-se amb formigó armat pretesat, els tirants aporten la funció de recolzament intermedi i també aporten una compressió addicional al tauler que complementa el pretesat longitudinal d'aquest.

Els inconvenients que presenta aquesta alternativa són els següents:

- Invasió de la carretera del carrer del Carme per part dels tirants de contrapesos.
- Estructura amb un elevat cost de realització i un temps d'execució llarg ja que no es permet cap tipus de prefabricat.
- Estructura amb unes dimensions desproporcionades amb un entorn d'edificis de poca alçada i obstacles naturals com arbres.
- L'estètica moderna d'aquest tipus de passarel·la podria no integrar-se adequadament amb l'entorn rústic de l'emplaçament ja que la resta de ponts no tenen elements que sobresurtin d'ells.

3.4 Solució adoptada

La solució adoptada és un mix entre passarel·la biga i passarel·la amb arc. La passarel·la conté dos bigues principals amb forma d'arc. La ubicació de l'estructura recomana un disseny formal cuidat. Conseqüentment, s'ha optat per donar protagonisme a la geometria dels arcs.

Es tracta d'una passarel·la amb dos bigues principals amb forma d'arc inclinats 7° cap a l'exterior, amb una biga contravent seguint la biga corba formada per perfils laminats i uns rigiditzadors cada dos metres per ajudar a transmetre la càrrega del vent a la biga principal.

Pel que fa a l'estètica i integració amb l'entorn, també sembla ben resolta, ja que l'arc és una forma convencional que s'adequa a l'entorn rústic de l'emplaçament. Tot i això és un punt difícil de valorar degut a que respon a criteris subjectius.

Pel que fa a l'economia de construcció i manteniment, és la pròpia de qualsevol estructura metàl·lica, que tot i tractar-se d'un material més car que el formigó, s'utilitza molt menys material per obtenir les mateixes característiques resistents i de rigidesa. A més a més té l'avantatge de no necessitar encofrats ni cintres costoses, només estintolaments provisionals senzills.

Una altra avantatge és que l'estructura es realitza íntegrament al taller amb un elevat control de qualitat, cuidant l'execució, i realitzant-se a l'obra només l'assemblatge o soldadura d'unes poques peces entre sí per obtenir l'estructura completa, la qual cosa permet un període d'execució curt.

Un dels altres avantatges és el manteniment. Al utilitzar acer corten que conté una oxidació a la seva capa exterior que protegeixen la peça realitzada amb aquest material enfront de la corrosió atmosfèrica sense perdre pràcticament les seves característiques mecàniques.

4. DESCRIPCIÓ DE LA PASSAREL·LA

4.1 Descripció geomètrica

La solució adoptada és la d'una passarel·la amb doble biga principal amb forma d'arc d'estructura metàl·lica.

Les dimensions de la passarel·la són de 48 metres de longitud i 4 metres d'amplada, deixant un pas per a la circulació de vianants de 3,7 metres d'amplada.

L'alçada de l'arc és de 1,4 metres.

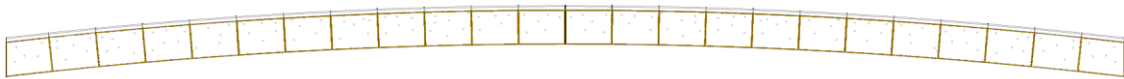


Figura 6: Vista en alçat de la passarel·la.

4.2 Estructura

4.2.1 Biga principal

Les bigues principals són l'element resistent de la passarel·la. Segueixen una directiu de paràbola inclinada 7° cap a l'exterior respecte la horitzontal.

Tenen una forma de biga amb doble T d'alçada 1,5 metres i ales de 30 centímetres. Estan construïdes amb xapa d'acer corten de guix 20 mil·límetres i rigiditzadors del mateix material cada 2 metres de llargada.

El material tal com s'ha dit es acer corten S 355 JWP.

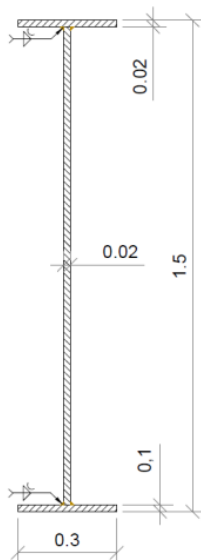


Figura 7: Secció de la biga principal en acer corten S 355 JWP

Com tota biga armada o d'acer, la zona comprimida té tendència a l'abonyegament. Perquè això no passi s'hi posen uns rigiditzadors en setit perpendicular a l'ànima que rigiditzen la zona comprimida; situats cada 2 metres.

Aquests rigiditzadors compleixen la premissa que diu la norma de que han de complir una distància de quaranta vegades el radi dinèrcia ($40 \cdot i$).

Aquests rigiditzadors no estan col·locats de qualsevol manera, també estan enganxats als muntants de la biga contravents i així ajuden a transmetre la càrrega del vent a la biga principal.

4.2.2 Biga contravents

Estructuralment la biga contravents està formada per perfils laminats en forma d'encavallada tipus Pratt.

En aquesta estructura les barres estan inclinades formant una V, de manera que les diagonals estan sotmeses a tracció mentre que les barres verticals es comprimeixen. Això presenta avantatges amb l'acer, ja que els elements en tracció no tenen problemes encara que siguin llargs mentre que els sotmesos a compressió poden presentar problemes de vinclament a mesura que augmenta la seva longitud.

Els muntants estan formats per bigues HEB240, les diagonals per perfils quadrats de 80x80x12,5 i els cordons els formen la biga principal.

Els cordons i els muntants van soldats directament l'un contra l'altre de forma perpendicular per la seva part més baixa. Els cordons estan col·locats cada dos metres al llarg de la biga principal.

En canvi les diagonals s'ajunten a la biga principal i als muntants a través d'unes plaques per assegurar que formen una articulació. Es col·locaran diagonals en els dos sentits formant una creu de sant Andreu perquè el vent pot venir per els dos costats del pont i s'uniran entre si amb una placa al mig per evitar problemes de vinclament.

La figura 8, mostra com per fer la biga contravents s'han creuat bigues formant creus de sant Andreu per poder aguantar els esforços del vent.

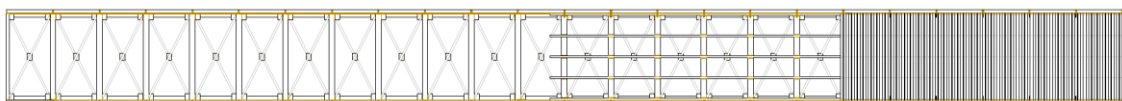


Figura 8: Vista en planta de la passarel·la on es veuen les creus per contrarestar la força del vent.

4.2.3 Tauler

Estructuralment, el tauler ha de complir la funció de zona de trànsit de vianants conduint les càrregues als tirants.

Els taulers estan construïts per taulers de fusta estructural d'exterior amb característiques C16, amb unes dimensions de 7x11 centímetres de secció i una longitud de 4 metres de llargada. Aquests taulers portaran gravades 3 línies al llarg de la seva longitud per evitar el lliscament dels vianants. Aquests taulers estan separats entre sí una distància de 10 mil·límetres.

4.2.4 Unions

Tal com s'ha dit en l'apartat 4.2.2 les bigues de la biga contravents estan unides als cordons i als muntants amb plaques del mateix material de 10 mil·límetres de gruix per garantir el correcte traspàs de càrregues cap a la biga principal.

Els taulers de fusta estaran subjectats sobre uns perfils omega de secció OF 60.3.0 que aniran soldats sobre la biga contravents al llarg de la passarel·la.

Aquests perfils aniran separats entre sí una distància de 91 centímetres fent que proporcionin cinc punts de recolzament als taulers de fusta.

Aquests taulers s'uniran al perfil omega mitjançant pies alades auto perforants ajudant a la perfecte unió de fusta amb estructures metàl·liques i sense necessitat de realització prèvia de forats.

La unió de totes les peces es realitzarà amb soldadura. Aquesta tindrà que estar comprovada mitjançant radiografies de soldadura per garantir-ne la continuïtat i el bon funcionament d'aquestes.

Per unir la biga principal amb l'encepat s'utilitzaran cargols roscats de mètric 25. Concretament 48 cargols, 24 a cada biga principal, 12 a la part interna i 12 a l'externa. A l'altre costat de la biga també es farà igual.

A continuació, a la figura 9, es veu un tall en secció del pont on es poden veure tots els elements esmentats.

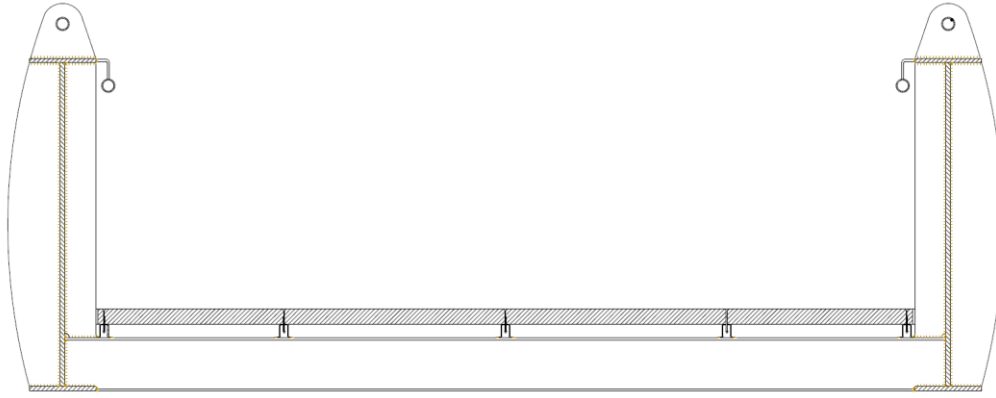


Figura 9: tall en secció de la passarel·la.

4.2.5 Fonamentació

La fonamentació té la missió de transmetre els esforços existents de l'estructura al terreny.

El tipus escollit per aquesta estructura és una fonamentació profunda mitjançant pilots i encepats de formigó armat.

Es realitzarà amb dos encepats de formigó armat amb un encaix per poder assentar cada extrem de la passarel·la. Aquests encaixos estan en el centre de l'encep i impedeixen tots els moviments en el pla horitzontal. Els encepats són rectangulars de 9,60 x 6,00 metres i 4,00 metres de profunditat. Es realitzaran amb formigó HA-25/B/40/Ila, al damunt d'una capa de 10 cm de formigó de neteja.

L'armat es realitzarà amb diferents tipus de rodons per tal de complir la normativa. Els tipus de rodons estan especificats en el document número 2: Plànols, en el plànol número 007 i en l'annex A de càlcul d'aquest mateix document.

Els encepats transmetran els esforços al terreny mitjançant pilots.

Aquests pilots tenen un diàmetre de 1,2 metres i una longitud de 14,3 metres des de sota l'encep. Contindran un armat de 12 rodons de 16mm i cercles de diàmetre 8mm cada 25 centímetres al llarg del pilot.

Cada encep conté 6 pilots repartits amb 2 files de 3 al llarg de la longitud de la passarel·la. Aquest pilots van plens del mateix tipus de formigó que l'encep i entren 10 centímetres dins l'encep per garantir la continuïtat i el traspàs de càrregues.

S'han col·locat 3 pilots al llarg de la longitud de la biga per evitar desplaçaments grans a la punta del pilot.

Aquests pilots abans de col·locar l'encep i la passarel·la al seu damunt es comprovarà la seva integritat amb el control de integritat de pilots que mitjançant un aparell que dones un cop al cap del pilot, mitjançant les ones del cop et diu la seva longitud i saps si està en bones condicions o s'ha trencat.

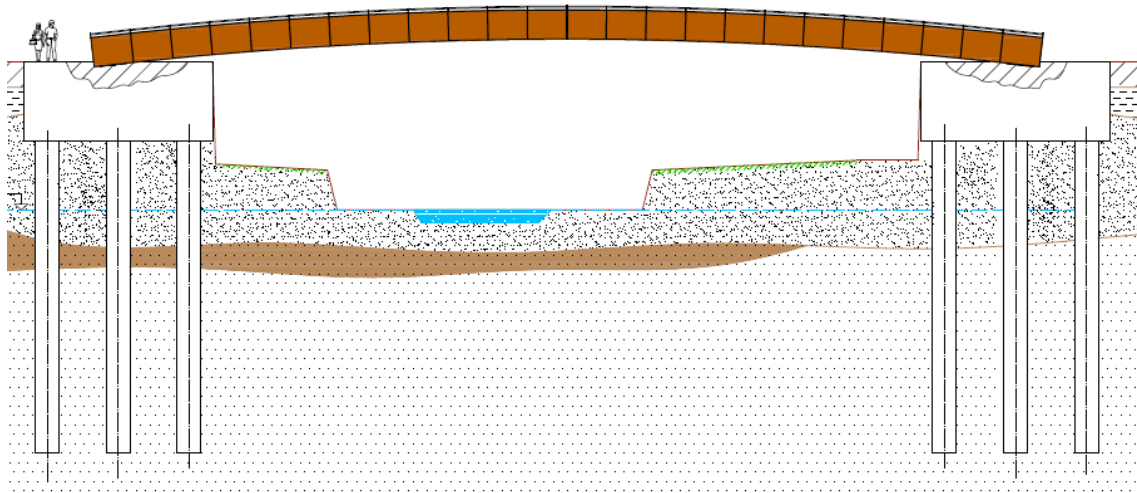


Figura 10: Vista del conjunt amb la passarel·la i els elements de fonamentació.

4.3 Baranes

Les baranes estan formades per rodons d'acer inoxidable a dos altures. Aquests rodons tenen un diàmetre de 6 centímetres. La barana més alta està a 1,3 metres per sobre del tauler de fusta a la part final dels rigiditzadors. Laltre barana està a 1 metre sobre els taulers i aquesta va unida a la biga principal mitjançant perns també d'acer inoxidable.

S'han col·locat dos baranes per ajudar a tot tipus de persones a creuar la passarel·la tant gent d'avançada edat com nens petits.

Aquestes baranes d'acer inoxidable tenen un avantatge, que encara que els hi toqui el sol tot el dia les pots tocar i no et cremes.

5. ESTRUCTURA

A continuació es definiran quins són els elements que formen l'estructura d'aquesta passarel·la així com les seves característiques, les accions considerades per al càlcul i les comprovacions que s'han dut a terme.

A l'annex A de càlcul de l'estructura es detallen i justifiquen tots els càlculs realitzats i s'amplia tota la informació que es presenta en aquest capítol.

5.1 Accions considerades en el càlcul

A continuació es presenta una llista de les accions considerades en el càlcul de la passarel·la. Els valors i les justificacions es detallen a l'annex A de càlcul d'aquest mateix document.

5.1.1 Accions permanents

- a) Pes propi de la biga principal.
- b) Pes propi de la biga contravents.
- c) Pes propi del tauler de fusta.

5.1.2 Accions variables

- a) Sobrecàrrega d'us
- b) Accions climàtiques
 - Vent
 - Neu

Els factors de seguretat emprats per a les accions, així com les combinacions d'accions que s'han realitzat, es detallen a l'annex de càlcul de l'estructura, i s'han determinat segons les prescripcions de la IAP per a les comprovacions de l'estructura metàl·lica, i les prescripcions de la EHE per al càlcul i comprovacions de la fonamentació.

5.2 Estructura metàl·lica

5.2.1 Material

El material dels perfils que formen l'estructura metàl·lica és acer corten S 355 JWP i acer S 275 JR. Les propietats d'aquests materials són les següents

Mòdul d'elasticitat	$E=210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficient de Poisson	$\nu=0.3$
Coefficient de dilatació lineal	$\alpha=1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densitat	$\rho=7850 \text{ Kg/m}^3$
Resistència característica	$f_y=275 \text{ N/mm}^2$

Taula 1: Propietats de l'acer.

Mòdul d'elasticitat	$E=210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficient de Poisson	$\nu=0.3$
Coefficient de dilatació lineal	$\alpha=1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densitat	$\rho=7850 \text{ Kg/m}^3$
Resistència característica	$f_y=355 \text{ N/mm}^2$

Taula 2: Propietats de l'acer corten.

Tal com mostren les equacions 1 i 2 que tenim a continuació, la resistència de càlcul del material és la següent:

· Acer:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{275 \text{ MPA}}{1,05} = 261,9 \text{ MPA} \quad (\text{Eq.1})$$

· Acer corten:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{355 \text{ MPA}}{1,05} = 338,1 \text{ MPA} \quad (\text{Eq.2})$$

On γ_{MO} és el coeficient parcial de seguretat de l'acer i l'acer corten per a les comprovacions dels ELU.

5.2.2 Perfils estructurals

A l'estructura s'utilitzen perfils laminats de diferents seccions:

- Perfil HEB240 (Color Blau)
- Perfil quadrat de 80x80x12,5mm (Color Rosa)
- Perfil omega OF60.3.0 (Color Verd)

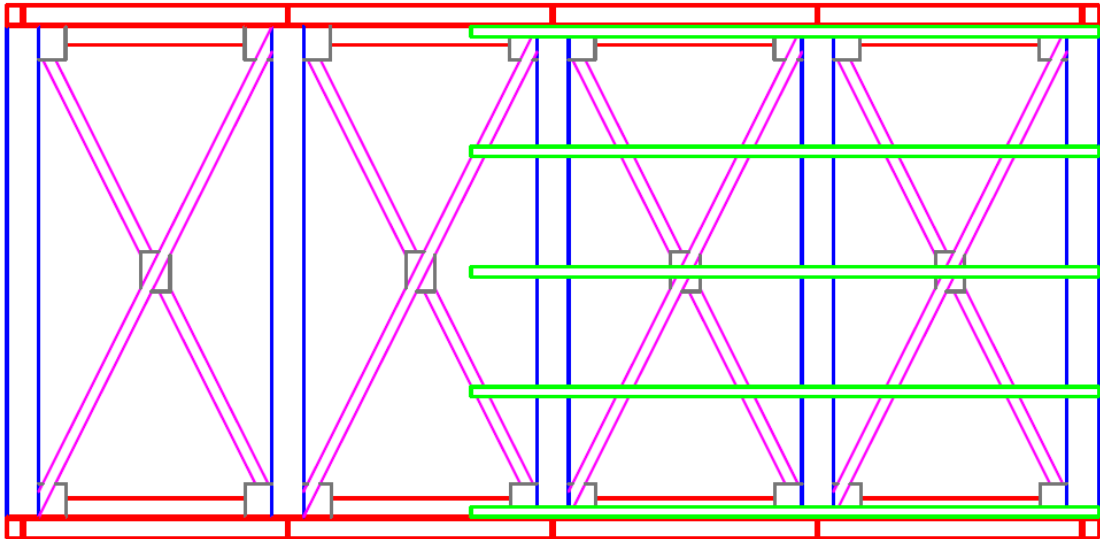


Figura 11: Vista en planta de l'estructura d'acer on es detallen els perfils.

El color vermell representa la biga principal, i el color gris, són les plaques per ajuntar els perfils quadrats als muntants i cordons.

5.2.3 Comprovacions

Per a cada situació de càlcul s'han dut a terme les comprovacions corresponents als estats límits de servei i als estats límits últims.

Estats Límits de Servei (ELS)

- Estat límit de deformació.

En passarel·les per vianants, la fletxa deguda a l'actuació de les sobrecàrregues freqüents establertes per la IAP, no superarà el valor de $L/1200$, sent L la llum de l'obertura.

$$\text{En tots els casos es compleix: } f_{\max} \leq f_{adm} \quad (\text{Eq. 3})$$

Estats Límits Últims (ELU)

- Estat límit de resistència de seccions.

Per a la comprovació de les seccions s'han utilitzat criteris basats en les distribucions elàstiques de tensions.

Segons aquest criteri, a cap punt de les seccions, les tensions de càlcul combinades conforme criteri de plastificació de Von Mises han de superar la resistència de càlcul.

$$\sigma_{comb} \leq f_{yd} \quad (\text{Eq. 4})$$

S'han comprovat totes les barres de l'estructura per a totes les combinacions, i en tots els casos es compleix la condició.

- Elements finits.

Per a obtenir una secció optima sense tenir-hi més material del compte s'ha fet un estudi amb elements finits amb el programa informàtic SAP2000 de la biga principal.

Per fer això s'ha mallat tota la biga amb elements Shell i se'ls ha donat el gruix que tenen, llavors s'han aplicat les càrregues i les restriccions tant d'encastament com temperatura i s'ha calculat.

Amb les mides donades a la biga estem just al límit ja que una mica més prima ja trencaria per el lloc on acaben els apoiments i comença el voladís de la passarel·la.

5.3 Fonamentació

La fonamentació té la missió de transmetre els esforços existents de l'estructura al terreny.

5.3.1 Materials

- Formigó HA-25/B/40/Ila per a la fonamentació:

Resistència característica	$F_c = 25 \text{ N/mm}^2$
Consistència	Tova
Dimensió màxima de l'àrid	40 mm
Tipus d'ambient	Ila

Taula 3: Característiques del formigó HA-25/B/40/Ila.

En l'equació 5, es mostra la resistència de càlcul del material és:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Eq. 5})$$

γ_c és el coeficient parcial de seguretat del formigó per a les comprovacions dels ELU a les fonamentacions.

- Acer B 400 S per a les armadures de la fonamentació:

Resistència característica	$F_y = 400 \text{ N/mm}^2$
Classe d'acer	Soldable
Allargament	$\geq 14 \%$
Tipus d'ambient	$\geq 440 \text{ N/mm}^2$

Taula 4: Propietats de l'acer de les armadures.

En l'equació 6 es mostra la resistència de càlcul del material és:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347,83 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Eq. 6})$$

γ_s és el coeficient parcial de seguretat de l'acer per a les comprovacions dels ELU a les fonamentacions.

5.3.2 Tipus de Fonamentació

El tipus de fonamentació escollida per a aquesta estructura és una fonamentació profunda mitjançant pilots i encepats de formigó armat.

La fonamentació de l'estructura es realitzarà amb dos encepats de formigó armat i 6 pilots per transmetre tota la força al terreny.

Els encepats tenen unes dimensions de 9,6 x 6 metres i 4 metres de profunditat.

L'armat es realitzarà amb varis tipus de rodons per complir totes les exigències de resistència que necessiten els encepats.

Els tipus de rodons els podem trobar a l'annex A de càlcul d'aquest mateix document o al document número 2: Plànols, en el plànol número 007 de armadures de l'encepat.

Els pilots es realitzaran amb una barrina. Tenen un diàmetre de 1,2 metres i en el seu interior s'hi col·locarà 12 rodons de 16mm al llarg de la seva longitud, i cercles de rodons de 8mm cada 25 centímetres per lligar les barres i evitar el pandeig.

5.3.3 Comprovacions

- Tope estructural

La verificació del "TOPE" estructural requereix que es compleixi la següent condició exposada en l'equació 7 per evitar que no carreguem més del que pot transmetre el pilot:

$$\frac{Q_{pilot}}{\frac{\pi \cdot \phi^2}{4}} \leq R_p \quad (\text{Eq. 7})$$

S'han realitzat els càlculs pertinents, i s'ha comprovat que compleix el "TOPE" estructural.

- Transmissió dels esforços al terreny

Aquesta comprovació és important ja que tota la força que baixa per un pilot ha de poder transmetre-la al terreny per tal que el conjunt de la fonamentació treballi correctament.

La condició que hem de complir es mostra en l'equació 8:

$$\frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot Rp + \sum \pi \cdot \phi \cdot L_{estrat} \cdot Rf \geq Q_{pilot} \quad (\text{Eq. 8})$$

6. PROCEDIMENT CONSTRUCTIU

L'organització i desenvolupament de l'obra es duu a terme mitjançant la divisió en fases, que es detallen a continuació.

6.1 Treballs previs

En aquesta primera fase es duran a terme les següents accions:

- Senyalització i abalisament de les obres.
- Creació d'accessos directes a l'obra i d'espais per a l'emmagatzematge i treballs auxiliars, adequats per la maquinària, mitjançant esbrossada i esplanació dels camins i zones que es decideixin crear.
- Esbrossada i tala d'arbres que puguin fer nosa per als moviments de la grua i per a la col·locació de la passarel·la.

6.2 Moviments de terres

La fase de moviment de terres inclou:

- Excavació dels pilots i de les rases per als enceps dels fonaments.
- Execució de l'esplanada per a l'emplaçament de la grua provisional pel muntatge de l'estructura metàl·lica en el seu lloc.

6.3 Construcció de fonaments

Es procedirà a l'execució dels fonaments de la passarel·la:

- Col·locació de les armadures dels pilots.
- Formigonat dels pilots.
- Execució de l'encofrat de paràmetres vistos i disposició de les armadures dels enceps.
- Formigonat dels enceps.

6.4 Execució de l'estructura metàl·lica

L'estructura metàl·lica es realitzarà en taller i estarà dividida en tres parts que es muntaran directament a obra.

- Transport de l'estructura metàl·lica a l'obra.
- Col·locació dels estintolaments provisionals.

- Muntatge de l'estructura en la seva posició definitiva. La col·locació es farà amb una grua. Aquest procés no es realitzarà amb unes previsions de vent de més de 20Km/h.
- Soldadura per unir les tres parts de l'estructura metàl·lica en una única part.

6.5 Execució del paviment

Aquesta fase inclou la següent acció:

- Col·locació i fixació amb pies alades d'unió entre acer i fusta dels taulers de fusta.

6.6 Acabats

Aquesta fase consisteix en la col·locació de unes xapes a la zona entre l'encep i la estructura metàl·lica per tal que és vegi una estructura rematada i que segueix la direcció del terreny.

6.7 Retirada dels estintolaments provisionals.

- Retirada dels estintolaments provisionals que ajuden a ajuntar les tres parts de la passarel·la en una de sola.
- Demolició del formigó dels fonaments provisionals dels estintolaments de suport.

6.8 Recollida

Per acabar, es realitzaran els treballs associats al final d'obra:

- Retirada de la senyalització provisional d'obres.
- Neteja de paviments i recollida de material residual.

7. SEGURETAT I SALUT

L'Estudi de Seguretat i Salut té com a objectiu establir les bases tècniques, per fixar els paràmetres de la prevenció de riscos professionals durant la realització dels treballs d'execució de les obres del Projecte "Projecte d'una passarel·la metàl·lica per a vianants amb tauler de fusta sobre el riu Onyar de Girona". Així com complir amb les obligacions que es desprenen de la Llei 31 / 1995 i del RD 1627 / 1997, amb la finalitat de facilitar el control i el seguiment dels compromisos adquirits al respecte per part del/s Contractista/es.

S'ha realitzat un estudi detallat dels riscos més freqüents que poden sorgir durant les diferents activitats que es duren a terme a l'obra, i la seva valoració. Per a la previsió d'aquest riscos, s'han previst un conjunt de proteccions, de tipus individual i col·lectiu. Tot el personal rebrà, abans d'ingressar a l'obra, una exposició dels mètodes de treball i els riscos que puguin comportar, conjuntament amb les mesures de seguretat a emprar.

D'aquesta manera, s'integra en el Projecte d'Executiu/Constructiu, les premisses per a les quals el/s Contractista/es constructor/s pugui/n preveure i planificar, els recursos tècnics i humans necessaris per a l'acompliment de les obligacions preventives en aquest centre de treball, de conformitat al seu Pla d'Acció Preventiva propi d'empresa, la seva organització funcional i els mitjans a utilitzar. Havent de quedar tot allò recollit al Pla de Seguretat i Salut, que haurà/n de presentar-se al Coordinador de Seguretat i Salut en fase d'Execució, amb antelació a l'inici de les obres, per a la seva aprovació i l'inici dels tràmits de Declaració d'Obertura davant l'Autoritat Laboral.

8. CONTROL DE QUALITAT

El Plec de Criteris de Control de Qualitat que s'adjunta a l'annex D té la finalitat de complementar el contingut del Plec de Condicions Tècniques Particulars en el que fa referència als procediments a seguir en obra per tal de verificar el compliment del que allà s'estableix. En cas de contradiccions entre el contingut d'ambdós documents prevaldrà el que decideixi la DO (o direcció d'execució) davant de cada circumstància.

El caràcter específic del tema que es tracta, el Control de Qualitat, ha permès pensar amb una organització de la informació més adaptada a la finalitat que es persegueix, fruit de la qual apareix el concepte d'ÀMBIT DE CONTROL, unitat bàsica o capítol d'agrupament dels criteris de control.

Conceptualment, un Àmbit de Control (AC) està format per un material que s'utilitza en un cert tipus d'element d'obra destí (nucli de terraplè, fonaments estructurals, etc.). Aquesta relació material-element és la que permet agrupar amb més claredat la relació d'operacions de control a realitzar, la intensitat del control (freqüències), les seves especificacions i les condicions d'acceptació o rebuig.

En cada Àmbit de Control s'han distingit dos tipus de control:

- Control de Materials: característiques químiques, físiques, geomètriques o mecàniques del material que s'ha d'utilitzar en l'element d'obra corresponent.
- Control d'Execució i de l'Element acabat: operacions de control que es realitzen durant el procés d'execució, o en acabar aquest, per tal de verificar les condicions de formació de l'element d'obra.

Dins de cada tipus de control s'han contemplat els següents apartats:

1. Operacions de Control a realitzar

Llista d'inspeccions i assaigs a realitzar, indicant el moment o la freqüència de l'actuació.

En el cas d'assaigs s'indica la normativa o procediment concret.

2. Criteris de presa de mostra

Indicacions referents a la forma i lloc de presa de mostres d'assaig.

3. Especificacions

Resultats a exigir (valors - toleràncies) a les operacions de control (inspeccions i assaigs).

4. Interpretació dels resultats i actuacions en cas d'incompliment

Indicacions de què cal fer en cas de que els resultats de les operacions de control no resultin satisfactoris segons les especificacions exigides.

9. PRESSUPOST

Pressupost d'execució material	Import (€)
1 Esbrossada i tala d'arbres	2.266,50
2 Moviments de terres	20.916,26
3 Fonamentació	35.646,02
4 Estructura metàl·lica	93.872,76
5 Muntatge en obra	32.007,15
6 Control del qualitat i assaigs	6.427,82
7 Seguretat i Salut	79.605,11
Pressupost d'execució material	270.741,62
13% de despeses generals	35.196,41
6% de benefici industrial	16.244,50
Suma	322.182,53
18 % IVA	57.992,86
Pressupost d'execució per contracte	380.175,39

Taula 5: Pressupost d'execució per contracte de l'obra

El pressupost d'execució per contracte puja a la quantitat expressada de tres-cents vuitanta-mil cent setanta-cinc euros amb trenta-nou cèntims.

Marc Torra Farrés

Girona, Juliol de 2012

10. CONCLUSIONS

Un cop realitzat tots els càlculs i comprovacions, considero que s'ha adoptat per una tipologia estructural encertada caracteritzada per una solució adequada tant del sistema estructural, com de la fonamentació i de la secció de la biga principal, així com del procediment de fabricació i muntatge, i que a més a més, s'integra amb l'entorn. Complint així amb els quatre requisits bàsics a l'hora de dissenyar una estructura d'aquestes característiques, com són, la seguretat estructural, l'aptitud al serveu, l'estètica i l'economia.

Estimo que aquest projecte de construcció està correctament definit i justificat a través de la totalitat dels documents que l'integren i que compleix amb les disposicions vigents.

Per a futures millores de la passarel·la seria adequada una instal·lació elèctrica de la passarel·la, i una adequació de les zones d'aproximació a l'entrada de la passarel·la ja que aquest projecte només estima el càlcul i disseny de l'estructura.

11. RELACIÓ DE DOCUMENTS

En aquest apartat es pretén esmentar tots els documents que formen part d'aquest projecte ja que consta de varis volums,

El conjunt de documents que conformen el projecte es descriuen a continuació:

- Document número 1: Memòria i annexes a la memòria.
 - Annex A: Càlculs estructurals.
 - Annex B: Estudi Geotècnic.
 - Annex C: Estudi de Seguretat i Salut.
 - Annex D: Estudi del Control de qualitat.
 - Annex E: Fotografies
- Document número 2: Plànols
- Document número 3: Plec de Condicions.
- Document número 4: Estat d'amidaments.
- Document número 5: Pressupost.

12. BIBLIOGRAFIA

- MINISTERI DE FOMENT. Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. BOE. REAL DECRET 1247/2008, de 18 de julio.
- MINISTERI DE FOMENT. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- UNE-ENV 1991-2-4 Mayo de 1998. EUROCÓDIGO 1. Parte 2-4: Acciones en estructuras. Acciones del viento.
- Calavera, J. Cálculo de estructuras de cimentación. Intemac. 4ª Edición 2000.
- MINISTERI DE FOMENT. CTE-DB-SE-Madera
- MINISTERI DE FOMENT. CTE-DB-SE-Acero Estructural
- MINISTERI DE FOMENT. CTE-DB-SE-Acciones.
- JURADO, J.A. [et al] Ejemplos resueltos de cálculo de estructuras con el programa SAP2000. Tórculo Edicións, S.L. 1a edició 2008

Marc Torra Farrés

Girona, Juliol de 2012

ANNEX A: CÀLCULS ESTRUCTURALS

A.1 Estat de Càrregues

A.1 ESTAT DE CÀRREGUES

El càlcul de les càrregues finals que suportarà la passarel·la és un càlcul molt important donat que ens mostra les prestacions i càrregues que ha de suportar la passarel·la que pretenem dissenyar.

Per a realitzar aquests càlculs contraposem dos normatives de la construcció i agafem la més restrictiva de les dos. Aquestes son: el "Documento Básico de la Edificación-Seguridad Estructural-Acciones en la edificación (CTE-DB-SE-AE)" i la IAP-2011. La primera és per a qualsevol tipus de edificació i la IAP està pensada per a ponts i passarel·les.

A partir d'aquestes normes partim les accions verticals en tres:

- Accions Permanents: són aquelles que actuen permanentment sobre l'estructura que dissenyem des del moment de la seva construcció.
- Neu: La càrrega que provoca la neu sobre l'estructura.
- Sobrecàrrega d'ús: són aquelles que hi poden ser, però que no sempre actuen.

En quant al vent, no el tenim en compte en aquest estat de càrregues verticals. El vent el tindrem en compte en càrregues horitzontals, que empenyen el pont horitzontalment de manera perpendicular a la cara de la biga principal.

A.1.1 Accions Permanents

Per a les accions permanents tenim en compte tres parts: el pes propi de la biga principal, el pes propi de la encavallada de la biga contravents i el pes propi dels taulers de fusta.

A.1.1.1 Pes propi biga principal.

La biga principal està construïda amb acer corten S355 que té una densitat igual a la de tots els acers de 7850 g/m^3 .

La biga principal és una biga en doble T amb les mesures que mostra la figura 1:

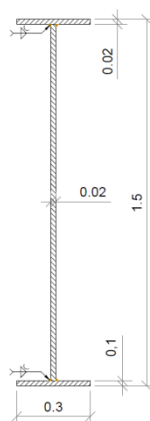


Figura 1: Dimensions de la biga principal (mides en metres)

Per utilitzar el pes propi de la biga com a càrrega, el buscarem com a càrrega per metre a aplicar sobre la biga.

$$Per\ propi\ biga = Densitat \cdot Area\ Secció$$

$$P_{pi\ Biga} = 7850 \frac{Kg}{m^3} \cdot ((0,3m \cdot 0,02m) \cdot 2) + 1,46 \cdot 0,02 = 208,81Kg/m$$

Aquest pes propi de la biga passat a càrrega del SI en KN/m és de **2KN/m**.

A.1.1.2 Pes propi biga contravents.

Per a la biga contravents agafen la meitat del pes de la biga principal.

Aquesta càrrega correspon al valor de 105,81Kg/m². Aquesta càrrega la multipliquem per l'àrea tributària que s'emporta la biga principal i així tenim la càrrega per metre.

En la secció de la passarel·la, les dos bigues principals estan separades entre si 4 metres. Per tant cada biga s'endú 2 metres d'àrea tributària de la biga contravents.

$$\frac{P_{pi\ Biga}}{2} = \frac{105Kg}{m^2} \rightarrow 1KN/m^2$$

$$Càrrega\ Biga\ contravents \rightarrow 1KN/m^2 \cdot 2m = 2KN/m$$

Per tant el pes de la biga contravents a la biga és de **2KN/m**.

A.1.1.3 Pes propi tauler de fusta.

Per al tauler de fusta Agafem una càrrega de 1KN/m² que multiplicat per l'àrea tributària que s'emporta cada biga es transforma amb una càrrega de **2KN/m**

A.1.1.4 Càrrega total permanent.

Finalment amb la suma de les tres càrregues permanents obtenim la càrrega total permanent que és de 6 KN/m.

Càrrega	Valor	
Ppi Biga	2	KN/m
Biga Contravents	2	KN/m
Tauler de fusta	2	KN/m
TOTAL	6	KN/m

Taula 1: Taula de càrregues permanents.

A.1.2 Neu

Per al càlcul de la càrrega de neu s'han contrastat les dos normes mencionades anteriorment tant la DB-SE-AE com la IAP 2011, i les dos diuen el mateix per a càrregues de neu.

Segons normativa la càrrega de neu (Q_k) es calcula de la següent manera:

$$Q_k = 0,8 \cdot S_k$$

El valor de la sobrecàrrega de neu sobre un terreny horitzontal, S_k , en les capitals de província i ciutats autònomes es poden agafar de la taula 2.

Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almeria	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/ <i>València</i>	690	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
						Ceuta y Melilla		

Taula 2: Sobrecàrrega de neu en capitals de província i ciutats autònomes.

Seguint la norma i les fórmules que aquesta ens dona obtenim una sobrecàrrega de neu tal que:

$$Q_k = 0,8 \cdot \frac{0,4 \text{ KN}}{\text{m}^2} = 0,32 \text{ KN/m}^2$$

Igualment com en altres càrregues aquesta s'ha de multiplicar per l'àrea tributària que s'endú la biga principal que és de 2m. Finalment la sobrecàrrega de neu obté un valor de **0,64KN/m**.

A.1.3 Sobrecàrrega d'ús

Per al càlcul de la sobrecàrrega d'ús també s'han contrastat les dos normatives. Tot i que les dos normes expliquen la sobrecàrrega d'ús de diferents maneres, les dos arriben a la mateixa conclusió i valor. Però la IAP és més restrictiva i afegint un valor afegit en el pla horitzontal, i per tant considerarem la IAP 2011.

Segons CTE-DB-SE-AE la passarel·la es una zona C (Zones d'accés al públic) amb una subcategoria 5 (Zones d'aglomeració).

Amb aquesta definició ens dona una sobrecàrrega de 5KN/m^2 i una càrrega puntual concentrada al centre de 4KN . Aquesta càrrega concentrada la desestimen perquè es contrasta amb la de 5 i al aplicar-se sola donarà molt més petit.

D'altra banda amb la que ens fixen, la IAP 2011 ja conté un apartat específicament per a passarel·les.

Aquest apartat (4.1.8 de la norma) ens diu que per a la determinació d'efectes estàtics de sobrecàrrega d'ús degut al tràfic de peatons es considera el següent:

- a) Una càrrega vertical uniformement distribuïda de valor igual a 5KN/m^2 .
- b) Una Força horitzontal de valor igual al 10% del total de la càrrega vertical uniformement distribuïda, actuant en l'eix del tauler.

Amb aquestes determinacions obtenim dos càrregues la horitzontal, que en aquest apartat no l'apliquen i l'aplicarem en l'apartat del vent de forces horitzontals i la vertical que és la que farem servir per sobrecàrrega d'ús.

Sobrecàrrega d'ús: 5KN/m^2

Igual que amb la resta de càrregues l'hem de transformar amb una càrrega lineal multiplicant-la per l'àrea tributària que s'endú que es de 2m .

$$\text{Sobrecàrrega d'ús} = 5\text{KN/m}^2 \cdot 2\text{m} = 10\text{KN/m}^2$$

Conseqüentment aquesta càrrega és la que utilitzarem com a sobrecàrrega d'ús que té el valor de **10KN/m** .

A.1.4 Vent

Per aconseguir la força que exerceix el vent sobre el nostre pont utilitzen la norma IAP 2011 que està redactada per ponts i passarel·les i es més restrictiva que la norma de construcció (CTE-DB-SE-AE).

A.1.4.1 Velocitat bàsica del vent

LA velocitat bàsica fonamentalment del vent $V_{b,0}$ és la velocitat mitja al llarg d'un període de 10 minuts, amb un període de retorn T de 50 anys, mesurada amb la independència de la direcció del vent i la època.

A partir de la velocitat bàsica fonamentalment del vent $V_{b,0}$ s'obindrà la velocitat bàsica V_b mitjançant la expressió següent:

$$V_b = C_{dr} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

Segons normativa els factors C_{dr} i C_{season} s'agafa valor 1.

La velocitat bàsica fonamentalment del vent (m/s) s'obté de la figura 2 mostrada a continuació:

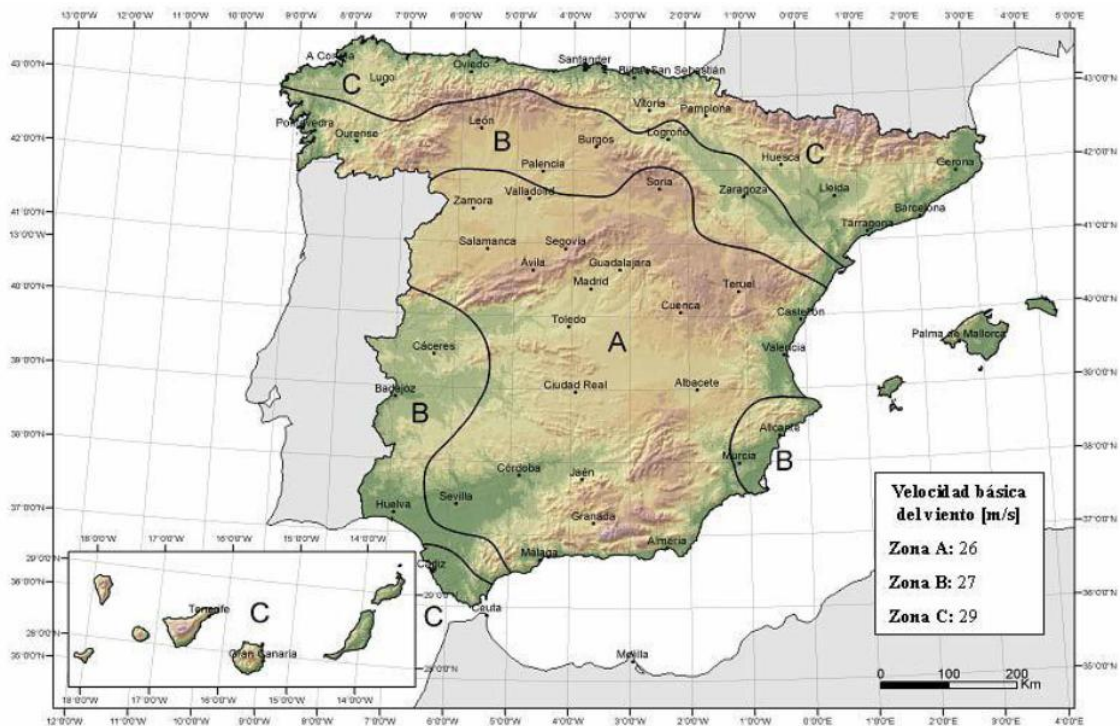


Figura 2: Mapa d'isocotes per a la obtenció de la velocitat bàsica fonamentalment del vent

A partir del mapa i la nostra situació podem obtenir $V_{b,0}$. Sabem que estem a Girona, per tant zona C i conseqüentment la zona C comporta una velocitat de 29m/s.

$$V_b = V_{b,0} = 29m/s$$

Aquest V_b es per a un període de retorn de 50 anys. Si el que es vol és un període major ka $V_b(T)$ segueix la fórmula següent:

$$V_b(T) = V_b \cdot C_{prob}$$

D'on la C_{prob} s'obté de una altre fórmula. En la nostre passarel·la l'hi aplicarem un període de $T=100$ anys. Els factors K i n ens els dona la norma directament sense necessitat de res, d'aplicació directa. Per tant el factor de probabilitat s'expressa a continuació:

$$C_{prob} = \left\{ \frac{1 - K \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]}{1 - K \cdot \ln[\ln(0,98)]} \right\}^n = \left\{ \frac{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right]}{1 - 0,2 \cdot \ln[\ln(0,98)]} \right\}^{0,5} = 1,04$$

La nova velocitat bàsica del vent és de **30,16m/s** que s'obté de multiplicar 29 per 1,04.

A.1.4.2 Velocitat mitja del vent

La velocitat mitja del vent $V_m(z)$ a una altura z sobre el terreny dependrà de la rugositat del terreny, de la topografia i la velocitat bàsica del vent i es determina amb l'expressió següent:

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_o \cdot V_b(T) = 1,1136 \cdot 1 \cdot 30,16 = 33,58m/s$$

El factor $C_o=1$ ens el dona la norma directament i el factor $C_r(Z)$ l'obtenim de la següent:

$$C_r(z) = K_r \cdot \ln(Z/Z_o) \quad \text{per } Z > Z_{min}$$

S'ha seleccionat aquesta perquè s'ha de seleccionar un tipus d'entorn que a partir d'aquest et diu la Z_{min} .

Z és l'altura des del punt mínim d'aplicació d'empenta del vent respecte el terreny o el nivell de l'aigua que conté a sota. La nostra Z és de 7 metres.

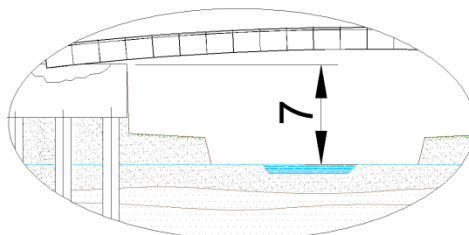


Figura 3: Mostra de l'altura de la passarel·la al terra.

Per efectes de càlcul els paràmetres anteriors s'obtenen dels 5 entorns següents:

- Tipus 0: mar o zona costanera exposada a mar obert.
- Tipus I: llargues àrees planes y horitzontals amb vegetació inapreciable i sense obstacles.
- Tipus II: zona rural amb vegetació baixa i obstacles aïllats.
- Tipus III: zona suburbana, forestal o industrial amb construccions i obstacles aïllats.
- Tipus IV: zona urbana en la que al menys el 15% de la superfície està edificada i l'altura mitja dels edificis excedeix els 15m.

Tipus d'entorn	Kr	Z0(m)	Zmin(m)
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1	10

Taula 3: Coeficients Kr, Z0 i Zmin segons tipus d'entorn.

Nosaltres tenim un entorn tipus I.

Així obtenim el Cr:

$$Cr(z) = Kr \cdot \ln(Z/Z_0) = 0,17 \cdot \ln(7/0,01) = 1,1136$$

Mitjançant totes les fórmules obtenim el resultat mostrat al principi de **33,58m/s** com a velocitat mitjana del vent.

A.1.4.3 Empenta del vent

L'empenta que provoca el vent es calcularà amb l'àrea de la passarel·la que està exposada al vent de la següent manera:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2(T) \right] C_e(z) \cdot C_f \cdot A_{ref}$$

Nosaltres volem una càrrega lineal per aplicar sobre la encavallada que s'endurà l'esforç que produeix el vent. Per tant el factor A_{ref} el desestimem.

La massa específica de l'aire és de $1,25\text{Kg}/\text{m}^3$

El factor $C_e(z)$ per la nostre passarel·la amb una alçada de 7 metres és de 2,565.

L'últim factor que falta el C_f l'extraiem depenent de la secció que tenim de la biga, expressades en la següent figura:

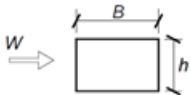
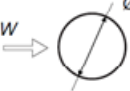
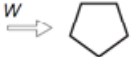
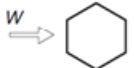
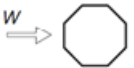
	$\frac{B}{h}$	$\leq 0,25$	0,33	0,50	0,67	1,00	1,50	2,00	3,00	$\geq 4,00$
	c_f	2,1	2,2	2,2	2,2	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1
 $c_f = 1,4$	 sección circular con superficie lisa y tal que: $\varnothing \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{C_{pe}(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 0,7$ sección circular con superficie rugosa ^(*) , o lisa tal que: $\varnothing \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{C_{pe}(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 1,2$									
 $c_f = 1,8$	 $c_f = 1,6$	 $c_f = 1,4$	 $c_f = 1,3$							
 $c_f = 1,6$	 $c_f = 2,2$	 $c_f = 2,2$								

Figura 4: Coeficients C_f per a les seccions més habituals.

La secció que tenim a la nostre passarel·la és una biga en doble T per tant el coeficient $C_f=2,2$.

Finalment amb tots els factors obtenim la força F_w :

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2(T) \right] C_e(z) \cdot C_f = \left[\frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 30,16^2 \right] 2,565 \cdot 2,2 = 3,2 \text{KN}/\text{m}^2$$

La força que exerceix horitzontalment sobre la sobre biga principal és de **3,2KN/m²**.

A.1.5 Aplicació de la sobrecàrrega d'ús horitzontal + Vent

Tal com ens deia la sobrecàrrega d'ús explicada anteriorment en l'apartat b, també agafa un valor igual al 10% del total de la càrrega vertical uniformement distribuïda, actuant en l'eix del tauler.

Aquesta força l'apliquem també en aquest apartat.

La nova força la trobem de la següent manera:

$$F = F_w \cdot 1,5 + 0,1 \cdot 67,37 = 3,2 \cdot 1,5 + 0,1 \cdot 67,37 = 11,537 \text{KN/m}^2$$

El valor de 1,5 l'apliquem per majorar la càrrega i el valor de 67,37 és el total de la càrrega vertical distribuïda.

Per trobar la càrrega lineal que aplicarem sobre la encavallada multipliquem la força F per l'alçada de la biga principal del pont que és de 1,5 metres.

Amb aquesta alçada la força lineal total obté un valor de **16,15KN/m**.

A.1.6 Combinació d'accions

Per cada situació de projecte s'identifiquen les hipòtesis de càrrega crítiques. S'obtidran combinant les accions que es poden produir simultàniament, segons els criteris generals.

Les combinacions les realitzem per a comprovacions en ELU i situacions persistents o transitòries, i segueix la següent fórmula:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \sum_{m>1} \gamma_{G,m} \cdot G_{K,m} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{l>1} \gamma_{Q,l} \cdot \psi_{0,l} \cdot Q_{k,l}$$

$G_{K,j}$ És el valor característic de cada acció permanent, en el nostre cas com només tenim una càrrega permanent de valor 6 l'aplicarem en aquest.

Els subíndex m no els aplicarem perquè són per càrregues permanents de valor no constant i com que no en tenim la desestimem.

$Q_{k,1}$ Valor característic de la acció variable dominant.

$\psi_{0,l}$ Valor de la combinació variable concomitant amb l'acció variable dominant (Valors a la taula 4)

$\gamma_{G,Q}$ Coeficient parcials. (Valors taula 5)

	DESFAV.	FAV.
G	1,35	0,8
Q	1,5	0

Taula 4: Valors de la combinació variable

	ψ_G
Ús	0,7
Neu	0,5
Vent	0,6

Taula 5: Coeficients parcials

S'han de realitzar tantes combinacions com sigui necessari, considerant en cada una d'elles una de les accions variables com a dominant i la resta com a concomitants.

En la nostre passarel·la tenim 3 càrregues:

- La permanent de valor 6KN/m
- La sobrecàrrega d'ús de valor 10KN/m
- La de neu de valor 0,64KN/m

Amb aquestes tres càrregues podem obtenir quatre combinacions, de les quals agafarem la de major valor.

Les combinacions són les següents:

· Combinació 1:

$$G_{K,j} \cdot 1,35 + Q_{ús} \cdot 1,5 + Q_{neu} \cdot 1,5 \cdot 0,5$$
$$6 \cdot 1,35 + 10 \cdot 1,5 + 0,64 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 23,58KN/m$$

· Combinació 2:

$$G_{K,j} \cdot 1,35 + Q_{neu} \cdot 1,5 + Q_{ús} \cdot 1,5 \cdot 0,7$$
$$6 \cdot 1,35 + 0,64 \cdot 1,5 + 10 \cdot 1,5 \cdot 0,7 = 19,56KN/m$$

· Combinació 3:

$$G_{K,j} \cdot 1,35 + Q_{ús} \cdot 1,5$$
$$6 \cdot 1,35 + 10 \cdot 1,5 = 23,1KN/m$$

· Combinació 4:

$$G_{K,j} \cdot 1,35 + Q_{neu} \cdot 1,5$$
$$6 \cdot 1,35 + 0,64 \cdot 1,5 = 9,06KN/m$$

Amb les quatre combinacions realitzades observem que la major és la primera, i per tant la que utilitzarem per al càlcul en ELU de la biga principal.

La càrrega combinada és de **23,58KN/m**.

A.2 Biga Principal

A.2 BIGA PRINCIPAL

El que es pretén en aquesta passarel·la és la construcció d'una biga principal amb "acer corten" en forma de doble T. La llum de la passarel·la és de 48 metres; al ser una llum tant gran és farà la passarel·la en forma corba o forma d'arc ja que d'aquesta manera aconseguim reduir la quantitat de material que ens entra en la secció i també resisteix majors esforços que una biga plana de la mateixa secció.

El que s'intentarà és optimitzar al màxim la secció de la biga principal, assegurar que compleix la fletxa admissible i que per mitja d'elements finits (Von Misses) amb el programa SAP2000, programa de càlcul d'estructures no superem la tensió màxima admissible que pot suportar el material.

A.2.1 Càlcul de la secció.

Sabem que la llum de la passarel·la és de 48 metres, i en l'apartat anterior d'aquest mateix annex hem calculat l'esforç per metre que tindrà que suportar; aquest és de 23,58KN/m.

Amb aquestes dades ja podem muntar el primer càlcul aproximat de la biga.

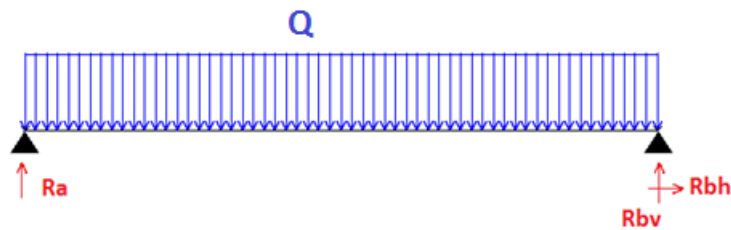


Figura 5: Representació esquemàtica de la passarel·la carregada

On:

Ra i Rbv són les reaccions verticals.

Rbh és la reacció horitzontal

Q la càrrega que suporta la biga.

Els valors en funció de la càrrega Q els tenim a la següent taula:

Força	valor	
Q	23,58	KN/m
Ra	565,92	KN
Rbv	565,92	KN
Rbh	0	KN

Taula 6: Resultats de les reaccions.

Aquest tipus de biga, amb aquesta càrrega uniformement repartida crea uns diagrames de tallants i de moments tals com els de la figura 6:

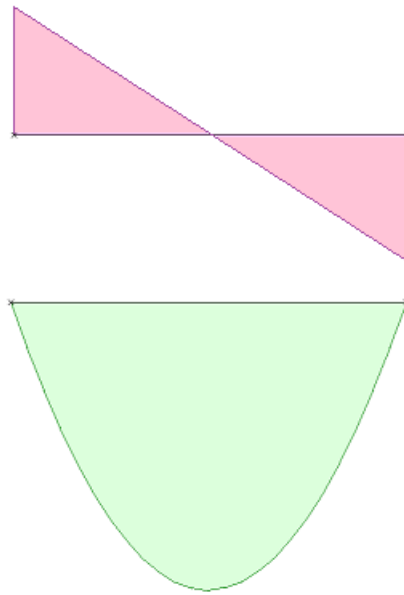


Figura 6: Diagrames de Tallants i de moments respectivament.

A continuació passem a calcular el moment màxim que ha de suportar la biga en el seu punt mig.

$$M_{m\grave{a}x} = \frac{Q \cdot L^2}{8} = \frac{23,58 \cdot 48^2}{8} = 6791,04 \text{KN} \cdot \text{m}$$

A base de tanteig i anar provant diferent gruixos de les ales i l'ànima de la biga, i diferents alçades s'ha trobat la biga que compleix millor els requisits.

Aquesta biga és la següent:

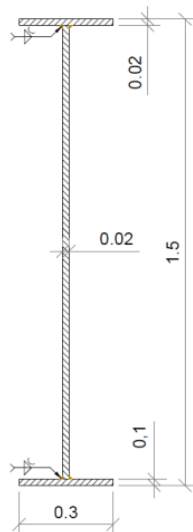


Figura 7: Mides de la biga principal

Aquesta biga té les següents característiques:

- Amplada ala: 300mm
- Gruix ànima: 20mm
- Gruix ala: 20mm
- Alçada: 1500mm
- Material: Acer Corten S355JWP
- Àrea: 0,0412 m²
- Inèrcia Vertical: 9,097 E-5 m⁴
- Inèrcia horitzontal: 0,0118 m⁴
- Ymàx: 750mm

Amb aquestes característiques i el moment màxim trobat anteriorment calcularem si la biga aguanta per tensions mitjançant les següent fórmules:

$$W = \frac{J}{Y_{màx}} = \frac{90973333,3335}{750} = 121.297,777 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{màx}}{W} = \frac{6791,04 \cdot 10^6}{121.297,77} = 55.988,5671 \gg 355 \text{ N/mm}^2$$

Observem que la tensió màxima aplicada al centre de la biga per el moment és superior a la tensió que aguanta el tipus de material de la biga que és de 355N/mm².

Tot i que no aguanta ho donem per bo ja que aquesta primera aproximació la biga està plana i nosaltres el que volem es la passarel·la de forma corba que suporta molta més tensió que una biga plana iguala posada plana.

A.2.2. Biga amb forma corba.

LA forma corba de la biga principal ajuda a aguantar majors tensions i esforços amb el mateix tipus de secció. Per aquesta raó hem donat per bo la secció calculada anteriorment que de forma plana no aguantava.

A la passarel·la li donarem una corba poc pronunciada però el suficient per poder suportar sobradament els esforços a la que la sotmetrem.

A la biga li donarem un radi de 206,41 metres. Aquest radi tant gran fa donar a la passarel·la una alçada entre la part més alta i la part més baixa una alçada de 1,4 metres tal com mostra la següent figura:

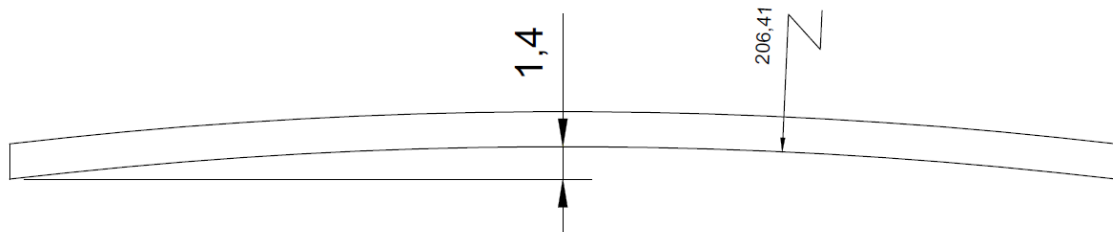


Figura 8: Alçada donada a la biga principal.

Amb aquestes mides donades ja podem calcular per mitjà del programa informàtic SAP2000 la biga amb forma corba.

Per al càlcul de la biga amb el programa informàtic hi ha un petit problema ja que aquest programa no admet corbes. S'ha solucionat a través de l'autocad (programa informàtic de dibuix).

S'ha creat la corba amb les seves característiques i un cop la corba dibuixada s'ha tallat amb trams rectes de 0,5 metres cadascú i donant la forma corba per mitja de petits trossos rectes inclinats. Al ser trossos tan petits la percepció visual quasi no es veu i també augmentarà la fiabilitat dels valors ja que amb trossos petits perds molta fiabilitat.

Un cop dibuixada la corba amb petits trams rectes s'ha importat al SAP2000 i s'ha posat la càrrega i la forma de secció a la biga (frame).

A.2.3. Biga corba ELU – SAP2000.

A.2.3.1 Inserció dels suports.

Seleccionem els dos nusos de les puntes de les barres i anem a:

Assign>Joint>Joint Restraints i cliquem el primer dibuix dels 4 que hi ha que és un encastament en cada punta del pont.

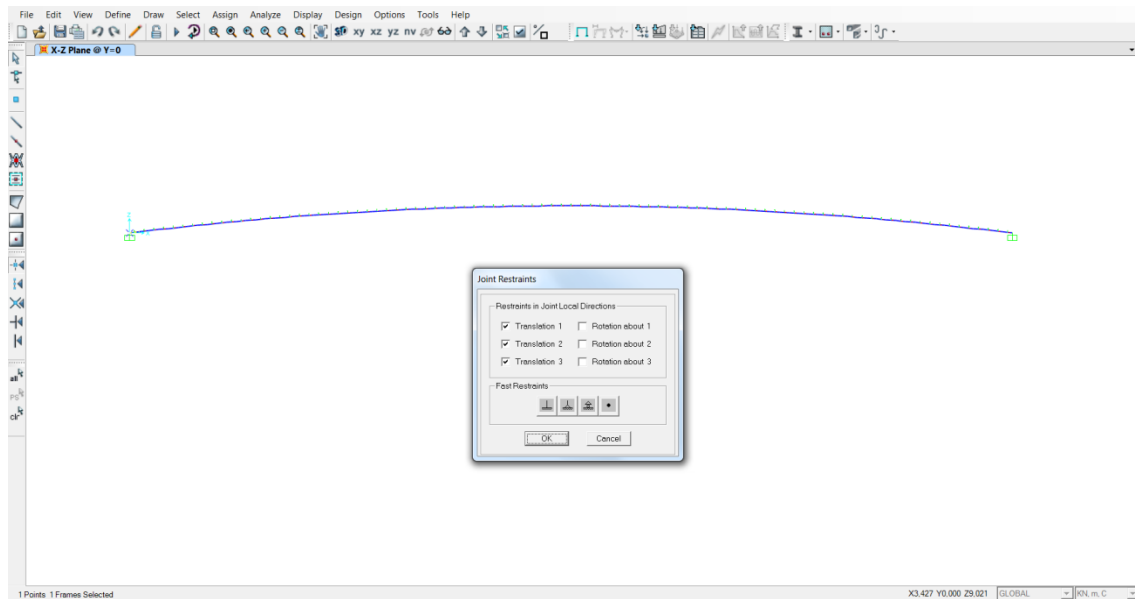


Figura 9: "Imprint" de com col·locar els suports a les puntes de la biga en el programa SAP2000.

A.2.3.2 Inserció de les càrregues

Define>Load Patterns>Load Pattern Name: Sobrecàrrega

Type: OTHER

Self Weight Multiplier: 0 (valor numèric).>Add New Load Pattern.

En el camp Self Weight Multiplier de la càrrega DEAD que surt per defecte també se l'hi ha de posar el valor de 0 ja que si hi ha el valor 1 el programa ens multiplicarà el valor del pes propi de la biga per 2.

El pròxim pas a realitzar és la creació de la combinació:

Define>Load Combination>Add New Combo> Load Combination Name: COMB1

Load Case Name: Sobrecàrrega

Scale Factor: 1 >Add>OK>OK

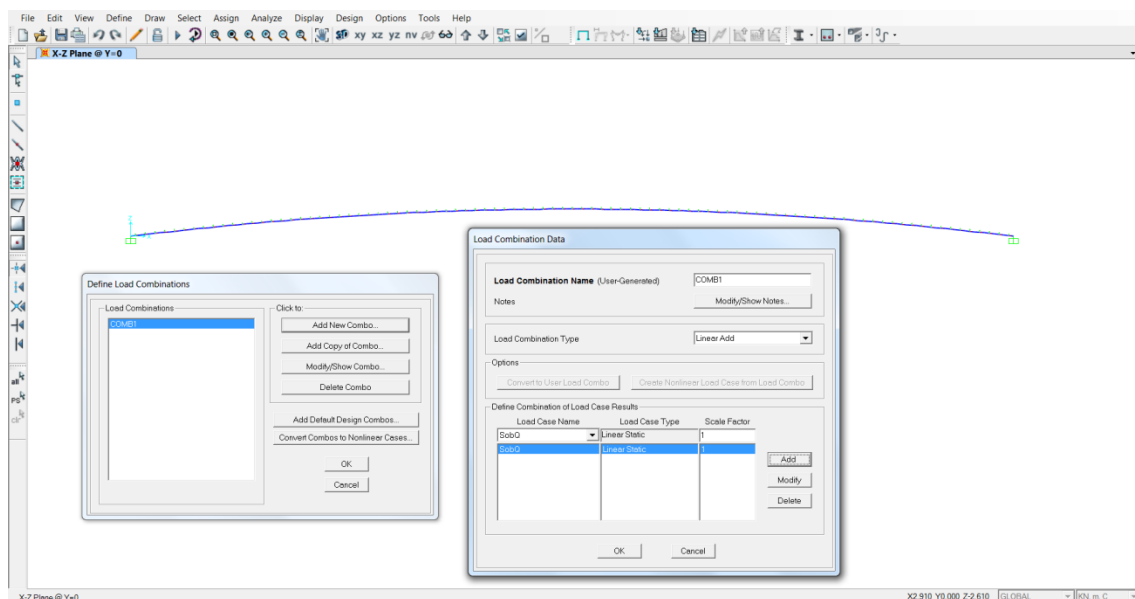


Figura 10: "Imprint" de la creació de la combinació.

A continuació ja podem carregar la biga amb la càrrega distribuïda sobre d'ella.

Per fer això ho farem de la següent manera:

Assign>Frame Loads>Distributed> Load Pattern Name: sel·leccionem Sobrecàrrega
Coord Sys: GLOBAL
Direction: Z
Uniform Load: -23,58>OK

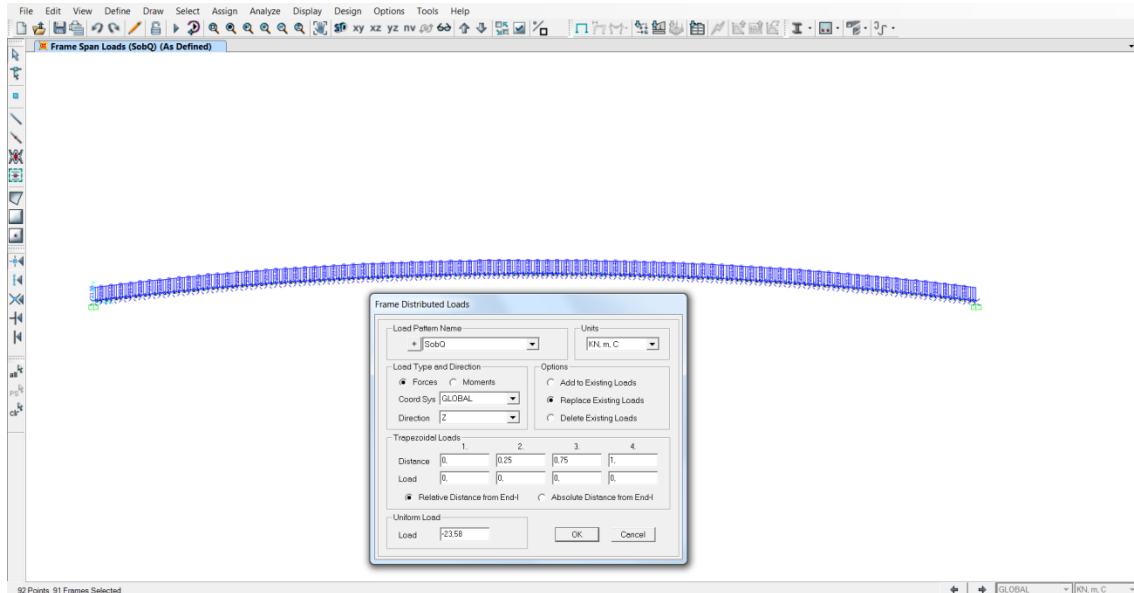


Figura 11: "Imprint" de la inserció de la càrrega.

Ara ja tenim la biga amb la càrrega sobre la biga i només ens queda dir-li al programa el tipus de secció i el material.

A.2.3.3 Inserció del tipus de secció i de material.

Per a la inserció del tipus de material no ens cal fer gran cosa ja que per defecte el programa conté acer (A992Fy50) i formigó (4000Psi).

L'acer corten que tenim nosaltres en la nostre passarel·la té les mateixes característiques que l'acer normal de construcció amb la única diferència que l'acer corten té un límit elàstic de 355N/mm²; les altres característiques són les mateixes.

Per a la inserció del tipus de secció tindrem que crear-la nova donant les mides que nosaltres volem que tingui i llavors assignar el tipus de secció creat a totes les barres (frames) que conformen la nostra biga principal.

Per a la realització d'aquest pas s'ha realitzat de la següent forma:

Define>Section Properties>Frame Sections>Add New Property>Cliquem la primera I

Dins la secció li donem les mides:

- Section Name: Sec
- Material: A99Fy50
- Outside height (t3): 1,5
- Top flange width (t2): 0,3
- Top flange thickness (tf): 0,02
- Web thickness (tw): 0,02
- Bottom flange width (t2b): 0,3
- Bottom flange thickness (tfb): 0,02 >OK

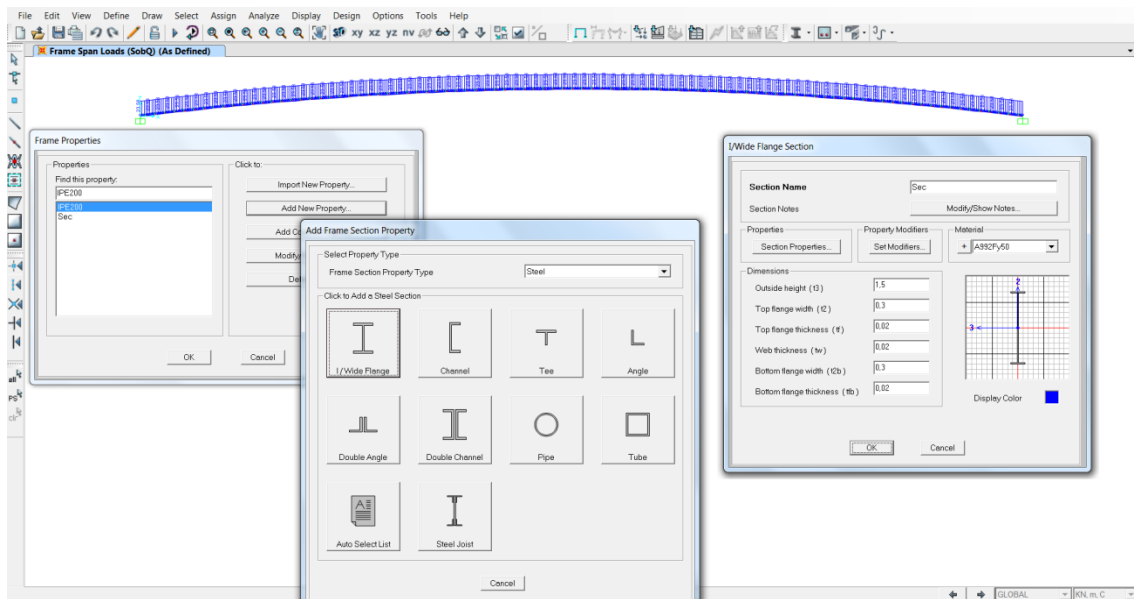


Figura 12: "Imprint" creació de la secció de la biga.

Finalment només ens queda dir-li que les bigues volem que tinguin la secció que hem creat. Ho fem de la següent manera:

Seleccionem totes les barres>Assign>Frame>Frame Sections >Seleccionem la biga amb el nom que hem creat abans i li donem a OK.

Ara ja tenim la biga apunt perquè el programa pugui calcular i donar resultats.

Perquè comenci a calcular només l'hi hem de clicar el botó F5 de l'ordinador o anar a Analyze>Run anàlisis.

Esperem que ens digui que ja ha acabat de calcular i ja podem anar a mirar resultats.

A.2.3.4 Resultats

- Primer de tot mirarem les reaccions als suports. Aquestes reaccions ens poden servir per comprovar manualment els resultats, que en aquest cas no ho farem i també per saber les forces a aplicar al càlcul de la fonamentació.

Aquestes reaccions són:

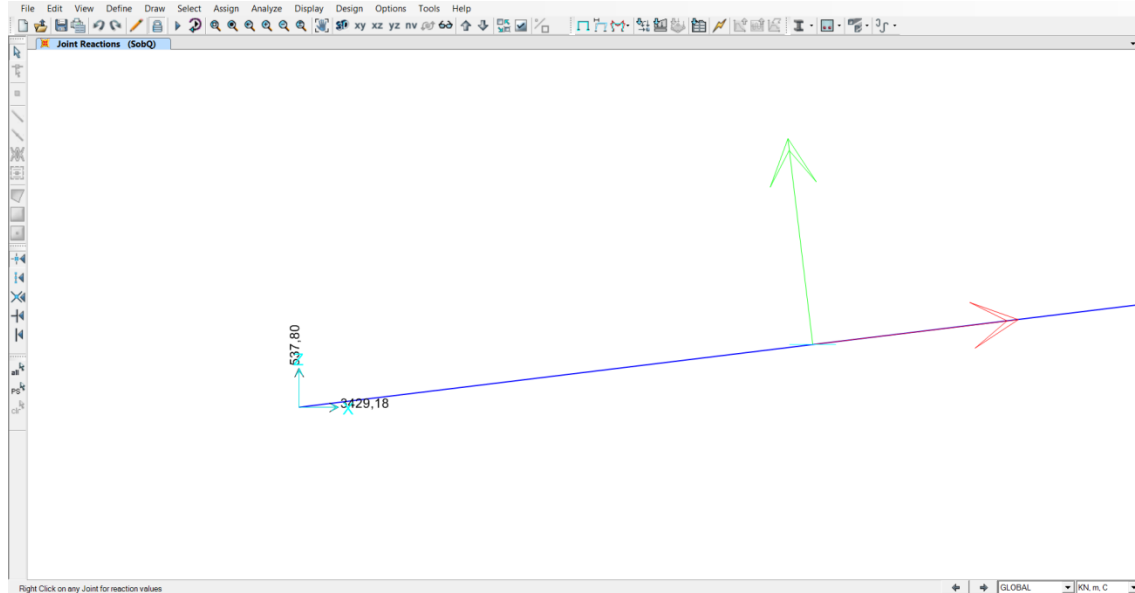


Figura 13: "Imprint" de les reaccions de la passarel·la.

Tal com mostra la figura 13 que tenim a sobre, les reaccions a la base dels suports de la passarel·la són:

- **Reacció vertical** té un valor de **537,80KN**.
- **Reacció horitzontal** en sentit intern de la corba té un valor de **3429,18KN**.
- Un altre esforç que mirem en la passarel·la són els esforços axials. Aquests esforços sobre la nostre passarel·la tenen un valor quasi constant al llarg de la passarel·la oscil·la de 3469KN a les puntes a 3429,18KN al centre de la passarel·la. Aquests valors els hem extret del programa tal com mostra la figura 14 que hi ha a continuació:

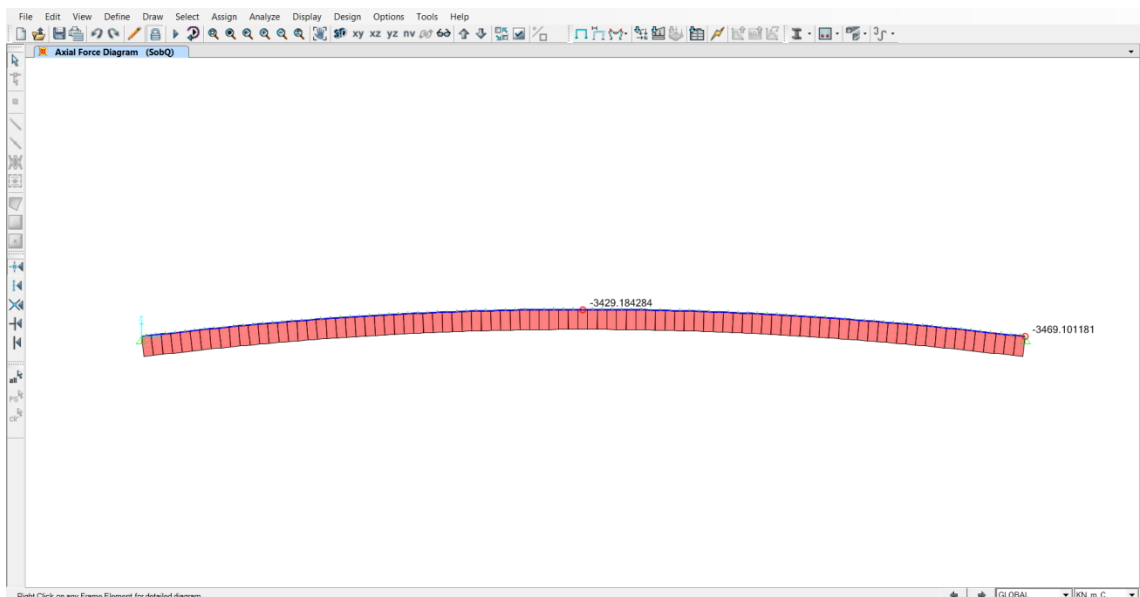


Figura 14: "Imprint" dels axils al llarg de la biga principal de la passarel·la.

- El següent esforç que mirem són els tallants. Aquests tindrien que tenir el valor màxim a les puntes i un valor de zero al centre tal com hem fet en el predimensionament (figura 6 del mateix annex). En la figura 15 que tenim a continuació observen que es així, el valor màxim de 117KN és a les puntes i el valor mínim de 0KN està al centre.

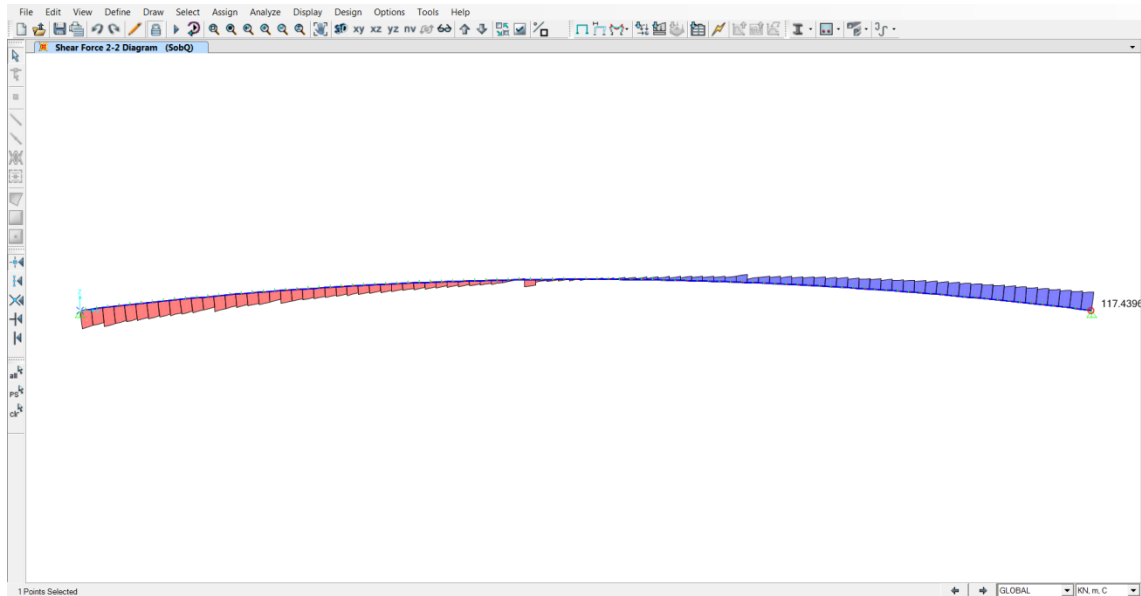


Figura 15: "Imprint" dels tallants de la biga principal.

- Un altre valor important a mirar són les tensions al llarg de la biga principal, aquestes ens ajuden a saber si la biga principal és trencarà o no. Podem observar segons figura 16 que el lloc on pateix més la biga és a les puntes però que no trenca.

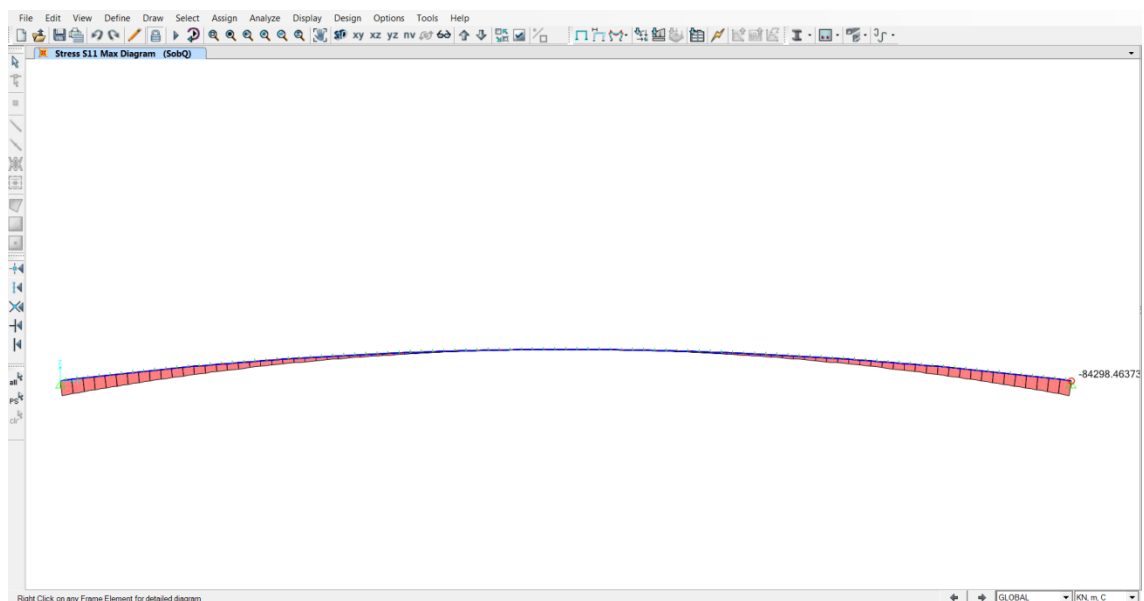


Figura 16: "Imprint" de les tensions al llarg de la biga.

Observem que la tensió màxima és a les puntes de valor 84298 KN/m^2 .
Saben que el material de la biga principal suporta 355 N/mm^2 per tant:

$$\frac{84.298 \text{ KN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^6 \text{ mm}^2} \cdot \frac{100 \text{ N}}{1 \text{ KN}} = 84,298 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > 355 \quad \text{OK!}$$

Tot i observar que compleix en el següent apartat modelitzarem la biga amb elements finits per comprovar tots els punts i veure d'on pateix més i d'on menys.

- Finalment només ens queda els esforços del moment flector al llarg de la biga principal.
Aquest igual que en anteriors apartats tindria que tenir una forma de paràbola amb el valor màxim al centre i els valors mínims als extrems tal com mostra la figura 6 del mateix apartat A.2.1.

Els moments aplicats a la secció són els següents mostrats a la figura 17:

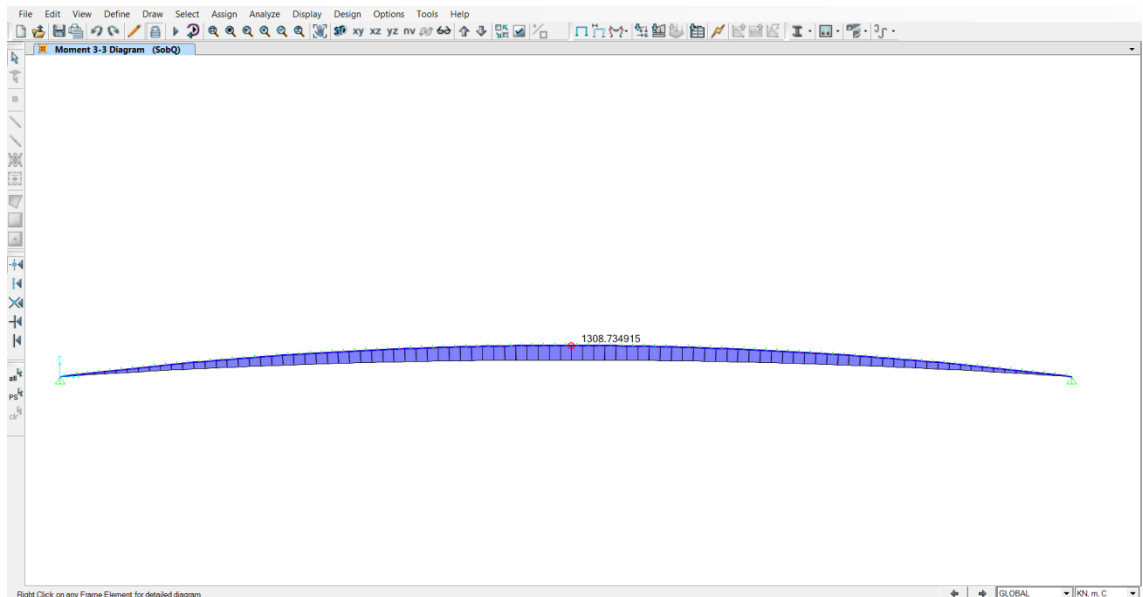


Figura 17: "Imprint" dels moments al llarg de la biga principal.

El moment màxim està al centre de valor **1308,74KN·m**.

Per trobar les tensions al llarg de la biga tindríem que sumar els diferents esforços de tallants moments i axils transformats a tensions i obtindríem els resultats que ens dona el programa.

Aquest pas no cal realitzar-lo perquè el programa ja ens ha donat les tensions principals al llarg de la biga. On a més tal com dit anteriorment, en el següent apartat és realitzarà un anàlisi per elements finits de la biga principal per observar que no trenca i on hi ha el major esforç.

A.2.4 Biga corba ELS (Fletxa) – SAP2000

En aquest apartat observarem una restricció important a complir en una estructura, que és la fletxa màxima que no ha de superar un cert valor expressat per normativa.

Segons la Instrucció EAE en el seu capítol 10 ens delimita els estats límits de servei.

En el seu article 37.3 ens delimita els estats límits de deformació en ponts.

En passarel·les fem cas a l'article 37.3.2 que ens diu textualment:

“La fletxa deguda a l'actuació de les sobrecàrregues freqüents, establertes per la IAP, no superarà el valor de $L/1200$, essent la L la llum del vano.

Comentaris:

Resulta d'aplicació el indicat en els comentaris 37.3.1”

Per a la realització del càlcul de la fletxa, utilitzarem el programa informàtic utilitzat fins ara ja que ja tenim la biga modelada, només hem de canviar la càrrega i ell sol ja ens diu la fletxa.

Per saber la fletxa farem dos càlculs:

1r.- El càlcul de la fletxa total amb les càrregues permanents, la de neu i la sobrecàrrega d'ús sense majorar.

2n.- El càlcul de la fletxa de la carrega permanent i la de neu juntes.

Amb aquestes dos fletxes podem obtenir la fletxa que produeix la sobrecàrrega que és la que ens diu la norma que no ha de superar el valor de $L/1200$.

A.2.4.1 Fletxa total

Per a la fletxa total tindrem totes les càrregues sense majorar sobre la biga modelada.

La càrrega que hi posarem serà de 16,32KN/m. Aquesta surt de 6KN/m de càrrega permanent, 10KN/m de sobrecàrrega d'ús i 0,32KN/m de la càrrega de neu.

Per introduir la càrrega es fa de la mateixa manera que en l'apartat A.2.2.2 d'aquest mateix annex, introduint la càrrega en valor negatiu a la part de baix de tot de la finestra i clicar on diu: “Replace existent Loads”, que canviarà la càrrega que hi tinguem per la que volem.

Un cop tenim la biga a punt i la fem calcular.

Per trobar la fletxa hem de clicar:

Display>Show Deformed Shape (F6).

D'aquesta manera el programa calcula tota la deformada de la biga i amb el cursor de la rata apuntant sobre qualsevol punt de la biga ens diu la seva fletxa.

La figura 18 mostra la fletxa total de la nostra biga:

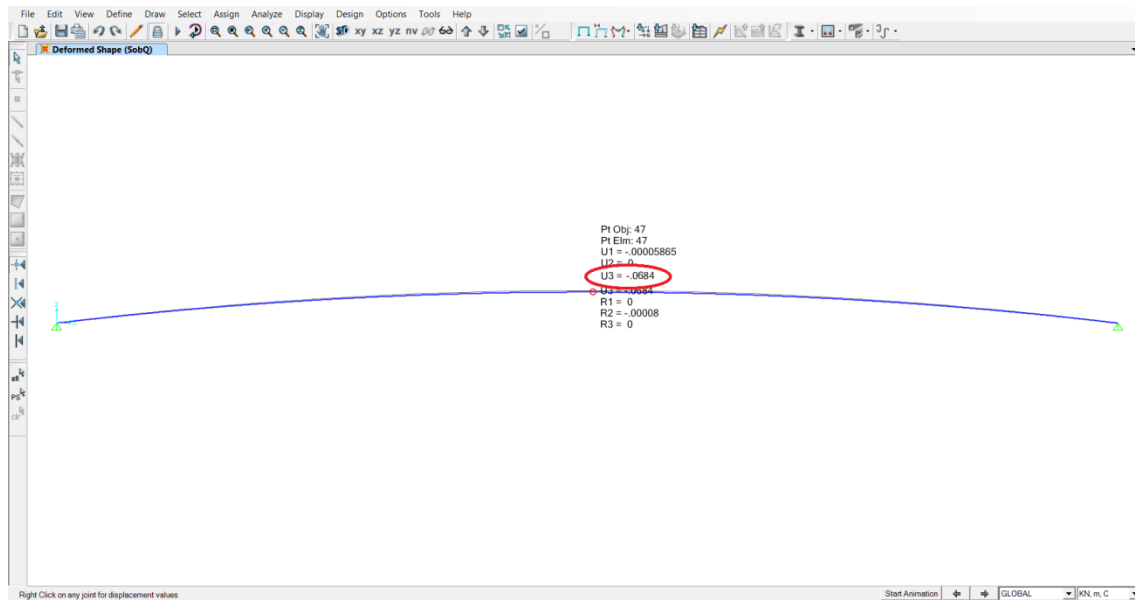


Figura 18: Fletxa total.

El valor de la fletxa total tal com mostra la figura 18 és de 0,0684m ó **6,84cm**.

A.2.4.2 Fletxa Permanent

Per a la fletxa permanent farem el mateix que en l'apartat anterior però només aplicant les càrregues permanents que són les que hem de restar a la total per obtenir la fletxa de sobrecàrrega freqüents que ens diu la norma.

La càrrega permanent té el valor de 6,32. Hi hem afegit la neu ja que és un valor molt petit i fa variar poc els resultats i així obtenim la sobrecàrrega pura. Els resultats obtinguts es mostren a la figura 19 que hi ha a continuació:

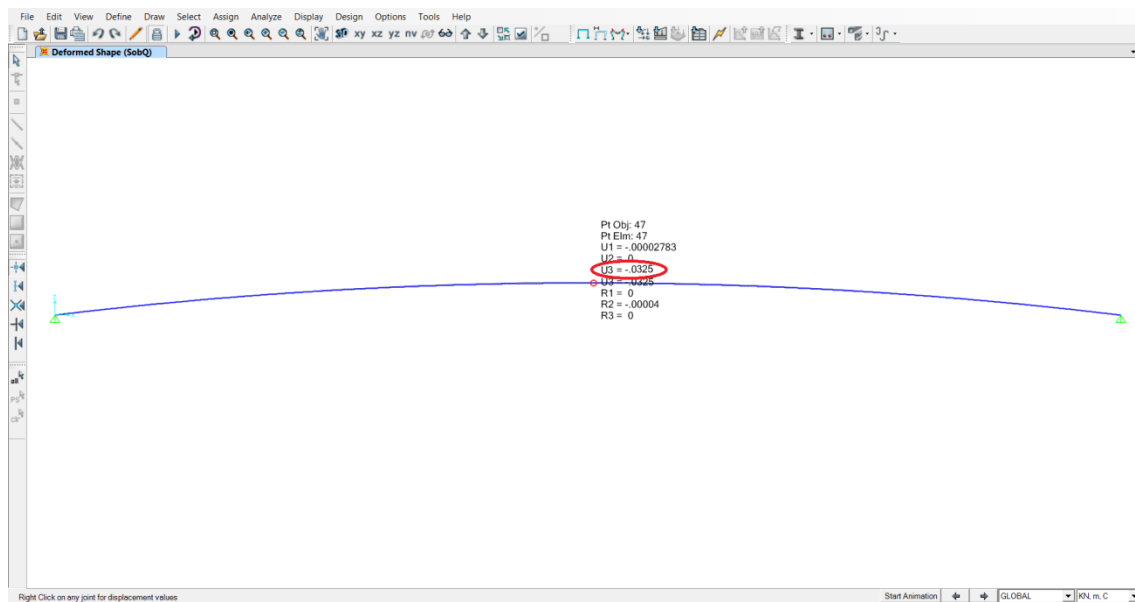


Figura 19: Fletxa Permanent

Tal com mostra la figura 19, la fletxa permanent de la biga principal és de 0,0325m ó **3,25cm**.

A.2.4.3 Fletxa de sobrecàrrega freqüent

$$\left. \begin{array}{l} Q_{total} = 6,84cm \ (\downarrow) \\ Q_{perm} = 3,25cm \ (\downarrow) \end{array} \right\} Q_{sob} = 6,84 - 3,25 = 3,59cm \ (\downarrow)$$

La fletxa permanent que tenim a la nostra biga és de 3,59cm.

La norma ens diu que no hem de superar el valor de $L/1200$.
Aquest valor de llum és de 48m.

Per tant:

$$48.000mm/1200 = \mathbf{40mm} > \mathbf{35,9mm} \quad OK!$$

La nostre fletxa de sobrecàrrega és mes petita que la que ens diu la norma, així que complim el requisit.

A continuació es faran una sèrie de comprovacions per acabar de confirmar que la biga que hem agafat aguanta tots els esforços a la que esta sotmesa.

A.2.5 Bolcada lateral de la biga.

Aquest apartat ens ajuda a comprovar si la biga abonyega o no.

La definició de l'abonyegament tal com mostra la figura 20 que tenim a continuació, és la capacitat que té un element de perdre la seva forma normal a partir d'esforços als que esta sotmès i agafa una forma de protuberància.

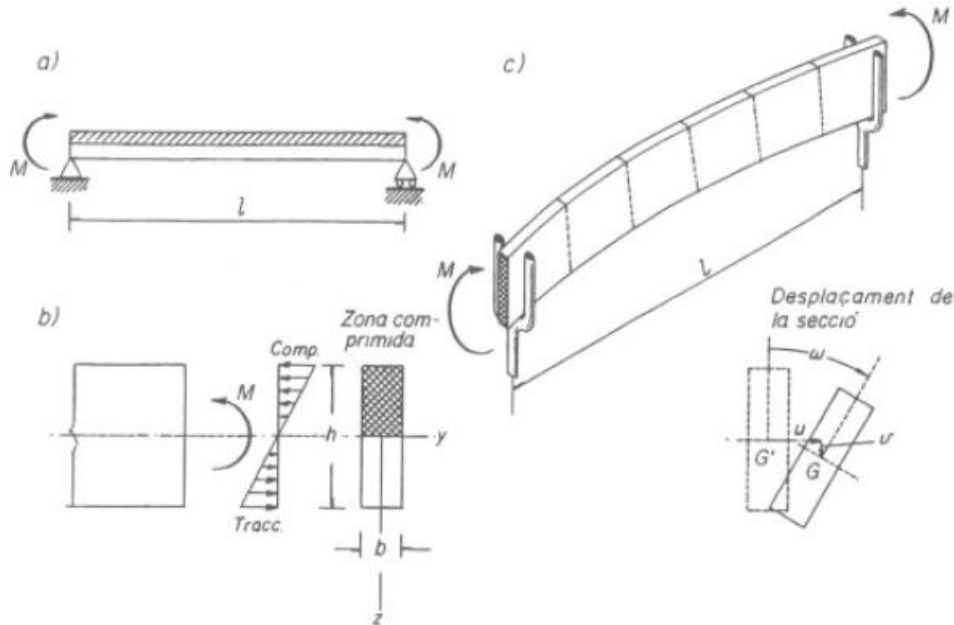


Figura 20: Definició d'abonyegament.

Per al comprovament d'aquest apartat buscarem un moment crític segons norma, el passarem a tensió dividit per la W de la biga i ho comprovarem amb les tensions dels elements finits. Per aquest càlcul utilitzarem el llibre: “*Estructuras de Acero, Calculo – R. Arguelles Álvarez*”

Tal com diu el llibre el moment crític en bigues en doble-T doblement simètrica és:

$$M_{cr} = c_1 \cdot \frac{\pi}{K\Phi \cdot l} \cdot \sqrt{GIt \cdot EIz} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{\pi^2}{k^2} \cdot (1 + c_2^2)} \pm c_2 \cdot \frac{\pi}{k} \right]$$

- El primer coeficient de c_1 l'extraiem de la taula 7 que tenim a continuació. El nostre diagrama de moments flectors té forma de paràbola igual que l'últim dibuix de la taula per tant el nostre c_1 té valor de 1,1

Carga	Ley flectores	c_1
		1
		1,66
		1,35
		1,1

Taula 7: Taula de coeficients c_1

- El següent coeficient és $K\Phi$ que depèn del tipus de suport que tenim a l'estructura:

$K\Phi = 1$ si els suports alliberen el gir torsor.

$K\Phi = 0,50$ si els suports són encastament que coaccionen totalment el gir.

$K\Phi = 0,70$ si un suport allibera el gir i l'altre el coacciona totalment.

En el nostre cas tenim el primer i per tant agafa el valor de 1.

- La G i la E equivalen a:

$$G = E/2,6 = 80769,23 \quad d' on Eacer = 210000N/mm^2$$

- It equival a una fórmula que ens diu el llibre tal que:

$$It = 1/3(2b \cdot tf^3 + hw \cdot tw^3) = \frac{1}{3(2 \cdot 300 \cdot 20^3 + 1460 \cdot 20^3)} = 1600389$$

D'aquí els següents coeficients són:

b = amplada de l'ala

tf = espessor de l'ala

hw = altura de l'ànima

tw = espessor de l'ànima

- I_z és la inèrcia en Z de la biga que és $0,0118m^4$

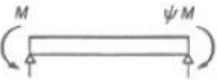
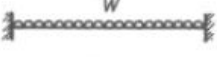
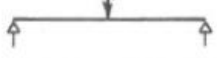
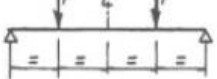
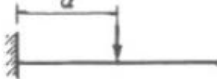
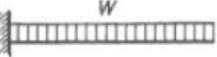
- K també es defineix a través d'una fórmula tal que:

$$k = K\Phi \cdot l \cdot \sqrt{\frac{It}{2,6 \cdot I_w}} = 1 \cdot 48000 \cdot \sqrt{\frac{1600389,3}{2,6 \cdot 6,6375 \cdot 10^{15}}} = 14,6172$$

D'on:

$$It = I_z \cdot \frac{h^2}{4} = 1,18 \cdot 10^{10} \cdot \frac{1500^2}{4} = 66,6375 \cdot 10^{15}$$

- Finalment el coeficient c_2 el traiem ininterpolant de la taula 8 que hi ha a continuació:

Tipo de carga y condiciones de apoyo	Diagrama de momentos flectores	Valor de k_ϕ	Valores de coeficientes		
			c_1	c_2	c_3
	$\psi = +1$	1,0 0,7 0,5	1,000 1,000 1,000	-	1,000 1,113 1,114
	$\psi = +3/4$	1,0 0,7 0,5	1,141 1,270 1,305	-	0,998 1,565 2,283
	$\psi = +1/2$	1,0 0,7 0,5	1,323 1,473 1,514	-	0,992 1,556 2,271
	$\psi = +1/4$	1,0 0,7 0,5	1,563 1,739 1,788	-	0,977 1,531 2,235
	$\psi = 0$	1,0 0,7 0,5	1,879 2,092 2,150	-	0,939 1,473 2,150
	$\psi = -1/4$	1,0 0,7 0,5	2,281 2,538 2,609	-	0,855 1,340 1,957
	$\psi = -1/2$	1,0 0,7 0,5	2,704 3,009 3,093	-	0,676 1,059 1,546
	$\psi = -3/4$	1,0 0,7 0,5	2,927 3,009 3,093	-	0,366 0,575 0,837
	$\psi = -1$	1,0 0,7 0,5	2,752 3,063 3,149	-	0,000 0,000 0,000
		1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
		1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
		1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
		1,0 0,5	1,565 0,938	1,257 0,715	2,540 4,800
		1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890
		1,0 $k_n=2$	$1,28/\alpha$	0,64	
		1,0 $k_n=2$	2,05		

Taula 8: taula de valors C_2 i C_3 .

Sabem que nosaltres tenim un C1 de valor 1,1 per tant interpolarem entre els valors de C1 i C2 i tindrem el valor de C2 corresponent a un C1=1,1

C1	C2
1,132	0,459
0,972	0,304
1.1	0,428

Taula 9: Taula de interpolació de C2.

Amb tots els coeficients només ens queda posar-los a la fórmula i extreure el moment crític per comparar-lo.

$$\begin{aligned}
 M_{cr} &= c_1 \cdot \frac{\pi}{K\Phi \cdot l} \cdot \sqrt{GIt \cdot EI_z} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{\pi^2}{k^2} \cdot (1 + c_2^2)} \pm c_2 \cdot \frac{\pi}{k} \right] = \\
 &= 1,1 \cdot \frac{\pi}{48.000} \cdot \sqrt{3,2031176 \cdot 10^{26}} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{\pi^2}{14,6172^2} \cdot (1 + 0,428^2)} \pm 0,428 \cdot \frac{\pi}{14,6172} \right] \\
 M_{cr} &= 1552.099.623,95N \cdot mm = 1552,1KN \cdot m
 \end{aligned}$$

Per transformar el M_{cr} a una tensió l'hem de dividir per la W de la secció. Aquesta és:

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{I}{Y_{màx}} = \frac{909070000mm^4}{750mm} = 121293,3mm^3 \\
 \sigma_{cr} &= \frac{M_{cr}}{W} = \frac{1552,1KN \cdot m}{1,21293 \cdot 10^{-4}} = \mathbf{12.796.286,67KN/m^2}
 \end{aligned}$$

Tal com s'ha dit aquesta tensió s'ha de comparar amb la tensió trobada per elements finits de la biga principal

Aquesta es mostra en la figura 21 i 22 de la següent pàgina:

.

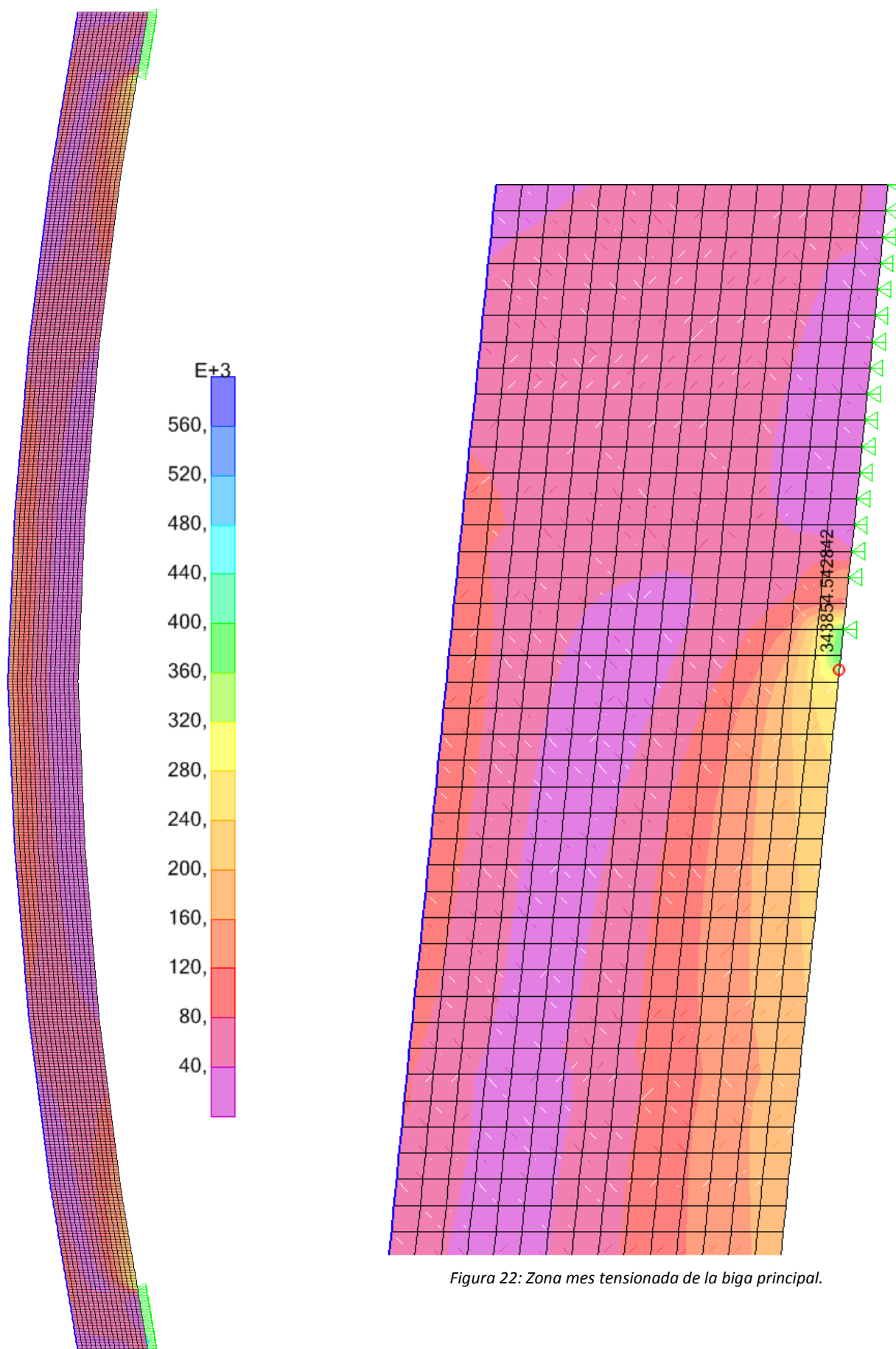


Figura 22: Zona més tensionada de la biga principal.

Figura 21: Vista X-Z de la biga amb elements finits

Tal com mostren les figures 21 i 22 de la pàgina anterior la zona amb més tensió de la biga té un valor de **343854 KN/m²**.

Fent un canvi d'unitats:

$$343.854 \text{ KN/m}^2 < 12.7963285 \text{ KN/m}^2$$

Per tant complim sobradament la tensió del moment crític.

A.2.6 Abonyegament per tallant de l'ànima.

L'abonyegament de l'ànima, tal com mostra la figura 23, és una protuberància que es produeix a l'ànima degut al sobrepès que aquesta conté sobreseu.

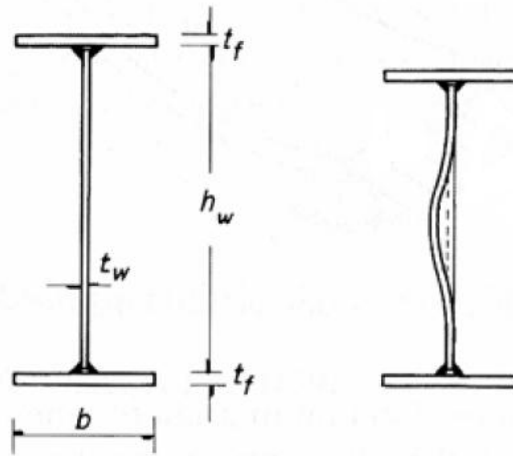


Figura 23: Abonyegament de l'ànima per tallant.

Per a aquesta comprovació, igual que l'apartat anterior, utilitzarem el llibre: "Estructuras de Acero, Calculo – R. Argüelles Álvarez".

Aquest ens proposa seguir l'eurocodi 3 per a la comprovació de l'abonyegament.

A.2.6.1 Classificació i termes de la secció.

Per a la classificació de la secció utilitzem la figura 24.

1) C. Sec.	2) Alas exentas	3) Alas interiores	4) Almas flectadas	5) Alm comp.	6) Almas en flexión compuesta		
Clase 1	$c/t_f < 9 \cdot \epsilon$	$c/t_f < 33 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} < 72 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} \leq 33 \cdot \epsilon$	$\text{Si } \alpha \geq 0,5 \quad c/t_w \leq 396 \cdot \epsilon / (13 \alpha - 1)$ $\text{Si } \alpha < 0,5 \quad c/t_w \leq 36 \cdot \epsilon / \alpha$		
Clase 2	$c/t_f < 10 \cdot \epsilon$	$c/t_f < 38 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} < 83 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} \leq 38 \cdot \epsilon$	$\text{Si } \alpha \geq 0,5 \quad c/t_w \leq 456 \cdot \epsilon / (13 \alpha - 1)$ $\text{Si } \alpha < 0,5 \quad c/t_w \leq 41,5 \cdot \epsilon / \alpha$		
Clase 3	$c/t_f < 14 \cdot \epsilon$	$c/t_f < 42 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} < 124 \cdot \epsilon$	$\frac{c}{t_w} \leq 42 \cdot \epsilon$	$\text{Si } \psi > -1 \quad c/t_w \leq 42 \cdot \epsilon / (0,67 + 0,33 \psi)$ $\text{Si } \psi \leq -1 \quad c/t_w \leq 62 \cdot \epsilon (1 - \psi) \cdot \sqrt{(-\psi)}$		
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$		$f_y \text{ (N/mm}^2\text{)}$	235	275	355	420	460
		ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Compresión positiva

Figura 24: Esvelteses límits de seccions sol·licitades a flexocompressió (respecte l'eix y-y) o flexió respecte l'eix z-z.

Ales:

$$cf/tf = 130/20 = 6,5 < 9 \cdot \epsilon = 9 \cdot 0,8132 = 7,32$$

D'on:

cf= distància del final de la soldadura a l'extrem de l'ala

tf= gruix de l'ala

$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$ on f_y és la resistència del nostre acer

$$\epsilon = \sqrt{235/355} = 0,8136$$

Observant la figura 24 observen que l'ala és de CLASSE 1.

Ànima:

$$C_w/t_w = 1440/20 = 72 < 124 \cdot \epsilon = 124 \cdot 0,8132 = 100,88$$

Tal com s'observa a la figura 24, la C_w és l'alçada eficaç de l'ànima, i la t_w el gruix de l'ànima de la biga principal.

Observant la figura 24, veiem que l'ànima és de CLASSE 3.

Termes de la secció:

- I_y : 9,097e-5 m⁴
- A : 41.200 mm²
- $W_{el,y}$: 121.293,3 mm³
- $W_{pl,y}$: 78.666.666,6 mm³

A.2.6.2 Comprovacions.

- TALLANT SENSE ABOLLADURA:

L'esforç màxim que suporta la secció plastificada sense considerar problemes d'inestabilitat es dedueix de la l'expressió:

$$V_{pl,Rd} = (20 \cdot 1460) \cdot (355/\sqrt{3})/1.05 = 5699821 \text{ N} = 5699,8 \text{ KN} > 118 \text{ KN} \quad \text{OK!}$$

- ABONYEGAMENT DE L'ÀNIMA PER TALLANT

Rigiditzadors cada 2 metres:

$$K_t = 5.34 + \frac{4}{\frac{2000^2}{1460}} = 7,4716$$

Com que es compleix:

$$\frac{31}{\eta} \cdot \epsilon \cdot \sqrt{Kt} = \frac{31}{1,20} \cdot 0,8136 \cdot \sqrt{7,4716} = 57,451 < 73 = 1460/20$$

Es obligatori analitzar la possible abonyegament de l'ànima:

$$\overline{\lambda_w} = \frac{1460}{(37,4 \cdot 20 \cdot 0,8136 \cdot \sqrt{7,4716})} = 0,8776 \quad \rightarrow \quad 0,69 < \overline{\lambda_w} < 1,08$$

$$\chi_w = 0,83/0,8776 = 0,945$$

Tenint en compte que $\chi_f = 0$

$$\chi_v = 0,945 + 0 = 0,945$$

$$V_{b,Rd} = \frac{0,945 \cdot (355/1,10) \cdot 1460 \cdot 20}{\sqrt{3}} = 506,908 \text{ KN}$$

En els extrems, al ser $V_{sd}=118 \text{ KN} < 506,908 \text{ KN}$ es compleix la condició d'abonyegament.

$$\eta_3 = \frac{118.500}{0,945 \cdot 1460 \cdot 20 \cdot 355/(1,10/\sqrt{3})} = 0,007682 < 1$$

Al complir-se que $0,50 V_{b,Rd} = 253,454 > 118 = V_{sd}$ No hi ha reducció de capacitat a flexió.

Per assegurar la integritat de la biga principal, evitar l'abonyegament i per ajudar a transmetre les forces de la biga contravents, calculada en l'annex A.3 col·loquem uns rigiditzadors cada 2 metres al llarg de la biga principal.

Aquests rigiditzadors compleixen amb la normativa que ens diu que han d'estar separats una distància màxima de 40 vegades el radi d'inèrcia de la secció de la biga principal.

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{9,097 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0412 \text{ m}}} = 0,0489892154$$

$$40 \cdot i = 40 \cdot 0,0489892154 = 1,9595686 \cong 2 \text{ m}$$

Veiem que els rigiditzadors estan ven col·locats complint la distància que ens marca la norma.

Aquests rigiditzadors tindran la forma que mostra la figura 25 que hi ha a continuació.

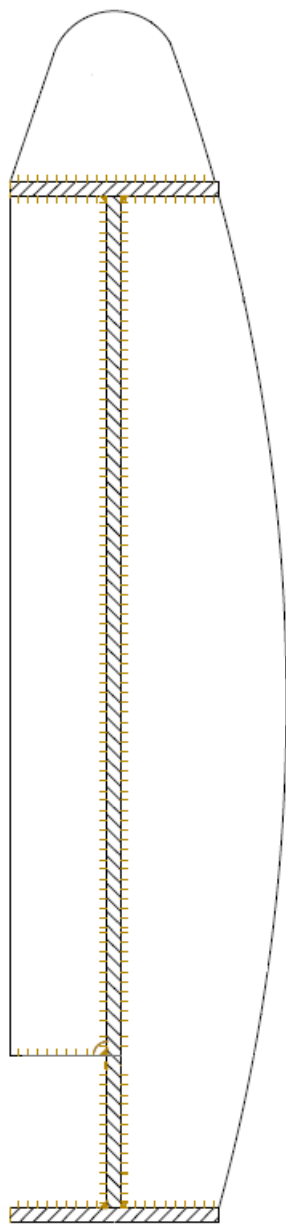


Figura 25: Secció principal amb els rigiditzadors.

A.3 Biga Contravents

A.3 BIGA CONTRAVENTS

La biga contravents està formada per una Gelosia Pratt. Les barres estan inclinades formant una V de manera que les diagonals estan sotmeses a tracció mentre que les barres verticals es comprimeixen. Això presenta avantatges amb l'acer, ja que els elements a tracció no tenen problemes encara que siguin llargs mentre que els sotmesos a compressió poden presentar problemes de vinclament a mesura que augmenta la seva longitud.

La gelosia esta formada per muntants, diagonals i cordons.

Les diagonals seran perfila quadrats, els muntants seran perfils HEB i els cordons estaran formats per la pròpia biga principal de la passarel·la.

El mètode de selecció de les mides dels perfils ha estat per tanteig a partir del mínim perquè les barres puguin aguantar els esforços a que estan sol·licitades, s'ha augmentat la mida fins a complir amb els ELS, es a dir la fletxa admissible horitzontal que ens permet la norma.

Per al càlcul de la gelosia utilitzem el programa informàtic SAP2000 que ens facilita i redueix molt la feina.

A.3.1 Dimensionament

La Gelosia tindrà les mateixes mides que el pont, 48 metres de llarg, 4 d'ampla i els muntats estaran separants entre sí una distància de 2 metres igual que els rigiditzadors.

Per modelitzar la gelosia amb elements finits obrim un fitxer nou i utilitzem la plantilla Grid que ens crea recuadres. Col·loquem els recuadres amb les mides que a nosaltres ens interessa que son:

- 25 línies en direcció X
- 1 línia en direcció Y
- 2 línies en direcció Z

Amb unes distàncies de:

- 2 en direcció X
- 1 en direcció Y
- 4 en direcció Z

Amb aquestes dades ens queda una figura reticular com mostra la figura 26.

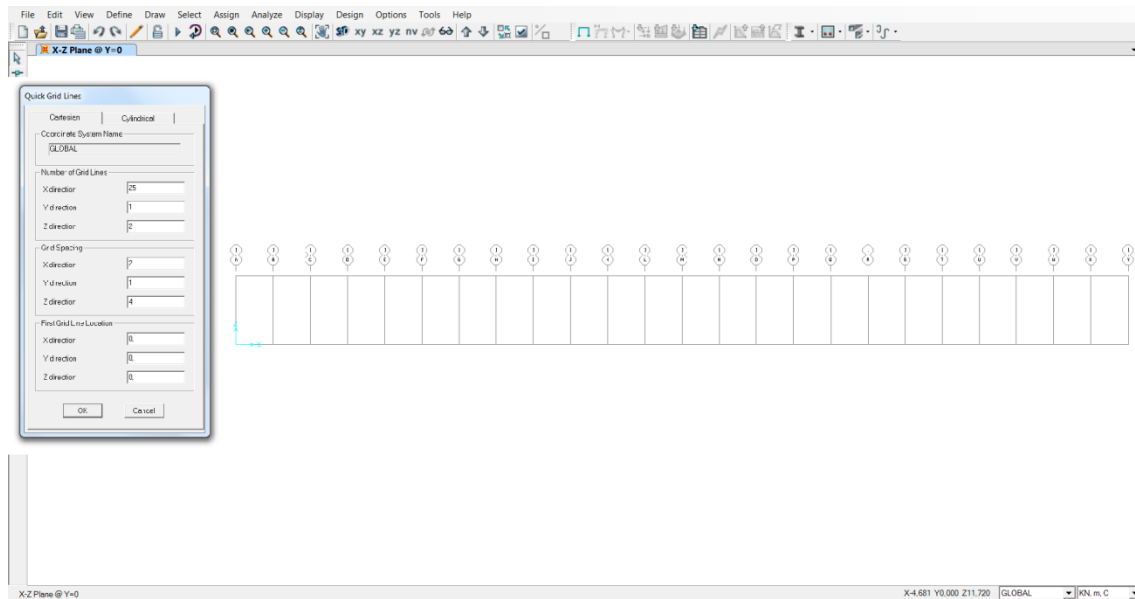


Figura 26: Retícula per a la modelització de la gelosia (Biga contravents).

Un cop tenim la retícula formada hem de dir-li que volem barres en cada una de les línies de la retícula que formen la gelosia.

Per a realitzar aquesta tasca utilitzem la següent comanda:

Draw>Draw Frame/Cable/Tendon.

Aquesta eina ens col·loca barres allà on nosaltres volem, només l'hi hem de dir el principi i el final de la línia.

Un cop tenim la biga modelitzada creem les càrregues. Per a fer això creem els 3 perfils de càrregues (Load Patterns, Cases i combinations igual que en l'apartat A.2.3.2 d'aquest mateix annex. També col·loquem els apoïaments en els extrems de la gelosia idènticament que en l'apartat A.2.3.1.

Un cop això fet col·loquem les càrregues. Les càrregues les apliquem als nusos, com a càrrega puntual. Per fer això, hem de posar la càrrega de l'àrea tributària que s'endú cada nus.

Sabem que la càrrega de vent total que hi ha és de 16,32 kN/m, per tant tots els nusos s'emporten la força de l'àrea tributària de 2 metres menys els 2 nusos extrems que se n'enduen una tal com mostra la figura 27:

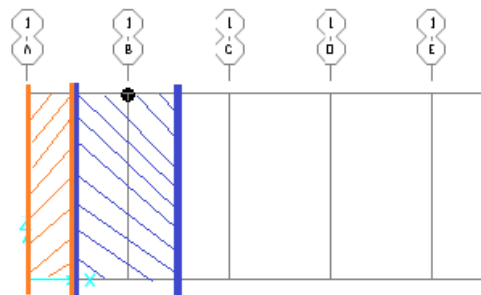


Figura 27: Representació de l'àrea tributària que s'emporta casa nus.

Els nusos extrems s'emporten una càrrega puntual de 16,15 kN i els intermitjos el doble, de 32,30 kN.

Un cop això acabat la gelosia tindria que quedar-nos com la figura 28:

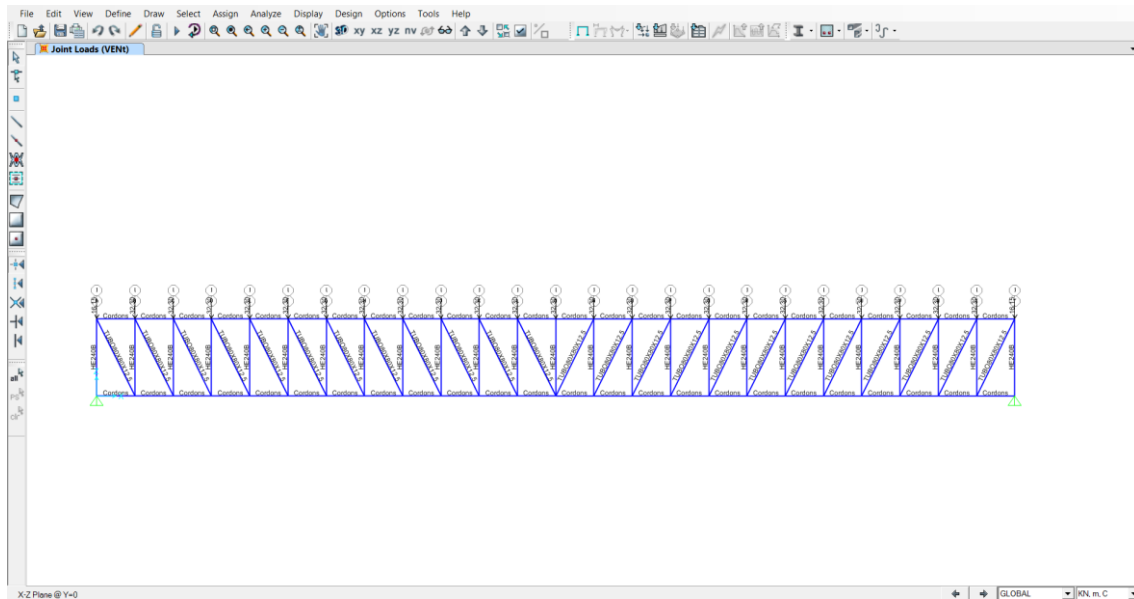


Figura 28: Gelosia modelitzada, encastada i carregada.

Les reaccions a cada suport són de 387,6 kN en sentit vertical i de 727,36 kN en sentit horitzontal. Al ser una gelosia simètrica les reaccions són iguals en les dos bandes. Aquestes reaccions es poden veure en la figura 29:

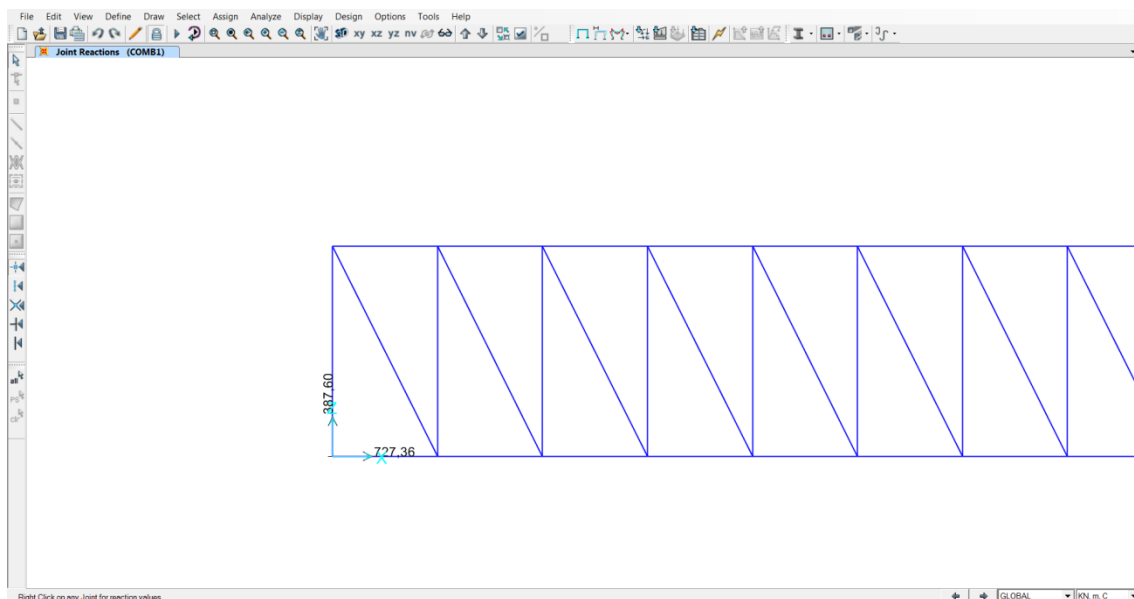


Figura 29: Reaccions en els suports de la gelosia.

Un cop tenim la gelosia així el que podem fer es treure diagrames per observar d'on pateix més i dimensionar les barres.

Diagrama d'axials:

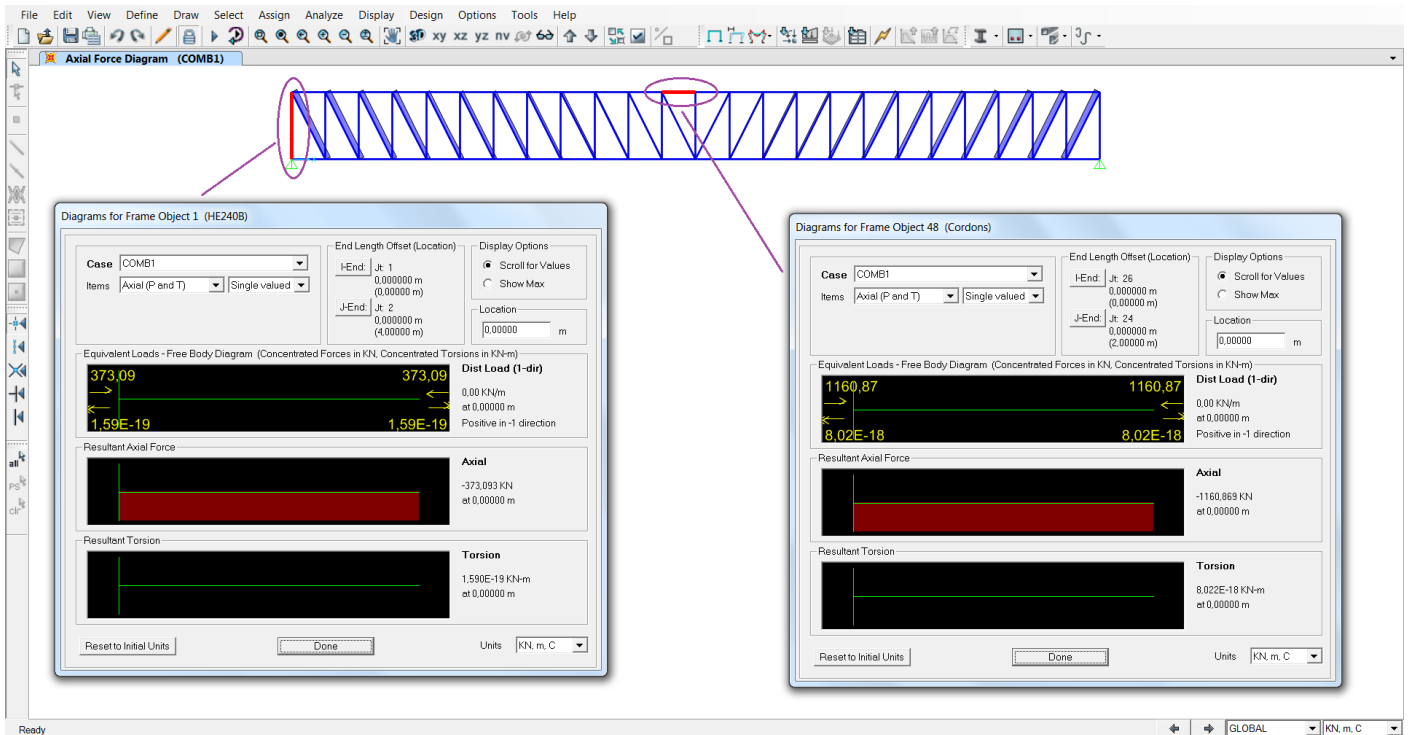


Figura 30: Diagrama d'axils de les barres.

Tal com veiem a la figura 30 tant les diagonals com ens muntants les barres mes carregades son les extremes, però en canvi en els cordons les que pateixen més son les del mig. Aquestes barres tenen una càrrega màxima de:

- Muntant: 373,09 KN
- Diagonal: 382,6 KN
- Cordó: 1160,87 KN

Les barres per defecte tenen uns eixos donats. L'eix 1 es al llarg de la barra, l'eix 2 per defecte és en el pla 1-Z. I l'eix 3 és l'eix que falta.

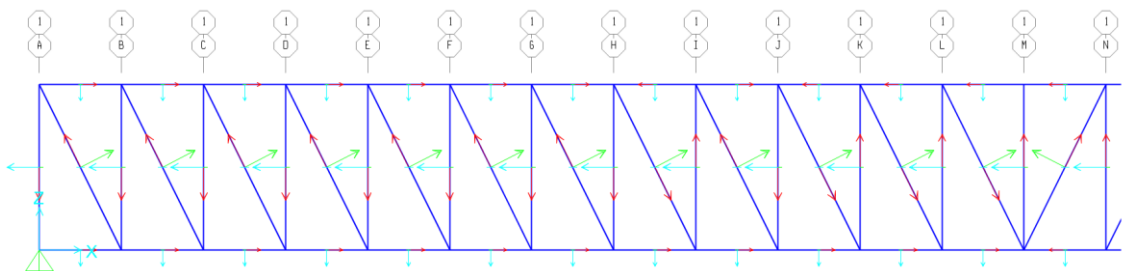


Figura 31: Direcció dels eixos locals de les barres.

En els càlculs també introduïrem els moments per tant extrèiem els diagrames de moments i busquem els màxims de cada tipus de barra.

La figura 32 mostra el diagrama de moments el en sentit 2-2:

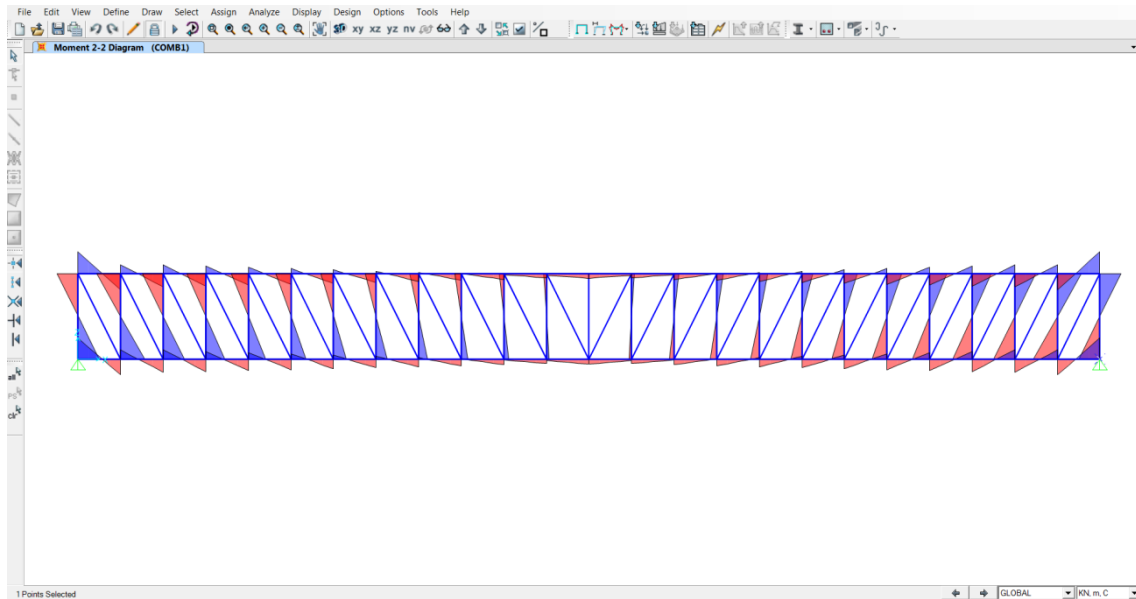


Figura 32: Diagrama de moments 2-2.

La figura 33 mostra el diagrama de moments en sentit 3-3:

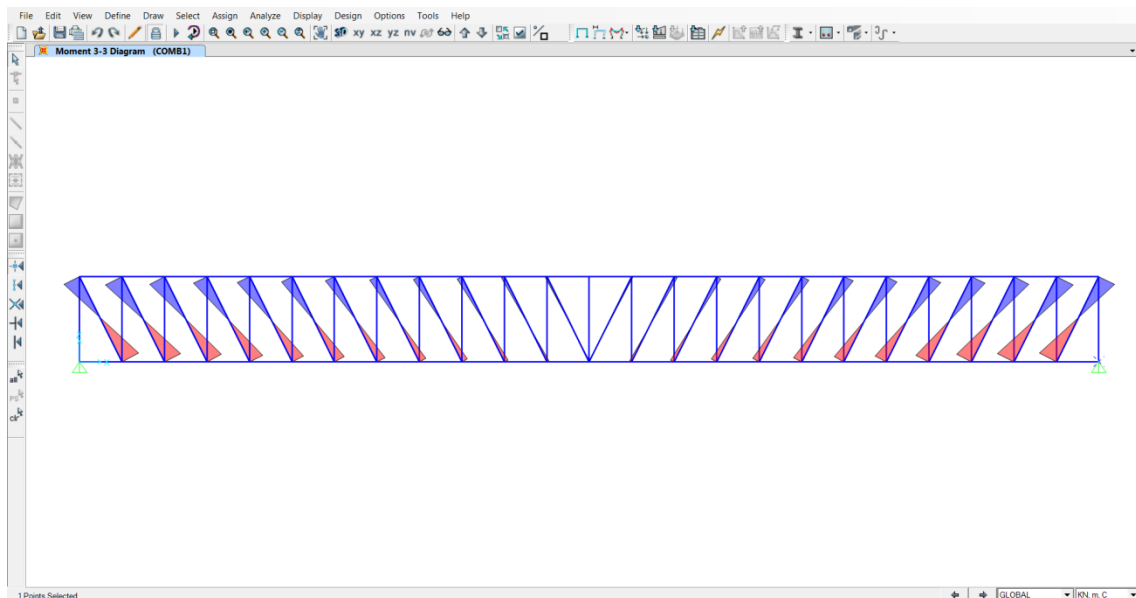


Figura 33: Diagrama de moments 3-3.

Amb aquests diagrames observem que els moments màxims estan a les barres extremes de la gelosia.

Aquests moments són:

- Muntant: 16,34 KN·m
- Diagonal: 0,87 KN·m
- Cordó: 17,16 KN·m

Per aquestes barres hem seleccionat tres tipus de seccions diferents.

Per als muntants s'ha agafat un perfil HEB240.

Per a les diagonals un perfil quadrat de 80x80x12,5mm.

I per als cordons s'utilitza la pròpia biga principal, de 1,5 metres de cantell.

A.3.2 Càlcul dels nusos.

Per assegurar una bona transmissió de les forces cap als suports hem d'assegurar que els nusos aguantin les forces a que estan sotmesos i que siguin nusos articulats.

Segons normativa perquè un nus sigui articulat l'encreuament de les seves línies neutres ha d'estar dins un rang. Aquest rang es el següent:

$$-0,55 \cdot do \leq e \leq 0,25 do$$

do és l'amplada del cordo superior vist en planta que és de 30 cm. Per tant:

$$-0,55 \cdot do \leq e \leq 0,25 do \rightarrow -0,55 \cdot 30 \leq e \leq 0,25 \cdot 30 \rightarrow -165 \leq e \leq 75$$

La norma també ens diu que hi/bi ha d'estar entre 0,5 i 2. Per tant ho comprovem.

$$0,5 \leq \frac{hi}{bi} \leq 2,0 \rightarrow 0,5 \leq \frac{80}{80} = 1 \leq 2 \rightarrow \text{OK! Complim}$$

Hi ha molts tipus de nusos tal com mostra la figura 34.

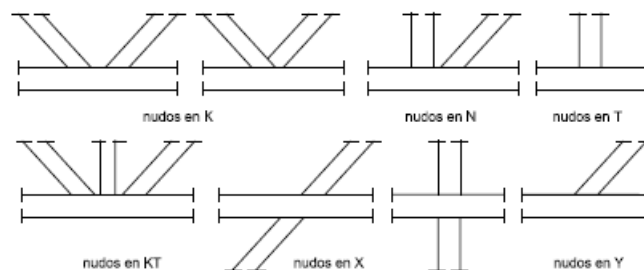


Figura 34: Tipus de nusos que apareixen a la norma.

En la gelosia tenim 2 tipus de nusos, nusos en N i nusos en T. Els nusos en N son aquells en que s'ajunten tres barret i els nusos en T només dos.

A.3.2.1 Càlculs Nus amb N

Per tant els nusos en N hi ha dos maneres de fer-lo amb solapament 100% i solapament 50% tal com mostra la figura 35:

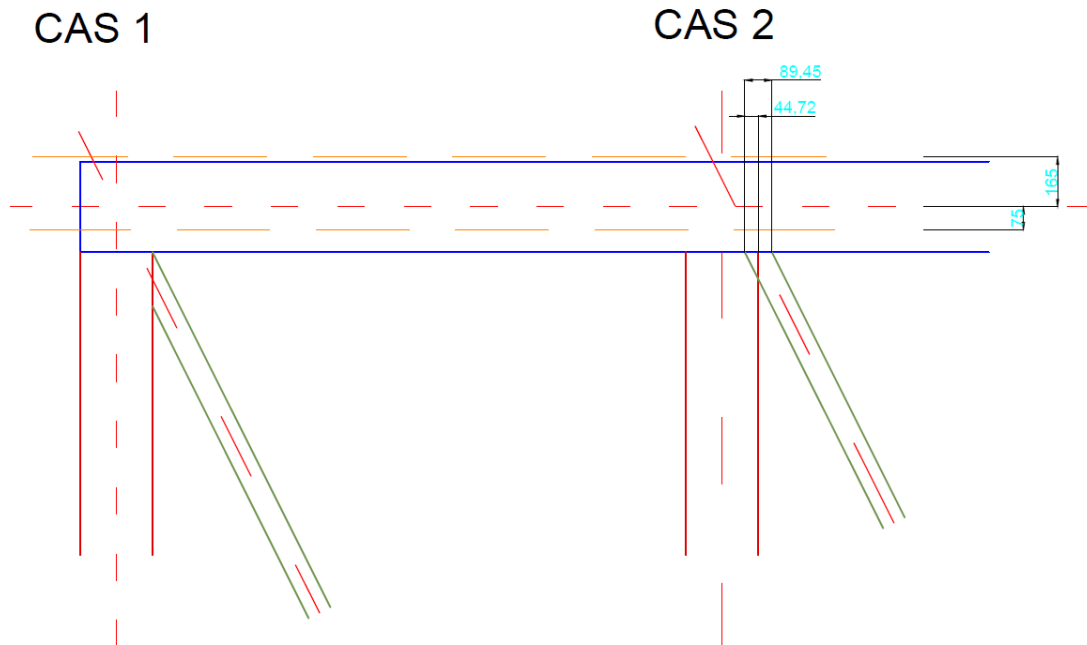


Figura 35: Tipus de solapament dels nusos.

En el nostre cas hem seleccionat el cas 1, tot i que aguanta menys esforç, es més fàcil de muntar i la força que aguanta ens es suficient.

- CAS 1:

$$\text{Solapament } \lambda_{ov} = 100\%$$

$N_{i,Rd}$ és la força que aguanta el nus, per tant anem a calcular-la:

$$N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (2h_i - 4t_i + b_i + b_{e,ov}) \cdot \left[\frac{1}{\gamma M_j} \right]$$

El terme $b_{e,ov}$ s'estreu d'una fórmula concreta que tenim a continuació:

$$b_{e,ov} = \frac{10}{b_1/t_1} \cdot \frac{f_{yi} \cdot t_i}{f_{y1} \cdot t_1} \cdot b_i = \frac{10}{80 \cdot 12,5} \cdot \frac{275 \cdot 12,5}{275 \cdot 12,5} \cdot 80 = 0,8$$

Per tant la força màxima que aguanta un nus en el cas 1 és:

$$N_{i,Rd} = 275 \cdot 12,5 \cdot (2 \cdot 80 - 4 \cdot 12,5 + 80 + 0,8) \cdot \left[\frac{1}{1} \right] = 655,875 \text{ KN}$$

A.3.2. Càlculs Nus amb T

Per al nus amb T només tenim un col cas, i per tant és directe.

- Plastificació de l'ànima del cordó.

Això significa que si superem aquesta força l'ànima del cordó plastifica.

$$N1, Rd = \frac{f_{yo} \cdot tw \cdot bw}{\sin(\theta_1)} \cdot \left[\frac{1}{\gamma_{Mj}} \right] = \frac{355 \cdot 20 \cdot 1400}{\sin 90^\circ} = 994 \text{ KN}$$

- Reducció d'amplada eficaç.

$$N1, Rd = 2 \cdot f_{y1} \cdot ti \cdot bef \cdot \left[\frac{1}{\gamma_{Mj}} \right]$$

Igual que en l'apartat anterior el terme bef l'extreiem d'una forma de la norma:

$$bef = tw + 2r + 7 \cdot \frac{f_{yo}}{f_{yi}} \cdot ti = 20 + 7 \cdot \frac{355}{275} \cdot 12,5 = 132,9545$$

El terme 2r desapareix ja que no hi ha cap r i ens queda a valor zero.

Per tant la força és:

$$N1, Rd = 2 \cdot f_{y1} \cdot ti \cdot bef \cdot \left[\frac{1}{\gamma_{Mj}} \right] = 2 \cdot 275 \cdot 13,5 \cdot 132,9545 = 987,18716 \text{ KN}$$

En tots dos tipus de nusos ens dona una força superior al que realment estan sotmesos, per tant hem dimensionat bé aquests nusos i tindran la vida que esperem sense que pateixin danys.

A.3.3 Càlcul d'ELU (Resistència i pandeig)

A.3.3.1 Resistència

Per saber si les superen o no el seu límit elàstic apliquem a cada barra la secció que l'hi hem donat i mirem amb els diagrames de tensions si superen aquest límit o no. El límit es de 275.000 KN/m² per els muntants i les diagonals, i de 355.000 KN/m² per als cordons.

Per fer això ens cal donar a cada barra la secció que l'hi hem assignat.

Per als cordons només hem de fer el mateix que en l'apartat 2.3.3 d'aquest mateix annex. Els altres dos estan predefinits dins el programa informàtic i només els hem de buscar i carregar.

Define>Section Properties>Frame Sections>Add New Property>Cliquem la primera I

Dins la secció li donem les mides:

- Section Name: Sec
- Material: A99Fy50
- Outside height (t3): 1,5
- Top flange width (t2): 0,3
- Top flange thickness (tf): 0,02
- Web thickness (tw): 0,02
- Bottom flange width (t2b): 0,3
- Bottom flange thickness (tfb): 0,02 >OK

Finalment només ens queda dir-li que les bigues volem que tinguin la secció que hem creat. Ho fem de la següent manera

Per carregar anem a: Define>Section Properties>Frame Sections>Import new property>cliquem dins el tipus de secció que volem i la buquem dins de EURO.PRO

Seleccionem totes les barres>Assign>Frame>Frame Sections >Seleccionem la biga amb el nom que hem creat abans i li donem a OK.

Un cop assignades totes les seccions a les barres corresponents mirem les tensions de les barres que no superin el que hem dit. Per mirar aquestes tensions anem a: Display>Show forces/Stress>Frames/Cables/Tendoms>Stress S11 Max.

Les figures 36 i 37 ens mostren les barres més carregades i com no superen el límit admissible.

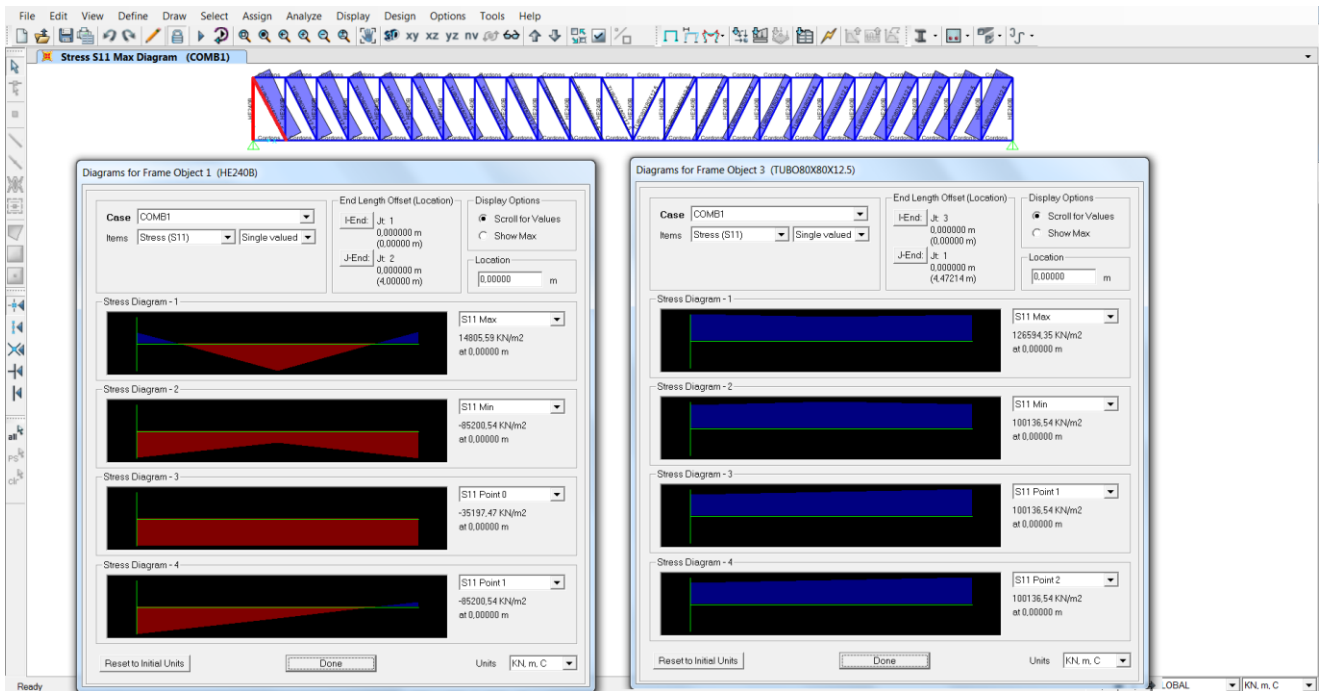


Figura 36: Diagrames de tensions (Stress) de les muntants i diagonals.

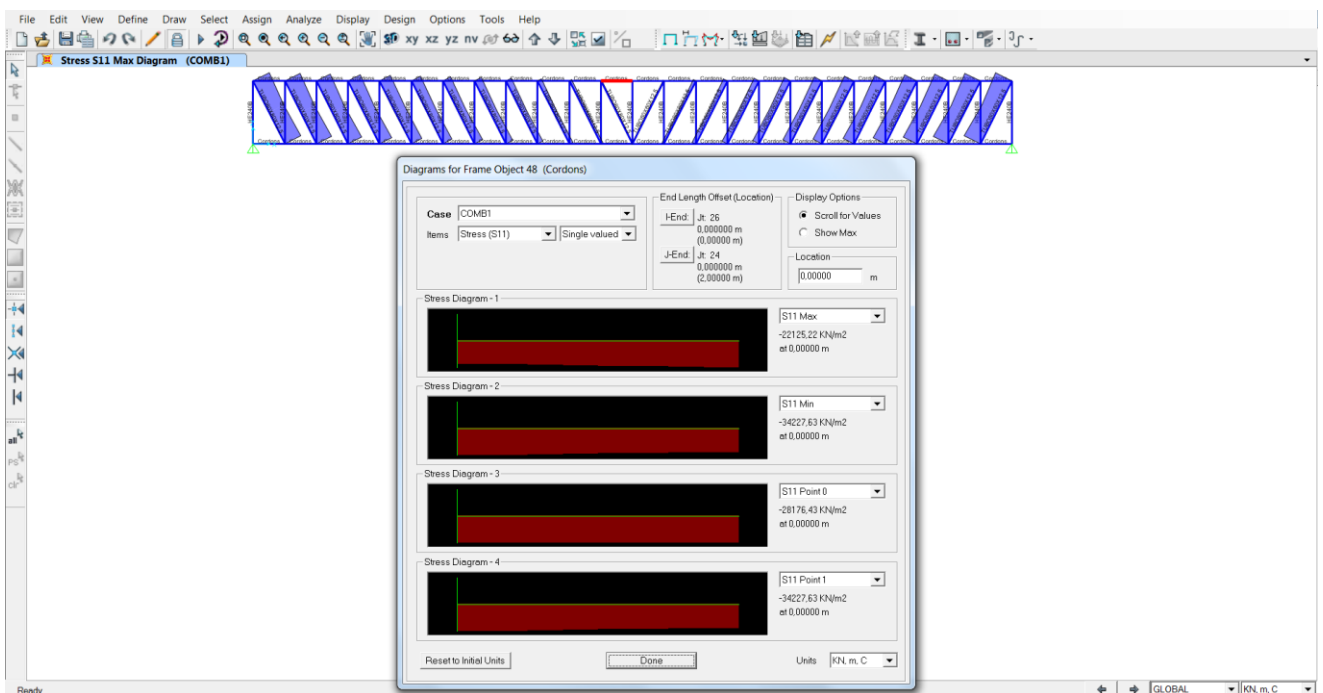


Figura 37: Diagrama de tensions (Stress) dels cordons.

Ara ja sabem que cap barra rabassa el seu límit elàstic i que aguanten perfectament les forces a que estan sotmeses i només ens queda comprovar el pandeig.

A.3.3.2 Pandeig

Per mirar aquest pandeig utilitzem la norma CTE-DB-SE-A (Acero), que ens fa fer un estudi de secció i un estudi de barra.

Segons normativa a la seva taula 5.3 i 5.4 hi ha els tipus de sol·licitacions a que esta sotmesa una barra. Aquestes barres tenen un punt alpha (α) on el tallant és zero (0), i això és el que anem a buscar per cada tipus de barra.

Geometria				
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		33ϵ	38ϵ	42ϵ
Flexión simple		72ϵ	83ϵ	
				124ϵ
Flexocompresión $\psi \geq -1$		$\frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	
		$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,5$	$\frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Flexotracción ¹⁾ $\psi \leq -1$		$\frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{41,5\epsilon}{\alpha}$	
		$\alpha \leq 0,5$	$\alpha \leq 0,5$	$62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$
Caso especial: sección tubular				
	Compresión	$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$
	Flexión simple			
	Flexocompresión			
Factor de reducción $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$				
1) $\psi \leq -1$ es aplicable a los casos con deformaciones unitarias que superen las correspondientes al límite elástico				

Figura 38: Límits d'esveltesa per elements plans, amb suports a les dos bandes, total o parcialment comprimits.

Geometría				
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		9ϵ	10ϵ	14ϵ
Flexocompresión; borde libre comprimido		$\frac{9\epsilon}{\alpha}$	$\frac{10\epsilon}{\alpha}$	$21\epsilon\sqrt{k_{\sigma_1}}$
Flexocompresión; borde libre traccionado		$\frac{9\epsilon}{\alpha^{1.5}}$	$\frac{10\epsilon}{\alpha^{1.5}}$	$21\epsilon\sqrt{k_{\sigma_2}}$
Coeficientes de abolladura k_{σ_1} y k_{σ_2} en función de ψ, siendo ψ la relación de las tensiones en los bordes (compresión positiva): $k_{\sigma_1} = 0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$ para $1 \geq \psi \geq -3$ $k_{\sigma_2} = 0,578 / (0,34 + \psi)$ para $1 \geq \psi \geq 0$ $k_{\sigma_2} = 1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$ para $0 \geq \psi \geq -1$				
Factor de reducción $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$				

Figura 39: Límits d'esveltesa per elements plans, amb suport a un costat i l'altre lliure, total o parcialment comprimits.

Amb aquestes taules tenim els dos tipus de barres que tenim a la nostra gelosia. Els muntants i diagonals son elements que farem servir la figura 38 ja que estan suportats per tots dos costats; en canvi els cordons només tenen suport per una banda i utilitzarem la figura 39.

El que anem a fer ara es buscar la distància α de cada barra per poder fer les comprovacions.

Per buscar la recta de tensions el que fem es dividir l'axial per l'àrea i el moment per la W i ho sumem i així obtenim la seva recta i podem trobar la distància de α

- MUNTANTS: Tipus de Secció HEB 240.**

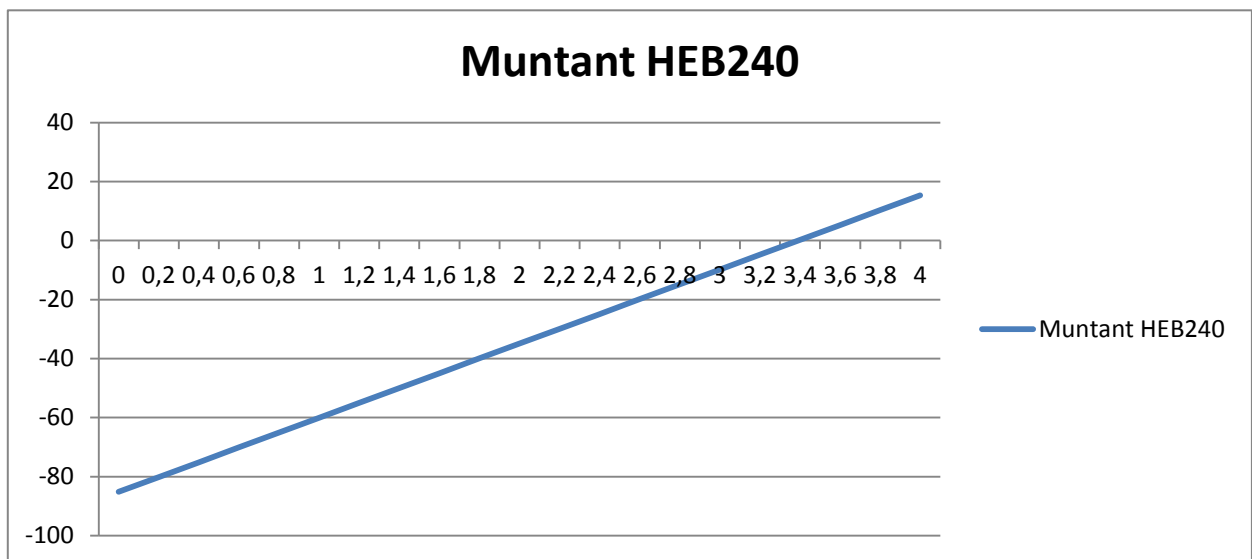
La seva àrea és de 106 cm², i la seva W és de 327 cm³.

Moment

Long (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Força (KN/m)	-	-	-13,06	-11,42	-9,77	-8,13	-6,49	-4,84	-3,20	-1,56	0,09
	16,35	14,70									
Axil											
Força (KN)	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373
Tensió M	-	-	-39,94	-34,91	-29,89	-24,8	-19,8	-14,81	-9,79	-4,76	0,27
	49,99	44,96									
Tensió A	-35,2	-35,2	-35,2	-35,2	-35,2	-35,2	-35,2	-35,20	-35,20	-35,20	-35,2
Suma	-85,2	-80,2	-75,14	-70,11	-65,09	-60	-55	-50,01	-44,98	-39,96	-34,9

Long (m)	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
Força (KN/m)	1,73	3,37	5,02	6,66	8,30	9,95	11,59	13,23	14,88	16,52
Força (KN)	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373	-373
Tensió M	5,29	10,32	15,34	20,37	25,39	30,42	35,44	40,47	45,50	50,52
Tensió A	-35,20	-35,2	-35,2	-35,20	-35,2	-35,2	-35,2	-35,20	-35,20	-35,20
Suma	-29,91	-24,9	-19,9	-14,83	-9,80	-4,78	0,25	5,27	10,30	15,32

Taula 7: Tensions de la muntant més carregada.



Gràfic 1: Tensions de la muntant més carregada.

Gràcies al gràfic podem trobar l' α i fer els càlculs:

$$\alpha = \frac{(4 - 3,4) \cdot 1}{4} = 0,15$$

Ara ja podem passar a realitzar els càlculs.

Flexocompressió $\Psi \geq -1$ $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924416$

El nostre c/t real és de 24 que surt de dividir 240/10

Per ser classe 1 hem de complir:

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = \frac{396 \cdot 0,9244}{13 \cdot 0,15 - 1} = 385,32 \gg 24 \quad OK!$$

Per tant la nostre secció és de classe 1.

- Càlculs de SECCIÓ:

Flexió composta sense tallant. Hem de complir:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{mo}} = \frac{275}{1,05} = 261,9$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_y}{M_{pl,Rd}} = \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_y}{(2 \cdot S_y) \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{373.089}{106 \cdot 10^2 \cdot 261,9} + \frac{16.360.000}{2 \cdot 527 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1 \rightarrow 0,1936 \leq 1 \quad OK!$$

- Càlculs de BARRA:

Element a compressió i a flexió. Per comprovar el pandeig per element barra hem de complir la següent fórmula que ens diu la norma:

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + \psi_{n,y} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

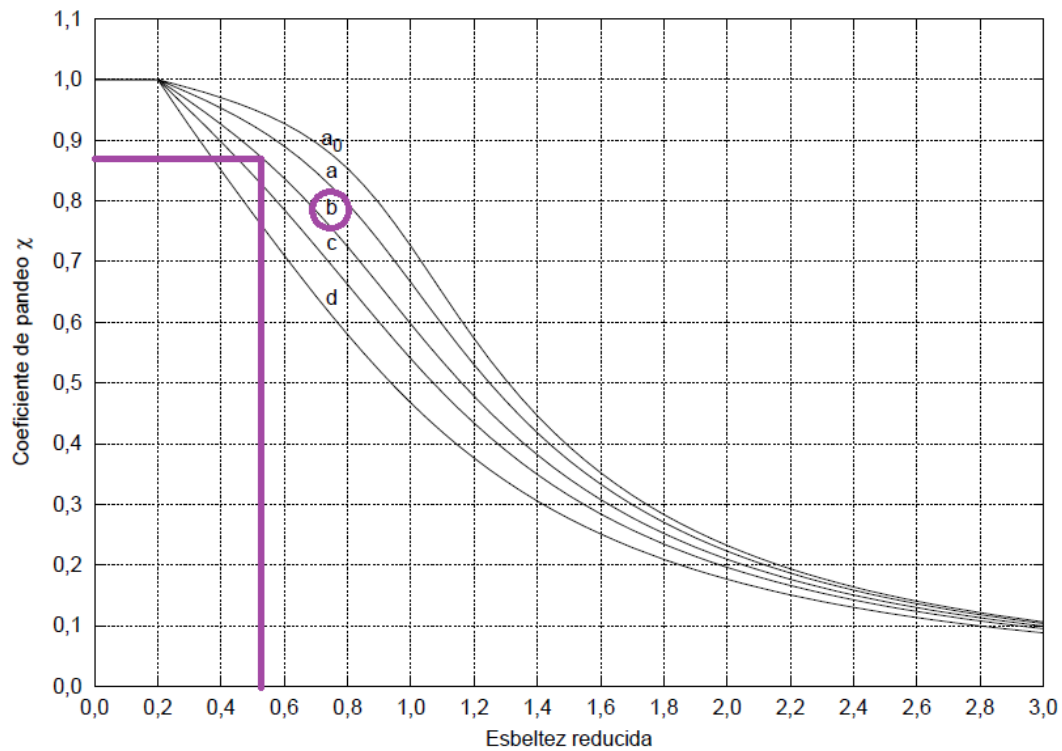
Segons normativa, X_{lt} podem agafar-lo de valor igual a 1, i $\psi_{n,y} \cdot N_{ed} = 0$.

$$K_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} = 1 + (0,5273 - 0,2) \cdot \frac{373.089}{0,87 \cdot (106 \cdot 10^2 \cdot f_{yd})} = 1,05$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{106 \cdot 10^2 \cdot 275}{10480964,7}} = 0,5273$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I = \left(\frac{\pi}{4000}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 8091 \cdot 10^4 = 10480964,7$$

L_k equival a la longitud de pandeig de la barra.

Figura 40: Gràfic per trobar X_y

Finalment només ens queda aplicar la primera fórmula per veure si complim o no.

$$\frac{N_{ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + \psi_{n,y} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{373.089}{0,87 \cdot 106 \cdot 10^2 \cdot f_{yd}} + 1,05 \cdot \frac{0,9 \cdot 16.360.000}{1 \cdot 938 \cdot 10^3 \cdot f_{yd}} \leq 1 \rightarrow 0,2174 \leq 1$$

Per tant al ser més petit la nostra barra està ben dimensionada i no pateix pandeig.

- **DIAGONALS: Tipus de secció quadrada de 80x80x12,5**

Necessitem el moment estàtic de la secció:

$$M_e = 0 \cdot 12,5 \left(40 - \frac{12,5}{2} \right) + 2 \cdot \left[(40 - 12,5) \cdot 12,5 \cdot \frac{40 - 12,5}{2} \right] = 43203,125 \text{ mm}^2$$

Tanmbé necessitem trobar α :

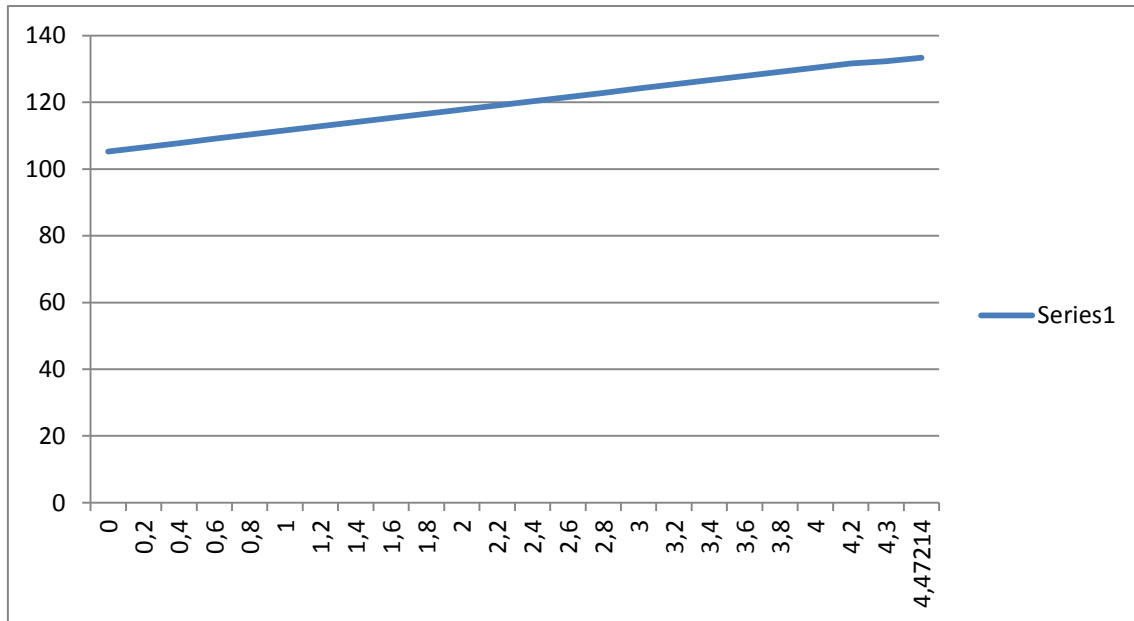
La seva àrea és de 31,94 cm², i la seva W és de 60,32 cm³.

Moment

Long (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
Força (KN/m)	-0,8767	-0,801	-0,7253	-0,6496	-0,5739	-0,4982	-0,4225	-0,3467
Axil								
Força (KN)	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608
Tensió M	-14,534151	-13,279	-12,024	-10,769	-9,5142	-8,2592	-7,0043	-5,74768
Tensió A	119,789606	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79
Suma	105,25545	106,51	107,76	109,02	110,275	111,53	112,785	114,042
Long (m)	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
Força (KN/m)	-0,271	-0,1953	-0,1196	-0,0439	0,0318	0,1075	0,1833	0,259
Força (KN)	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608
Tensió M	-4,4971	-3,2373	-1,9827	-0,7277	0,52719	1,78216	3,03879	4,29377
Tensió A	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79
Suma	115,29	116,55	117,80	119,06	120,317	121,572	122,828	124,083
Long (m)	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,3	4,47214
Força (KN/m)	0,3347	0,4104	0,4861	0,5618	0,6375	0,7132	0,7511	0,8163
Força (KN)	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608	382,608
Tensió M	5,54874	6,80371	8,05869	9,31366	10,5686	11,8236074	12,4519231	13,5328249
Tensió A	119,79	119,79	119,79	119,79	119,79	119,789606	119,789606	119,789606
Suma	125,338	126,593	127,84	129,10	130,35	131,61321	132,24152	133,32243

Taula 8: Tensions de la diagonal més carregada.

Gràcies a la unió de forces i la extracció de la recta de tensions podem obtenir α que és el que busquem i necessitem.



Gràfic 2: Tensions de la muntant més carregada

Com que no hi ha cap punt que talli amb la recta de tensions de valor zero l' α agafa valor de 1.

Ara ja podem passar a realitzar els càlculs.

Flexocompressió $\psi \geq -1$ $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924416$

El nostre c/t real és de 6,4 que surt de dividir 80/12,5

Per ser classe 1 hem de complir:

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = \frac{396 \cdot 0,9244}{13 \cdot 1 - 1} = 30,5 > 6,4 \quad OK!$$

Per tant la nostre secció és de classe 1.

- Càlculs de SECCIÓ:

Flexió composta sense tallant. Hem de complir:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{mo}} = \frac{275}{1,05} = 261,9$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_y}{M_{pl,Rd}} = \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_y}{(2 \cdot S_y) \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{365.950}{33,75 \cdot 10^2 \cdot 261,9} + \frac{874.900}{2 \cdot 43,203 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1 \rightarrow 0,4526 \leq 1 \quad OK!$$

- Càlculs de BARRA:

Element a compressió i a flexió. Per comprovar el pandeig per element barra hem de complir la següent fórmula que ens diu la norma:

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + \eta_{n,y} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Segons normativa, X_{lt} podem agafar-lo de valor igual a 1, i $\eta_{n,y} \cdot N_{ed} = 0$.

$$K_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} = 1 + (0,9632 - 0,2) \cdot \frac{365.950}{0,68 \cdot (33,75 \cdot 10^2 \cdot f_{yd})} = 1,46$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{33,75 \cdot 10^2 \cdot 275}{10480964,7}} = 0,9632$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{Lk}\right)^2 \cdot E \cdot I = \left(\frac{\pi}{2236}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 241,3 \cdot 10^4 = 1000305,746$$

La barra en total fa 4,47 metres, la longitud de 2,236 es la meitat. Això es perquè fixem la barra de dalt amb la de baix de la biga contravents així evitem que pandegi ja que amb tota la seva longitud pandeja.

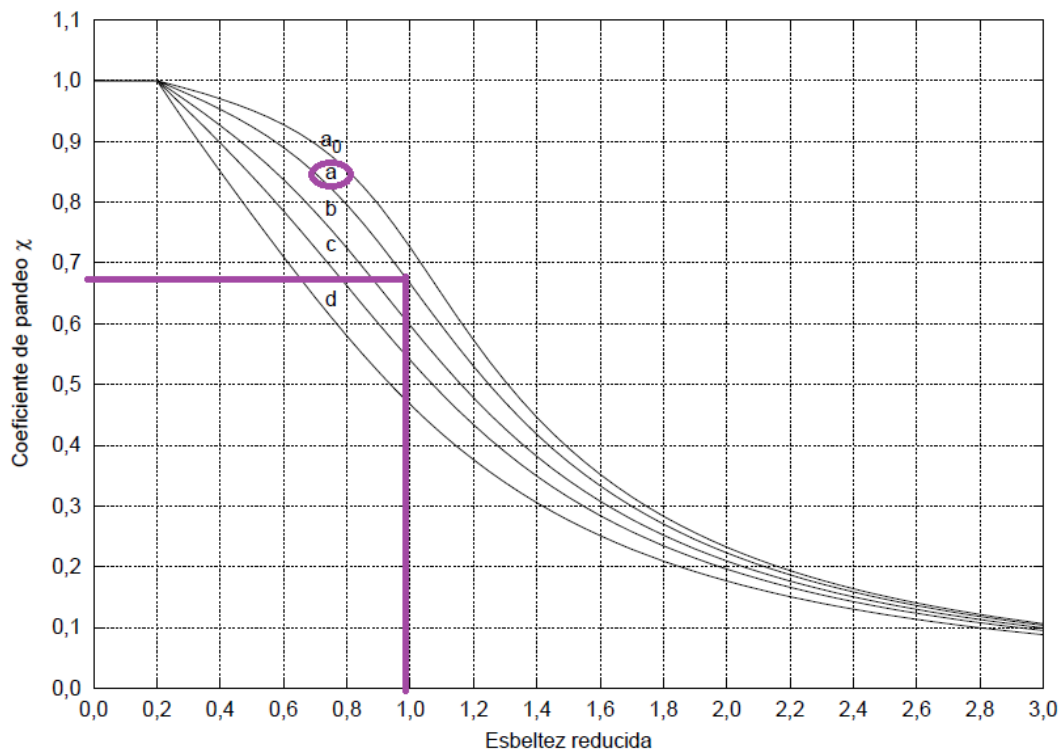


Figura 40: Gràfic per trobar χ_y

Finalment només ens queda aplicar la primera fórmula per veure si complim o no.

$$\frac{N_{ed}}{X_{ty} \cdot A \cdot f_{yd}} + K_{ty} \cdot \frac{C_{m,ty} \cdot M_{y,Ed} + C_{n,ty} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_{ty} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{365.950}{0,68 \cdot 33,75 \cdot 10^2 \cdot f_{yd}} + 1,46 \cdot \frac{0,9 \cdot 874.900}{1 \cdot 60,32 \cdot 10^3 \cdot f_{yd}} \leq 1 \rightarrow 0,754 \leq 1$$

Per tant, al ser més petit la nostra barra esta ben dimensionada i no pateix pandeig.

- CORDÓ: Biga principal de 1,5 metres de cantell**

$$Me = 300 \cdot 20 \cdot (750 - 10) + (750 - 20) \cdot 20 \cdot \left(\frac{750 - 20}{2}\right) = 9.769.000 \text{ mm}^3$$

Aquí podem comprovar com el cordó més tensionat és el cordó número 1:

Cordó núm. 1: Barra 1

Long (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Força (KN/m)	17,16	14,18	11,20	8,22	5,25	2,27	-0,71	-3,69	-6,67	-9,65	-12,63
Axil											
Força (KN)	-179,6	-1160,7	-1160,7	-1160,8	-1160,7	-1160,7	-1160,7	-1160,7	-1160,7	-1160,8	-1160,7
Tensió M	173,24	143,17	113,09	83,02	52,95	22,87	-7,20	-37,28	-67,35	-97,42	-127,50
Tensió A	-4,36	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18
Suma	168,88	114,99	84,92	54,84	24,77	-5,30	-35,38	-65,45	-95,53	-125,60	-155,68

Taula 9: Taula de tensions del cordó núm. 1.

Cordó núm. 2: Barra 6.

Long (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Força (KN/m)	3,92	2,77	1,62	0,46	-0,69	-1,84	-2,99	-4,14	-5,29	-6,44	-7,60
Axil											
Força (KN)	-868,4	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41	-868,41
Tensió M	39,55	27,93	16,31	4,69	-6,94	-18,56	-30,18	-41,80	-53,42	-65,04	-76,67
Tensió A	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08	-21,08
Suma	18,47	6,85	-4,77	-16,39	-28,01	-39,64	-51,26	-62,88	-74,50	-86,12	-97,74

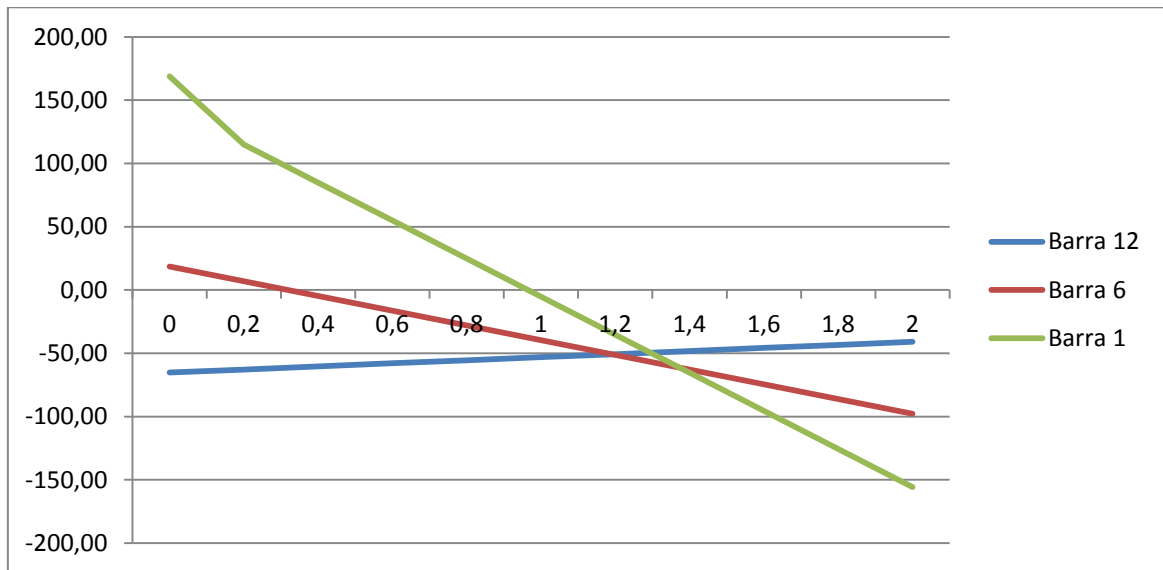
Taula 10: Taula de tensions del cordó núm. 2. Cordó entremig de la gelosia.

Cordó núm. 3: Barra 12

Long (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Força (KN/m)	-3,67	-3,43	-3,19	-2,95	-2,71	-2,47	-2,23	-1,98	-1,74	-1,50	-1,26
Axil											
Força (KN)	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8	-1160,8
Tensió M	-37,04	-34,61	-32,18	-29,75	-27,32	-24,89	-22,46	-20,03	-17,60	-15,17	-12,74
Tensió A	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18	-28,18
Suma	-65,22	-62,79	-60,36	-57,93	-55,50	-53,07	-50,64	-48,21	-45,78	-43,35	-40,92

Taula 11: Taula de tensions del cordó núm. 3. Cordó del centre de la gelosia.

Amb el gràfic de tensions també podem comprovar com la més tensionada és la número 1, i n'extraiem l' α :



Gràfic 3: Tensions dels cordons

El punt per on la línia de tensions passa per zero és en el punt 0,9647.

Aquest punt ens dona una $\alpha=0,4823$

La seva àrea és de 41.200 mm², i la seva I_y és de 0,0118 m⁴.

Flexocompressió – Borde libre Traccioando. Per aquest càlcul fem servir la figura 39.

$$\psi \geq -1 \quad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,8136$$

El nostre c/t real és de 7,5 que surt de dividir 0,15/0,02

Per ser classe 1 hem de complir:

$$\frac{9 \cdot \varepsilon}{\alpha^{1,5}} = \frac{9 \cdot 0,8136}{0,4823^{1,5}} = 21,86 > 7,5 \quad OK!$$

Per tant la nostre secció és de classe 1.

- Càlculs de SECCIÓ:

Flexió composta sense tallant. Hem de complir:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{mo}} = \frac{355}{1,05} = 338,095$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_y}{M_{pl,Rdy}} = \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_y}{(2 \cdot S_y) \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{179.663}{41200 \cdot 338,095} + \frac{17.163.100}{2 \cdot 9769 \cdot 10^3 \cdot 338,095} \leq 1 \rightarrow 0,0155 \leq 1 \quad \text{OK!}$$

- Càlculs de BARRA:

Element a compressió i a flexió. Per comprovar el pandeig per element barra hem de complir la següent fórmula que ens diu la norma:

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + \psi_{n,y} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Segons normativa, X_{lt} podem agafar-lo de valor igual a 1, i $\psi_{n,y} \cdot N_{ed} = 0$.

$$K_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} = 1 + (0,049 - 0,2) \cdot \frac{179.663}{1 \cdot (41200 \cdot 338,095)} = 0,998$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{41200 \cdot 355}{6114219926}} = 0,049$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{Lk}\right)^2 \cdot E \cdot I = \left(\frac{\pi}{2000}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 118 \cdot 10^8 = 6114219926$$

A la longitud de pandeig només apliquem la distància entre muntants ja que és la bona i la que realment està aplicada la força. Si contem el muntant amb tota la longitud de la biga principal de 48 metres, aquesta pandeja.

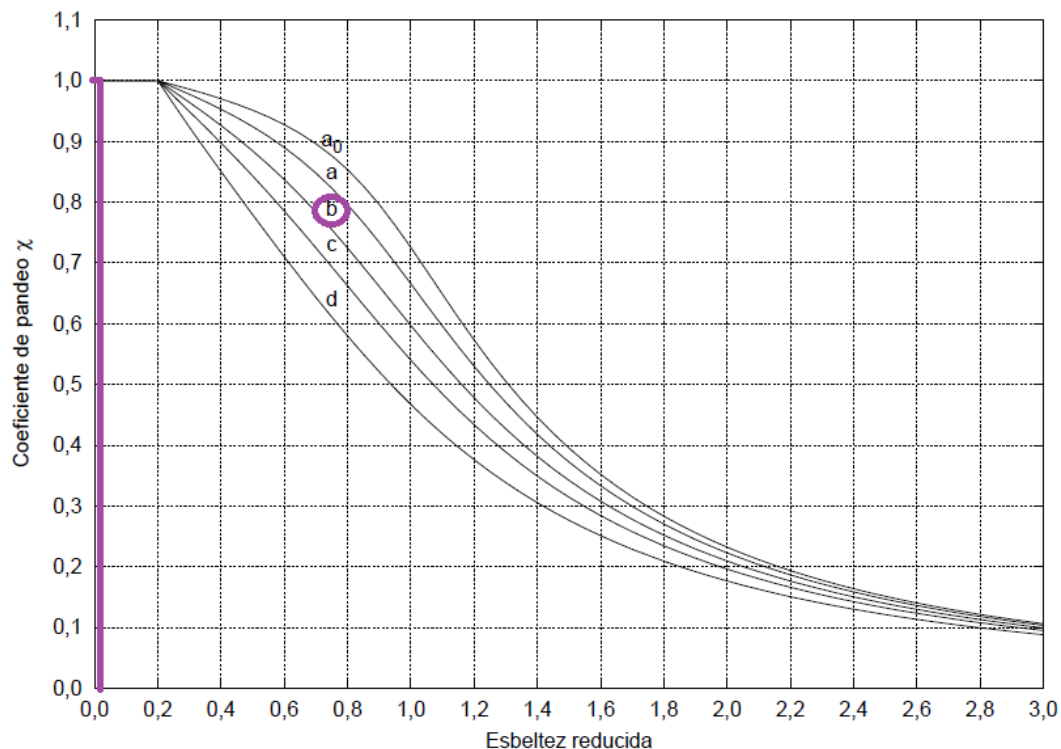


Figura 41: Gràfic per trobar χ_y

Finalment només ens queda aplicar la primera fórmula per veure si complim o no.

$$\frac{N_{ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + C_{n,y} \cdot N_{ed}}{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{179.663}{1 \cdot 41200 \cdot 338,095} + 0,998 \cdot \frac{0,9 \cdot 17.163.100}{1 \cdot 118 \cdot 10^8 \cdot f_{yd}} \leq 1 \rightarrow 0,0129 \leq 1$$

Per tant, al ser més petit la nostra barra esta ben dimensionada i no pateix pandeig.

A.3.4 Càlcul d'ELS (Fletxa)

Per a l'obtenció de la fletxa també farem servir el programa informàtic que ens simplifica molt la feina.

Per a la fletxa segons norma IAP-2011, normativa de ponts i passarel·les la fletxa màxima no pot superar $L/1200$ o $< 25mm$.

$$\frac{L}{1200} = \frac{48000mm}{1200} = 40 mm$$

$$< 25mm$$

Per calcular la fletxa de la gelosia, apliquem un coeficient de minoració a les càrregues. Aquest valor l'agafem de valor igual a 1,5. La gelosia queda de la següent manera:

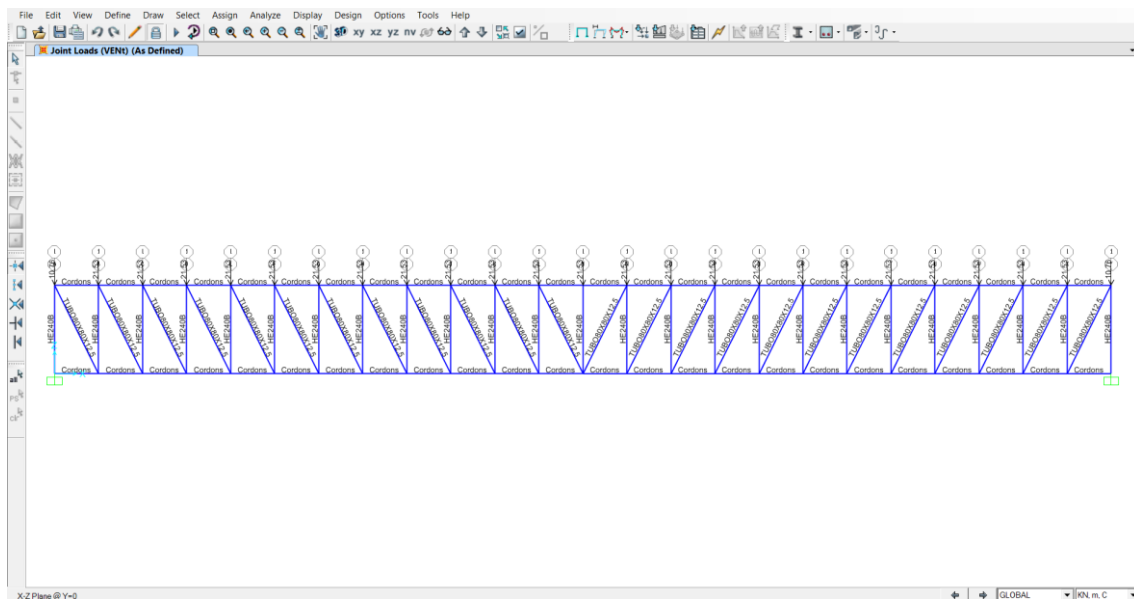


Figura 42: Gelosia carregada amb les càrregues minorades.

Per calcular la fletxa, un cop tenim la gelosia modelitzada i carregada, només hem de fer:

Display>Show deformed shape (F6).

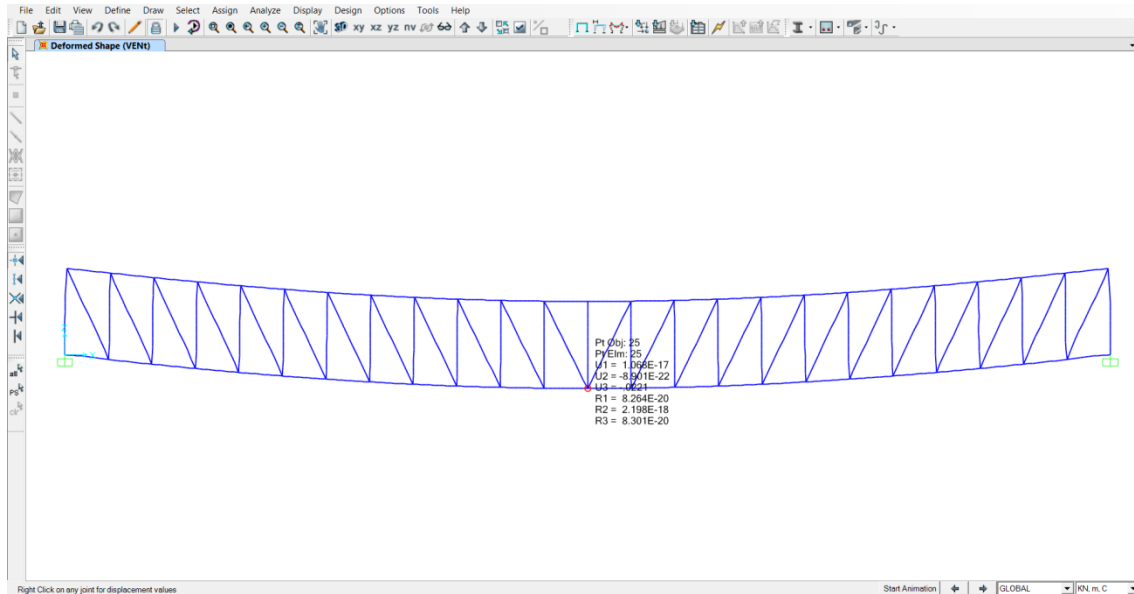


Figura 43: Gelosia deformada i calculada amb la fletxa.

Un cop tenim la gelosia així només hem de col·locar el cursor sobre el punt que volem mirar la fletxa. En el nostre cas és en el centre, on la fletxa és màxima.

La nostra gelosia té una fletxa màxima de 22,10 mm inferior a la admissible establerta per norma.

$$22,10\text{mm} < 25\text{mm i } 40\text{mm}$$

Per tant complim la fletxa i ja tenim la nostra biga contravents ben dimensionada i apunt. Només caldria afegir que per tenir la biga completa, tindríem que col·locar una biga contravents igual a aquesta però en sentit contrari per l'altre direcció del vent; així formaria una creu de sant Andreu.

Finalment la biga contravents modelitzada amb 3D i amb les diagonals en els dos sentits queda de la següent manera:

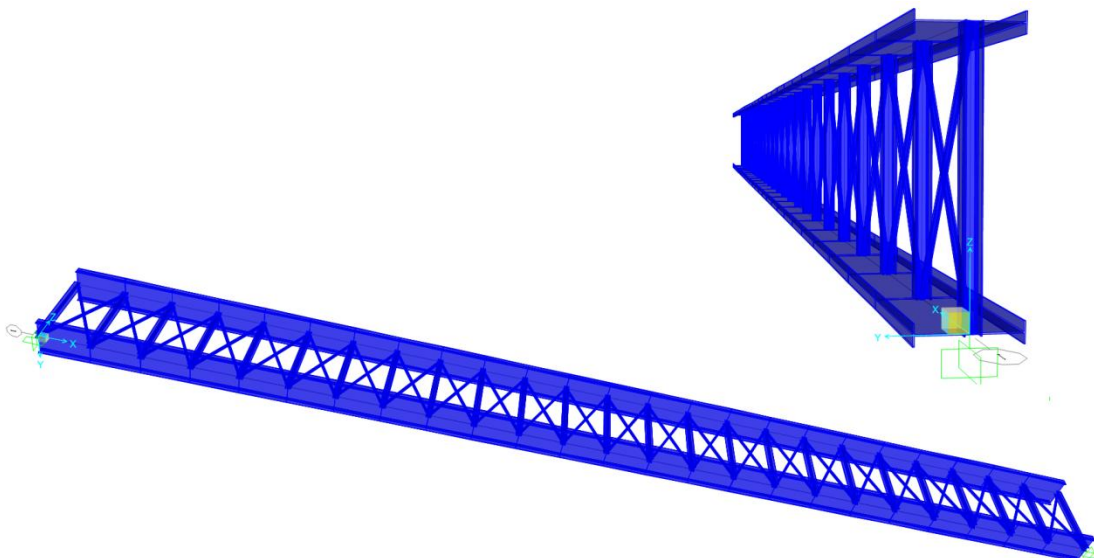


Figura 44: Biga contravents (Gelosia) modelitzada amb 3D.

A.4 Tauler de Fusta

A.4 TAULER DE FUSTA

Per crear una superfície estable perquè els vianants puguin transitar sense cap tipus de problema col·locarem uns taulers de fusta al llarg de la passarel·la. Aquests taulers estaran formats per fusta tipus C resistents a la intempèrie i els fenòmens meteorològics de l'exterior.

Aquest tauler de fusta tindrà unes dimensions en secció de 11cm d'amplada i 7 centímetres d'alçada. Només de començar ja donem aquesta alçada tant gran per 2 motius, el primer perquè així és més rígid i no fletxa tant, i el segon per el tema del punxonament de les persones que caminen per el seu damunt. Entre tauler i tauler hi haurà un espai de 1cm així evitem caigudes, etc.

Aquests taules els acollarem amb pies alades les quals es cargolaran sobre els perfils omega que hi haurà a sota que es posen per aquesta funció suportar i acollar el tauler de fusta. En total hi hauran 5 punts de contacte, un a cada extrem del tauler i tres entremig.

A.4.1 Càlcul de la càrrega i diagrames de la biga.

La càrrega que ha de suportar aquest tauler es semblant a la de la biga principal:

- Neu: 0,32 KN/m²
- Pes propi tauler de fusta: 1KN/m²
- Sobrecàrrega d'ús: 5 KN/m

Aquestes càrregues les sumem i les majorem. Per majorar-les les hem multiplicat directament per 1,5.

$$(5 + 1 + 0,32) \cdot 1,5 = 9,48 \text{ KN/m}^2$$

Per saber la càrrega unitat de longitud, aquesta l'hem de multiplicar per la seva àrea tributària que s'endú cada tauler.

Aquesta àrea es de 12 cm. 11cm del tauler i 0,5cm per banda.

$$Qt = 9,48 \cdot 0,12 = 1,2324 \text{ KN/m}$$

Aquest tauler de fusta amb aquesta secció té les següents característiques:

$$\begin{aligned} \text{Àrea} &= 110 \cdot 70 = 7700 \text{ mm}^2 \\ I_y &= \frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 70^3 = 3.144.166,6 \text{ mm}^4 \\ I_z &= \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 110^3 = 7.764.166,6 \text{ mm}^4 \\ W_y &= \frac{I_y}{\frac{70}{2}} = 89.833,33 \text{ mm}^3 \\ W_z &= \frac{I_z}{\frac{110}{2}} = 141.166,66 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

EL material serà una fusta conífera C18, la qual té les següents característiques:

$$\text{Mòdul Elàstic: } 900.000 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Coef. Dilatació (1/}^{\circ}\text{C)} = 0,00003$$

$$\text{Poisson} = 0,25$$

$$\text{Densitat} = 0,38 \text{ T/m}^3$$

Per a aquest apartat utilitzem la normativa CTE-DB-SE-M (Madera). Aquesta normativa en el seu annex E ens diu les característiques de Resistència que té cada tipus de fusta. La nostra en concret té les següents característiques de resistència:

$$\text{Resistència a Flexió} \rightarrow f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistència a Tallant} \rightarrow f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

Amb aquestes dades i mides ja podem fer els càlculs. Per ajudar-nos utilitzem un programa informàtic anomenat WinEva7 que ajuda a fer diagrames, carregues, etc. De bigues doblement suportades.

A continuació hi ha la figura 45 que conté la representació del tauler amb les reaccions, els diagrames de tallants i moments i la deformada.

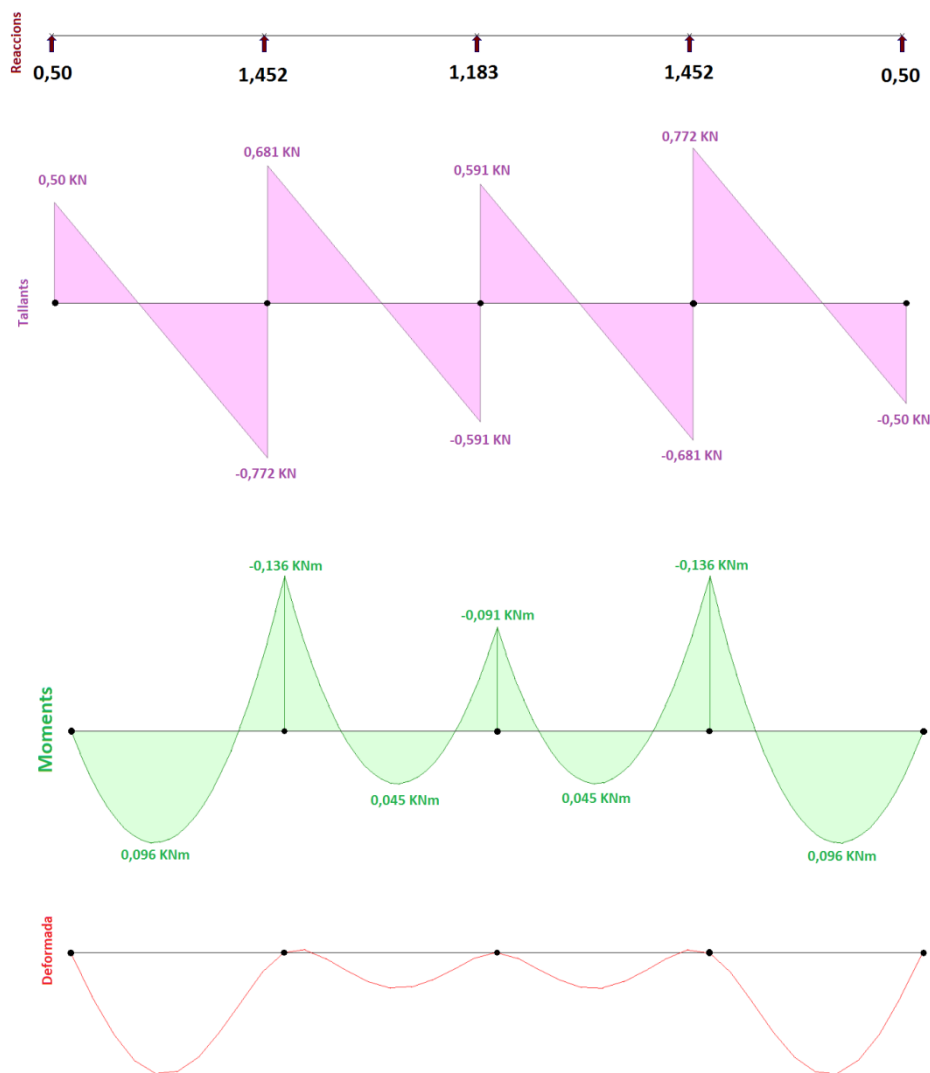


Figura 45: Representació i diagrames del tauler de fusta.

A.4.2 Càlcul dels ELU del tauler (Flexió i tallant).

Segons normativa de fusta hem de fer 4 càlculs per assegurar que el tauler aguanta:
Càlcul a flexió, càlcul a tallant, compressió uniforme a la fibra i bolcada lateral.

A.4.2.1 Flexió:

Segons normativa, en el seu apartat 6.1.6 ens diu que hem de complir:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0,136 \cdot 10^6}{89.883} = 1,513 \text{ N/mm}^2 < 16 \text{ N/mm}^2 = f_{m,d} \quad \text{OK!}$$

A.4.2.2 Tallant:

La normativa també ens diu que hem de complir un requisit, que és:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_d = \frac{V}{A} = \frac{0,735 \cdot 10^3}{7700} = 0,09545 \text{ N/mm}^2 < 3,2 \text{ N/mm}^2 = f_{v,d} \quad \text{OK!}$$

A.4.2.3 Compressió uniforme a la fibra:

Al igual que els altres apartats hem de complir una premissa que és:

$$\sigma_{c,90,d} \leq K_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \quad \text{essent: } \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{1000}{28.600} = 0,035 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{ef} = 110 \cdot (30 \cdot 2 + 100) = 28.600 \text{ mm}^2$$

Com a força $F_{c,90,d}$ hem agafat una força de 1000 N que s'ha interpretat com un pes de 100Kg suportat per un per de una persona.

Finalment:

$$\sigma_{c,90,d} = 0,035 \leq K_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \quad \text{OK!}$$

A.4.2.4 Bolcada lateral:

Segons normativa en el seu apartat 6.3.3.3 ens diu que en elements de secció constant no serà necessari calcular-lo si:

$$\lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{18}{52,235}} = 0,587$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{G_{o,k} \cdot I_z \cdot G_{o,k} \cdot I_{tot}}}{\beta_v \cdot L_{ef} \cdot W_y} =$$

$$\rightarrow = \frac{\pi \cdot \sqrt{(4,7 \cdot 7.764.166,6 \cdot 0,44 \cdot 40.320.000)}}{0,95 \cdot (0,95 \cdot 1) \cdot 89.883,3} = 52,235$$

$$I_{tot} = \frac{1}{3} \cdot b^3 \cdot h = \frac{1}{3} \cdot 110^3 \cdot 70 = 40.320.000$$

Comprovació:

$$\lambda_{rel,m} = 0,587 \leq 0,75 \quad \quad \quad OK!$$

Per tant no hem de comprovar la bolcada lateral. A més el tauler està suportat per 5 punts de contacte, així que és impossible que bolqui.

A.4.3 Càlcul d'ELS (Fletxa)

Per al càlcul de la fletxa també utilitzem el programa informàtic que ens simplifica molt la feina.

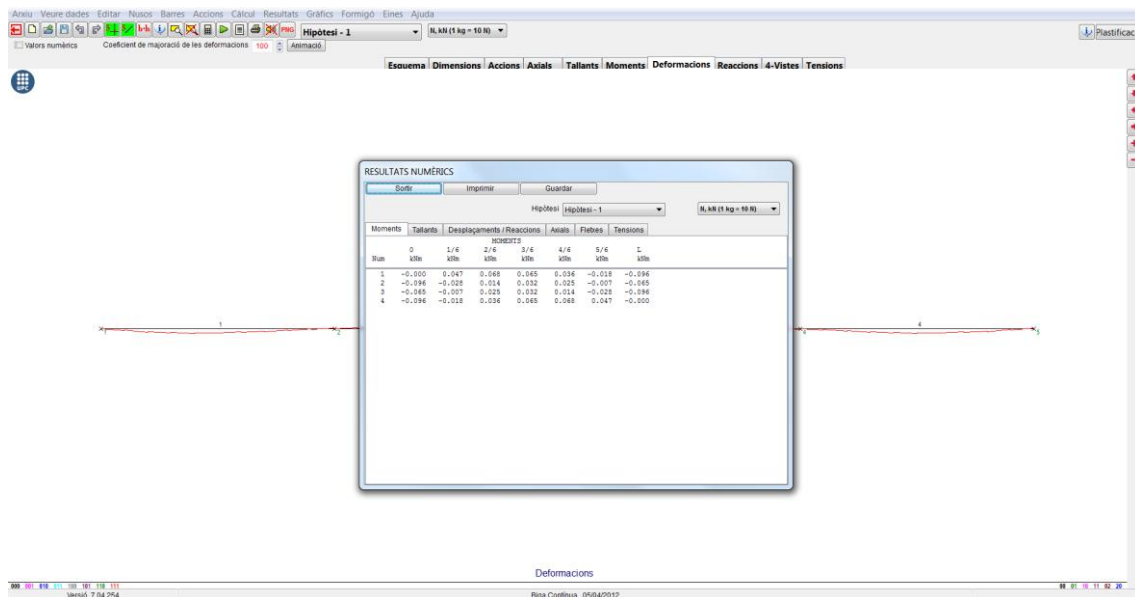


Figura 46: Càlcul de la fletxa amb el programa informàtic WinEva7.

Amb el gràfic de la deformada anterior, podem comprovar que allà on hi ha el moment màxim és on hi ha la fletxa màxima.

Aquesta fletxa màxima és a 0,4 metres desplaçada dels suports extrems i te un valor de 0,19 mm.

Els dos punts intermig del tauler entre els tres suports del centre tenen una fletxa inferior de 0,06 mm.

La normativa no ens diu que hàgim de complir cap requisit.

Aplicant les fletxes utilitzades anteriorment de $L/1200$ trobem que:

1. Si utilitzem tota la longitud del tauler que és de 4m la fletxa màxima admissible és de 3,33mm
2. Si utilitzem la distància entre suports que és de 1 metre trobem que la fletxa admissible surt de 0,836mm

Ambdós casos la fletxa admissible surt molt superior a la que tenim realment; per tant complim!

A.5 Fonamentació mitjançant pilots i encepats

A.5 FONAMENTACIÓ MITJANÇANT PILOTS I ENCEPATS

Per suportar tota la estructura metàl·lica i poder transmetre les forces al terreny, s'ha de construir una fonamentació adient que ens permeti fer-ho.

La fonamentació triada és de pilots i encepats. Els pilots tindran un diàmetre de 1,2 metres i els encepats tindran una alçada de 4 metres.

Aquests 4 metres no farien falta però els hi posem perquè estan a la llera del riu darrera un muret de terra sense subjectar i així si mai ve una riada i s'endú aquestes terres els enceps amb els pilots quedaran en el seu lloc.

Des de l'extrem de l'encep a l'eix de cada pilot hi ha d'haver la distància de 1 pilot, es a dir 1,2 metres, i llavors entre eixos de pilots la distància de 3 pilots. Per tant l'encep té unes mides de 9,6x6x4 metres,

Les reaccions a transmetre en el terreny transportades en la base de l'estructura són les següents mostrades a la figura 47:

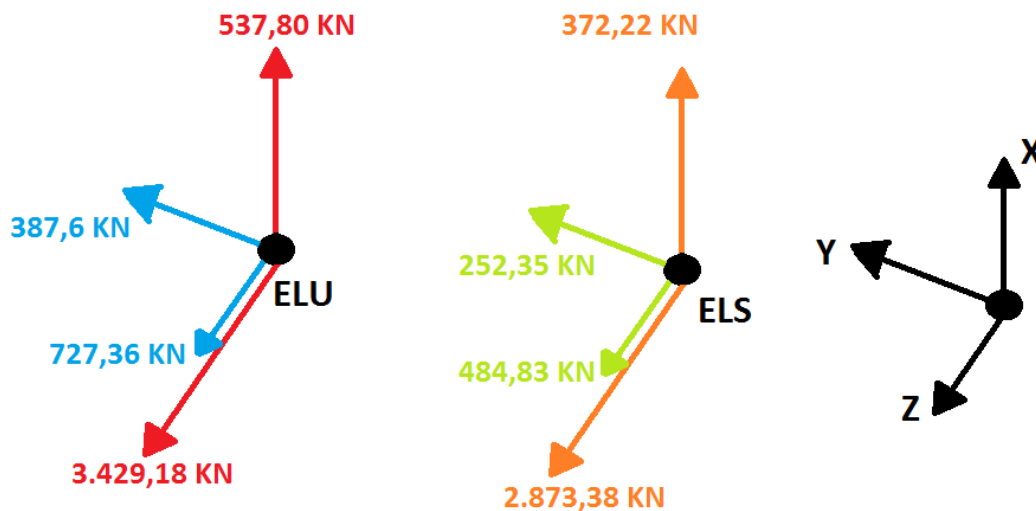


Figura 47: Vectors de les reaccions a la base de l'estructura.

A.5.1 Pilots

Aquest pilot ha de poder transmetre tota la força al terreny. Com a mínim ha d'entrar una distància de 6 diàmetres en terreny per complir el bulb de pressions, i com a màxim la distància necessària per poder transmetre tota la força sense fer-se malbé.

Per als càlculs estructurals tindrem en compte el pes propi de l'encep, però per el càlcul de l'armadura no es té en compte.

El formigó dels pilots és un formigó de resistència 275 MPa, Per tant hem de comprovar que el pilot més carregat pugui aguantar els esforços.

A.5.1.1 Càlcul del pilot més carregat

El formigó armat té un pes propi de uns $25 \text{ KN} \cdot \text{m}^3$. Sabent que el nostre encep te unes dimensions de $9,6 \times 6 \times 4$ metres el pes propi de l'encep és:

$$25 \text{ KN} \cdot \text{m}^3 \cdot 9,6 \cdot 6 \cdot 4 = 5760 \text{ KN}$$

També coneixem les reaccions:

- $R_v = 537,8 \text{ KN}$
- $R_{Hz} = 3.429,18 \text{ KN}$
- $R_{Hy} = 387,6 \text{ KN}$

Aquestes reaccions horitzontals les transformem en moments a la base de l'encep que és on comencen els pilots i així les reaccions dels pilots per la distància entre ells ens contraresten els moments.

La reacció vertical total: $R_{Vtotal} = 6.297,8 \text{ KN}$

El moment en sentit z: $M_z = 3.429,18 \cdot 4 = 13.716,7 \text{ KN} \cdot \text{m}$

El moment en sentit y: $M_y = 387,6 \cdot 4 = 1.550,4 \text{ KN} \cdot \text{m}$

La figura 48, mostra la transformació que fem per trobar les reaccions del pilot i trobar el més carregat:

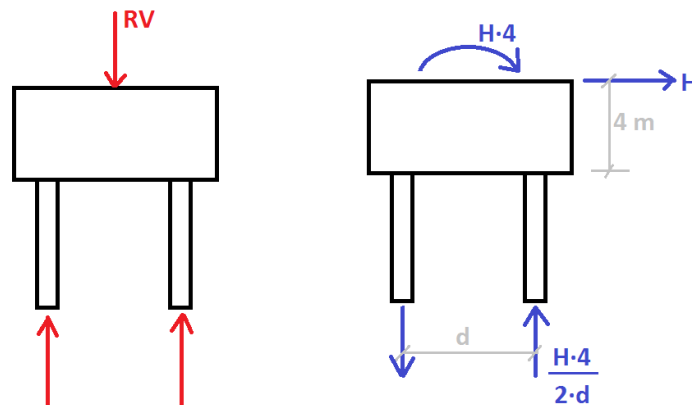


Figura 48: Com trobar les reaccions en els pilots.

Per tant el pilot més carregat té:

$$\frac{6.297,8}{6} + \frac{13.716,7}{2 \cdot 7,2} + \frac{1.550,4}{3 \cdot 3,6} = 2.145,73 \text{ KN}$$

El pilot menys carregat, té un esforç negatiu de tracció, al ser formigó que no aguanta tracció, aquesta força la tindrà que suportar l'armadura del pilot:

$$\frac{6.297,8}{6} - \frac{13.716,7}{2 \cdot 7,2} - \frac{1.550,4}{3 \cdot 3,6} = -46,47 \text{ KN}$$

A.5.1.2 Càlculs de resistència

- CALCULEM EL “TOPE” ESTRUCTURAL QUE ES UN CÀLCUL IMPORTANT.

Segons NTE, els pilots en sec aguanten 40 Kg/cm², i els formigonats en medi humit 35 Kg/cm²

Àrea de la secció del pilot:

$$\text{pilot de } \varnothing = 1,2 \text{ m} \rightarrow A = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} = 1,13 \text{ m}^2$$

Per la reacció N:

$$1.049,63 \cdot 1,6 + 952,5 + 143,55 = 2.775,52 \text{ KN}$$

Per tant el “tope” estructural és N/A:

$$\frac{2.775,52}{1,13} = 2.454,1 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 24,54 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < 35 \quad \text{OK!}$$

- RESISTÈNCIA AL SÒL.

Un cop calculat el “tope” ja sabem que el pilot aguanta i calculem la seva longitud en l'estrat bo per poder transmetre tots els esforços.

Sabem per l'estudi geotècnic que hi ha 4 estrats i que hem de fonamentar a l'estrat C. Aquest estrat té una resistència per punta de 1,523 MPa i una resistència per fust de 0,004MPa.

La longitud en l'estrat bo del pilot ha de ser de 10,8 metres mínim. Això farà que es pugui transmetre tota la força al terreny.

La força nominal que ha de transmetre és la següent:

$$N_{min} = \frac{6.297,8}{6} + \frac{\frac{13.716,7}{2 \cdot 7,2}}{1,6} + \frac{\frac{1.550,4}{3 \cdot 3,6}}{1,6} = 1.734,69 \text{ KN}$$

I la força que transmet el pilot amb una longitud de 10,8 metres en l'estrat C és de:

$$\frac{\frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} \cdot 1,523 + \pi \cdot \varnothing \cdot 0,004 \cdot 10800}{1000} = 1.885,33 \text{ KN}$$

$$1.885,33 > 1.734,69 \quad \text{OK!}$$

- ASSENTAMENT.

Directament de l'estudi geotècnic (annex B, apartat 4.2) ens diu que per pilons in-situ i el tipus de terreny que tenim l'assentament del pilots anirà de l'ordre de:

$$s = d/25 \text{ a } d/30 \quad \text{essent } d \text{ el diàmetre dels pilots en cm.}$$

Per tant l'assentament anirà de l'ordre de:

$$s = \frac{120}{25} a \frac{120}{30} \rightarrow 4,8 \text{ cm a } 4 \text{ cm.}$$

- ARMADURA PILOTS.

La quantia d'acer en pilots sol ser del 2,5‰ respecte el formigó. Per tant:

$$\frac{2,5 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}}{1000} = \frac{2,5 \cdot \frac{\pi \cdot 1200^2}{4}}{1000} = 2.827,43 \text{ mm}^2$$

Aquesta quantia és la que hem de posar en acer a l'àrea de la secció del pilot.

Col·locarem rodons de diàmetre 16mm, que tenen una àrea de 201,06 mm²

$$\frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot n^o \geq 2.827,43 \rightarrow \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 12 = 2.912,74 \text{ mm}^2$$

Aquestes armadures també han de suportar els esforços de tracció que pateix el pilot que aguanta les traccions.

La resistència a tracció que ha de suportar és de -46,47 KN.

$$\frac{46,47 \cdot 1000}{12 \cdot 201,06} = 19,26 \ll 400 \quad OK!$$

Finalment per evitar el pandeig de les barres i lligar-les correctament col·locarem cercles de diàmetre 8mm cada 25 cm.

Per tant l'armadura dels pilots serà:

$$12 \text{ rodons de } \phi = 16 \text{ mm } i \text{ cercles de } \phi 8 \text{ c/25 cm.}$$

- DESPLAÇAMENT LATERAL

El que calculem en aquest apartat és el desplaçament lateral que pateixen els pilots.

Per això utilitzem la solució elàstica amb la llei de desplaçament que és la següent:

$$x(z) = Ax \cdot \frac{Q \cdot T^3}{E \cdot I} + Bx \cdot \frac{M \cdot T^2}{E \cdot I}$$

En el nostre cas, no tenim moment, només tenim reacció i per tant la segona part de l'equació no la farem servir.

Segons taula 12 que tenim a continuació el mòdul del nostre terreny al ser sorra mitja submergida sota el nivell freàtic té un mòdul de reacció horitzontal $n_h=3500-4500$.

Nosaltres agafem un valor mig de 4000 KN/m³.

VALOR DEL MÒDUL DE REACCIÓ HORIZONTAL NH		
Tipus de sòl	KN/m ³	Kg/cm ³
<u>Sorra seca o humda</u>		
Solta	1800-2200	0,18-0,22
Mitja	5500-7000	0,55-0,70
Densa	15000-18000	1,50-1,80
<u>Sorra submergida</u>		
Solta	1000-1400	0,10-0,14
Mitja	3500-4500	0,35-0,45
Densa	9000-12000	0,90-1,20

Taula 12: Valors del mòdul de reacció horitzontal

A continuació determinem la inèrcia I_{xx} del pilot:

$$I_{xx} = \frac{\pi \cdot \phi^4}{64} = \frac{\pi \cdot 1,2^4}{64} = 0,10178 \text{ m}^4$$

També determinem la longitud característica:

$$T = \left(\frac{E \cdot I}{n} \right)^{1/5} = \left(\frac{20E^6 \cdot 0,10178}{4000} \right)^{1/5} = 3,4779 \text{ m}$$

A continuació hi ha una taula de coeficients per aplicar a la fórmula depenent de la seva Z ($Z=z/t$ adimensional).

Z	A_x	A_θ	A_m	A_v	A'_p	B_x	B_θ	B_m	B_v	B'_p
0,0	2,435	-1,62	0,00	1,00	0,00	1,623	-1,75	1,00	0,00	0,00

Taula 13: coeficient a aplicar a les fórmules.

Per als desplaçaments utilitzem les forces dels ELS.

Desplaçaments:

$$X_z = 2,435 \cdot \frac{3.358,21 \cdot 3,4779^3}{20E^6 \cdot 0,10178} = 0,01719 \text{ m} = 17,2 \text{ mm}$$

$$X_y = 2,435 \cdot \frac{252,35 \cdot 3,4779^3}{20E^6 \cdot 0,10178} = 0,01269 \text{ m} = 12,7 \text{ mm}$$

A.5.2 Encepat

Des de l'extrem de l'encepat a l'eix de cada pilot hi ha d'haver la distància de 1 pilot, es a dir 1,2 metres, i llavors entre eixos de pilots la distància de 3 pilots.

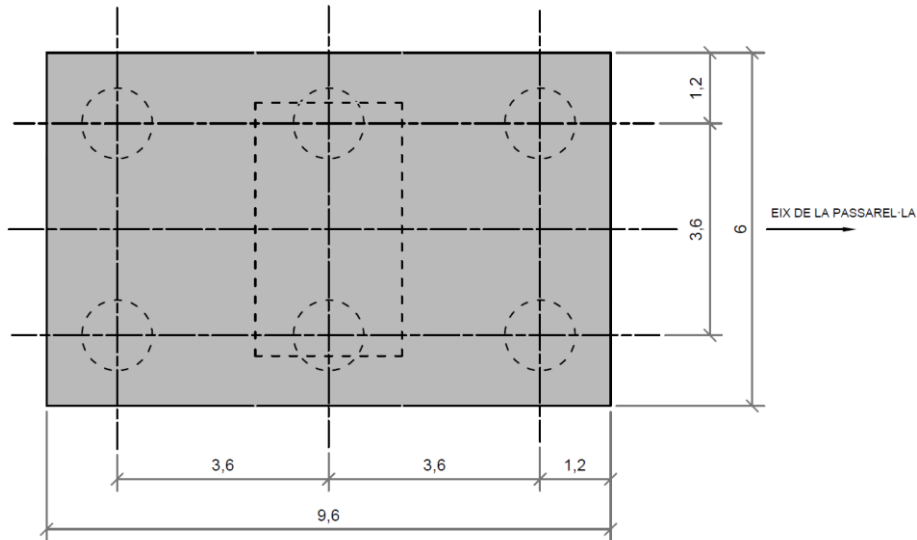


Figura 49: Mides de l'encepat en planta.

El nostre encepat fa 9,6 x 6 x 4 metres.

A.5.2.1 Armadures encepat

Per al càlcul de les armadures tot i està sobredimensionat hem multiplicat per 6 la reacció del pilot més carregat, així baixarà per l'encepat la força dels 6 pilots a màxim treball tots.

Per al càlcul fem servir el mètode de bieles i tirants igual que en sabates però en encepats.

- ARMADURA SECUNDÀRIA VERTICAL

$$\frac{Nd}{1,5 \cdot n} = \frac{2.145,74 \cdot 6}{1,5 \cdot 6} = 1.430,5 \text{ KN}$$

$$As = \frac{1.430,5 \cdot 1000}{400} = 3.576,23 \text{ mm}^2$$

Al ser cercles tenen dos potes per tant aquesta quantia la dividim per 2.

$$As_{real} = \frac{As}{2} = 1.788,1 \text{ mm}^2$$

Utilitzarem 9 rodons de diàmetre 16mm

$$\frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 9 = 1.809,55 \geq 1.788,1 \quad OK!$$

- ARMADURA PRINCIPAL

L'armadura principal es col·loca en les dos direccions sobre els pilots.

L'armadura principal T1d equival en el sentit z, i la T2d en el sentit y.

$$Nd = 2591 \text{ KN de 1 pilot.}$$

La d, és l'alçada de l'encep restant-li el que entren els pilots dins l'encep:

$$d = 4000 - 100 = 3900 \text{ mm}$$

Per tant les armadures principals son les següents:

T1D:

$$T_1 d = \frac{Nd}{0,85 \cdot d} \cdot (0,50 \cdot l_1 - 0,25 \cdot a_1) = A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_1 d = \frac{2.145,73 \cdot E^3}{0,85 \cdot 3900} \cdot (0,50 \cdot 7200 - 0,25 \cdot 400) = A_s \cdot 400 \rightarrow A_s = 5.663,72 \text{ mm}^2$$

Amb 19 rodons de 20 mm complim:

$$\frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 19 = 5.969 \geq 5.663,72 \quad OK!$$

T2D:

$$T_2 d = \frac{Nd}{0,85 \cdot d} \cdot (0,50 \cdot l_2 - 0,25 \cdot a_2) = A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_2 d = \frac{2.145,73 \cdot E^3}{0,85 \cdot 3900} \cdot (0,50 \cdot 3600 - 0,25 \cdot 400) = A_s \cdot 400 \rightarrow A_s = 2.750,95 \text{ mm}^2$$

Amb 9 rodons de 20 mm complim:

$$\frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 9 = 2.827,43 \geq 2.750,95 \quad OK!$$

- ARMADURA SECUNDÀRIA HORITZONTAL

Aquesta la comptabilitzem com a ¼ de la principal.

$$T_1 d \rightarrow A_s = 1.415,93 \text{ mm}^2 \rightarrow 13 \text{ } \varnothing 12 \text{ mm}$$

$$T_2 d \rightarrow A_s = 687,73 \text{ mm}^2 \rightarrow 7 \text{ } \varnothing 12 \text{ mm}$$

La figura 50, mostra la disposició de les armadures:

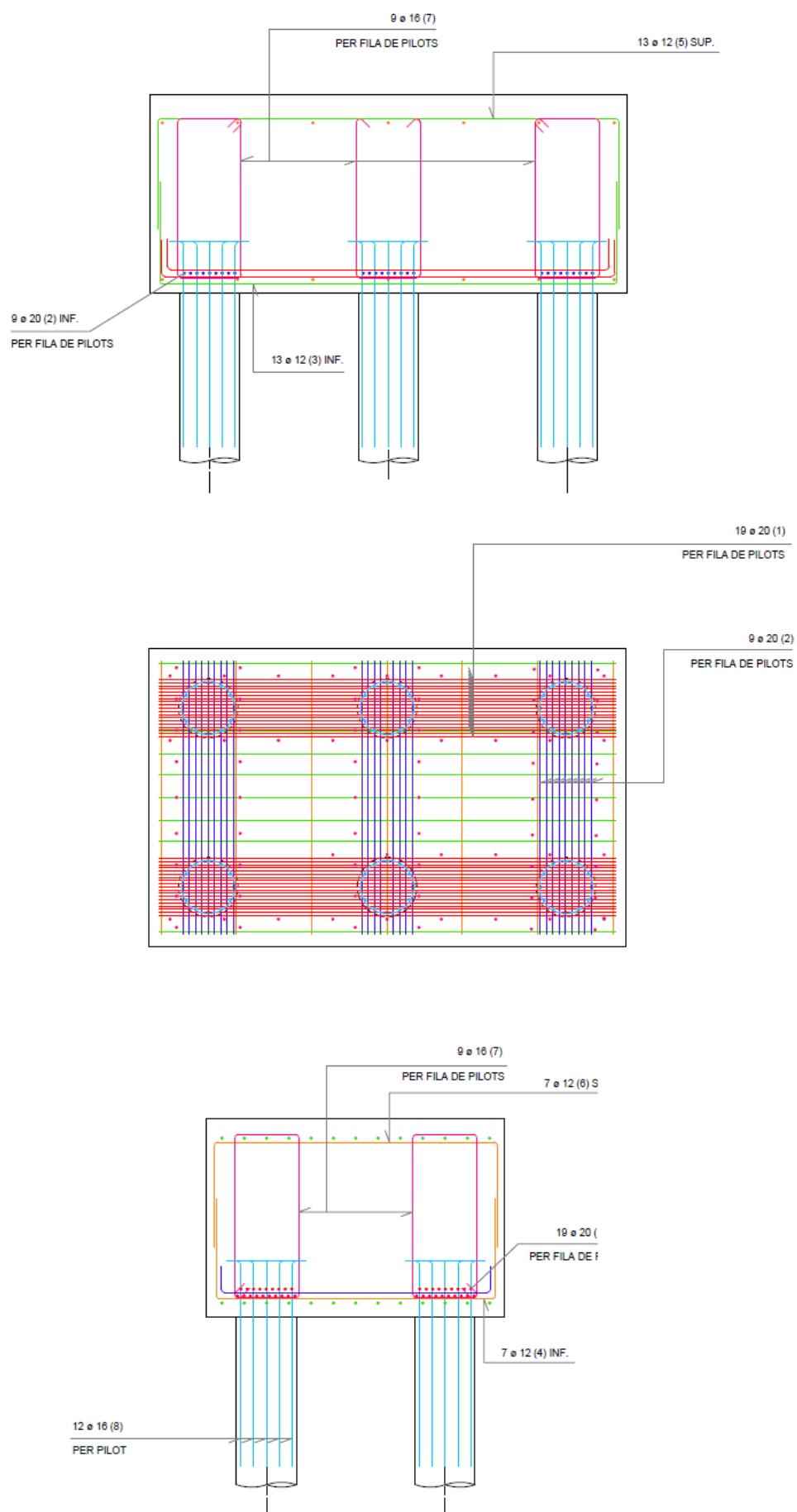


Figura 50: Situació de les armadures.

A.6 Unió fonamentació amb estructura metàl·lica

A.6 UNIÓ FONAMENTACIÓ AMB ESTRUCTURA METÀL·LICA

Per unir la estructura metàl·lica a la fonamentació utilitzarem cargols de mètric 25.

Aquests cargols han de suportar el tallant.

$$\frac{Td}{A} < \frac{275}{\sqrt{3} \cdot 1,05}$$

48 cargols de diàmetre 25 mm, fan una àrea total de:

$$\frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 48 = 23.561,94 \text{ mm}^2$$

$$\frac{3.358,21 \cdot E^3}{23.561,94} = 142,52 < \frac{275/1,05}{\sqrt{3}} = 151,21 \quad OK!$$

Aquest 48 cargols de mètric 25, van col·locats a cada costat de passarel·la.

Col·locarem 24 cargols a cada biga principal, 12 per cada banda d'ànima tal com mostra la figura 51:

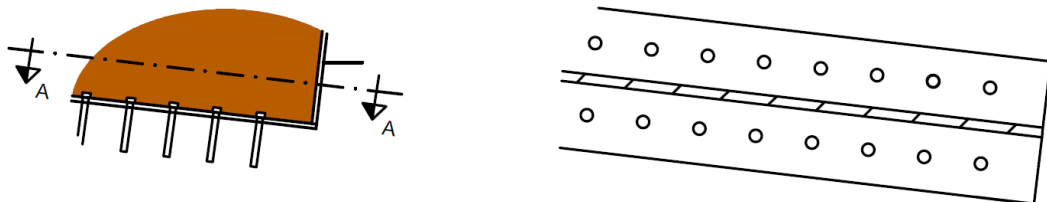


Figura 51: Col·locació dels cargols de subjecció.

ANNEX B: INFORME GEOTÈCNIC

B.1 INTRODUCCIÓ.

B.1.1 Definició de l'obra

B.1.2 Informació previa de la parcel·la

B.1.3 Àmbit de l'estudi en el Codi Tècnic de l'Edificació

B.1.4 Objectiu de l'estudi

B.1 INTRODUCCIÓ.

B.1.1 Definició de l'obra

A petició de l'empresa s'ha portat a terme un estudi geotècnic als carrers del carne i carrer d'Emili Grahit de Girona.

El peticionari ha informat que en aquest terreny s'hi vol construir una passarel·la metàl·lica i fonamentació mitjançant pilots i encepats.

B.1.2 Informació previa de la parcel·la

La parcel·la objecte d'estudi es troba delimitada pels carrers del Carne i Emili Grahit. En aquest parcel·la hi ha terreny no urbanitzable i per tant conté sòl, arbres i herbes a més d'un mur amb pedra escollera.

Com a construccions més properes destaquen les vivendes de planta baixa i planta pis i els blocs de pisos amb soterranis, planta baixa i quatre plantes pis.

B.1.3 Àmbit de l'estudi en el Codi Tècnic de l'Edificació

Edificació projectada C-2
Tipologia del terreny: T1/T2

La tipologia de l'edificació projectada i del terreny comporta que els punts de reconeixement a realitzar no se separin més de 25 a 30 m, que s'assoleixin fondàries de 12 a 25 m i que un mínim de 2 siguin sondatges i que de la resta el 50 al 70% puguin ser proves de penetració

A tal efecte s'ha realitzat tres sondatges a 18,90, 21,50 i 19,20 m.

B.1.4 Objectiu de l'estudi

En relació a l'obra definida, 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
- (b)** Determinar la fondària del nivell freàtic i l'agressivitat de l'aigua al formigó.
- (c)** Determinar les càrregues admissibles i assentaments previsibles en les unitats litològiques reconegudes.
- (d)** Recomana el tipus i fondària de la fonamentació a partir de: les característiques geotècnies dels materials, la fondària dels estrats, i la influència de factors addicionals.

B.2 TREBALLS REALITZATS: METODOLOGIA EN EL RECONeixEMENT DEL TERRENY

B.2.1 Sondatges

B.2.2 Assaigs *in situ*

B.2.3 Mostres agafades

B.2.4 Assaigs de laboratori

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 a la parcel·la i l'agressivitat de l'aigua i del sòl al formigó:

- Consulta de la documentació bibliogràfica existent (mapes geològics a diferents escales i altres estudis).
- Realització de sondatges mecànics i proves de penetració DPSH
- Presa i anàlisi d'una mostra d'aigua i de sòl

(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.
- Realització de proves de penetració DPSH
- Extracció de mostres del terreny
- Assaigs de laboratori

A continuació es precisen diferents treballs realitzats

2.1. Sondatges

La situació en planta dels tres sondatges practicats es pot veure a l'annex 6.2, mentre que la fondària assolida es precisa a la taula següent.

Taula 2.1
Profunditats assolides en els sondatges realitzats

Sondatge	Profunditat (m)
Sondatge S-1	18,90
Sondatge S-2	21,50
Sondatge S-3	19,20

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 86 i 101 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, i una prova de penetració dinàmica contínua superpesant (DPSH).

S'han practicat un total de 30 S.P.T., la distribució dels quals en els tres sondatges realitzats s'indica a la taula següent. Les fondàries a les que s'han portat a terme cadascun dels S.P.T. i els resultats obtinguts es poden veure en els annexes 6.3. i 6.4.

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

Sondatge	S.P.T. realitzats
Sondatge S-1	11
Sondatge S-2	10
Sondatge S-3	9

Annex de l'apartat 2.2.

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 - N_1 -, i després el nombre de cops necessaris per fer endinsar-la 15 cm més - N_2 -.

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 N_{30} .

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

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

El que es procedeix a fer un comptatge 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:

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

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:

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

on γ és la densitat aparent del sòl (kN/m^3) i D és la profunditat (m).

Aquesta correcció suposa majorar el valor de N mesurat, amb la qual cosa el producte de $\gamma \times D$ està limitat a 280 kN/m^2 .

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.

Annex de l'apartat 2.2.

Assaig de penetració dinàmica molt pesant (DPSH)

Consisteix, com en qualsevol altra prova de penetració dinàmica contínua, en fer endinsar en el terreny un tub de metall estandarditzat amb una punta cònica mitjançant el copejament constant d'una massa caiguda d'una certa alçada.

El copejament en la prova DPSH es realitza mitjançant una massa de 63,50 kg caiguda des d'una alçada de 0,75 m.

La unitat de penetració en la prova que s'explica presenta les característiques següents:

longitud del tub	1 m
diàmetre exterior del tub	32 mm
Longitud de la punta cònica	127,70 mm
Longitud de la secció cònica	25,30 mm
diàmetre de la punta cònica	51 mm
angle del con	90 graus

Execució de l'assaig

El tub metàl·lic amb la punta cònica en el seu extrem inferior es copeja contínuament i es compta, alhora, el nombre de cops necessaris per a penetracions successives de 20 cm (N_{20}).

El nombre de cops necessaris per introduir la punta cònica una longitud de 20 cm és la resistència a la penetració, la qual està lligada a les propietats mecàniques del sòl.

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.

A la taula següent s'especifiquen les mostres preses per practicar-hi assaigs de laboratori.

Taula 2.5
Mostres obtingudes en el sondatge realitzat

Sondatge	Fondària de les mostres (m)	Denominació mostra
S-1	4,80-5,40	MA-1.1
S-1	9,60-10,20	MA-1.2
S-1	10,20-10,50	MA-1.3
S-2	3,00-3,60	MA-2.1
S-2	6,60-7,20	MA-2.2
S-2	13,00-13,20	MA-2.3
S-2	17,40-18,00	MA-2.4
S-3	3,00-3,60	MA-3.1
S-3	6,00-7,20	MA-3.2
S-3	9,00-9,60	MA-3.3
S-3	12,00-12,60	MA-3.4

Tipus de mostra: MA: mostra alterada; MI: mostra inalterada.

2.4. Assaigs de laboratori

Aquests s'han basat en les mostres alterades indicades i tenen per objectiu donar informació del comportament mecànic del sòl, directa o indirectament i/o d'altres factors a considerar també en la fonamentació.

Els assaigs realitzats, juntament amb la normativa seguida per portar-los a terme, s'especifiquen a la taula següent:

Taula 2.6
(a) Identificació del sòl (estat i classificació)

Nom de l'assaig	nº assaigs	Normativa aplicada
Granulometria per tamisat	8 (MA-1.1, MA-1.2, MA-2.1, MA-2.2, MA-2.4, MA-3.1, MA-3.3 i MA-3.4)	UNE 103-101-95
Límits d'Atterberg	3 (MA-1.2, MA-2.4 i MA-3.4)	UNE 103-108-96 UNE 103-103-94 UNE 103-104-93

(b) Deformabilitat

Pressió d'inflament	2 (MA-1.3 i MA-2.3)	UNE 103-602-06
----------------------------	---------------------	----------------

(c) Altres assaigs

Agressivitat del sòl al formigó	1 (MA-3.2)	segons EHE-99
--	------------	---------------

Els resultats d'aquests assaigs es resumeixen als apartats 3.4 i 3.5 i les actes dels mateixos es troben als annexes 6.6 i 6.7.

B.3 CARACTERITZACIÓ DELS MATERIALS

B.3.1 Estratigrafia local

B.3.2 Hidrogeologia

B.3.3 Agressivitat de l'aigua al formigó

B.3.4 Agressivitat del sòl al formigó

B.3.5 Caracterització geotècnica dels materials

3.1. Estratigrafia local (litologia i potència dels materials)

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

Les fondàries expressades en aquest i altres apartats prenen com a referència la superfície de la parcel·la, la rasant de la qual es troba aproximadament a nivell del Carrer Doctor J. Pascual i Prats.

Nivell R

Litologia

Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc.

Els primers 0,40 a 1,00 m corresponen quasi exclusivament a restes de materials de construcció. A més fondària aquestes i també alguns fragments rocallosos es troben englobats en unes argiles sorrenques i sorres argiloses de color marró fosc

Extensió en horitzontal

S'ha interceptat en els tres punts de reconeixement

Fondària i potència

Punt de reconeixement	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix (m)
S-1	0,00	1,20	1,20
S-2	0,00	1,50	1,50
S-3	0,00	1,50	1,50

Nivell A

Litologia

Sorres argiloses de color marró

Es tracta de sorres argiloses colors marró, En el sondatge S-1 i S-3 les sorres engloben alguns còdols de contorns subarrodonits a arrodonits i de mides mil·limètrica a centimètrica

Extensió en horitzontal

S'ha detectat en dos dels tres punts de reconeixement

Fondària i potència

Punt de reconeixement	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix (m)
S-1	1,20	2,40	1,20
S-2	-	-	-
S-3	1,50	1,80	0,30

Nivell B

Litologia

Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles

Les sorres són relativament netes a lleugerament argiloses, de gra fi a gros i contenen còdols mil.limètrics a centimètrics. Aquests còdols corresponen a fragments rocallosos subangulosos de roques metamòrfiques i sedimentàries.

Les argiles s'han reconegut únicament entre 4,90 a 6,00 m de fondària en el sondatge S-3.

Extensió en horitzontal

S'ha interceptat en els tres punts de reconeixement

Fondària i potència

Punt de reconeixement	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix reconegut (m)
S-1	1,20	8,00	6,80
S-2	1,50	7,50	6,00
S-3	1,50	9,00	7,50

Nivell C

Litologia

Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles

Les sorres són argiloses, de gra fi a gros i contenen còdols mil.limètrics a centimètrics. Aquests còdols corresponen a fragments rocallosos subangulosos de roques metamòrfiques i ígnies, alguns dels quals es troben alterats. En alguns trams les sorres són de gra fi i arriben a passar a llims sorrencs argilosos. Aquestes sorres més fines s'han detectat en els primers 2,50, 1,20 i 2,20 m en els punts S-1, S-2 i S-3, respectivament.

Les argiles solen ser sorrenques i s'han detectat en forma de passades poc definides de gruix aproximadament decimètric a quasi mètric.

-de 8,00 a 8,40 m de fondària, en el sondatge S-1

-de 12,00 a 12,60 m de fondària, en el sondatge S-3

Extensió en horitzontal

S'ha interceptat en els tres punts de reconeixement

Fondària i potència

Punt de reconeixement	Fondària del límit superior (m)	Fondària del límit inferior (m)	Gruix reconegut (m)
S-1	8,00	-	10,90
S-2	7,50	-	14,00
S-3	9,00	-	10,20

Taula 3.1
Quadre resum dels diferents nivells de materials reconeguts
 (veure també talls geològics-annex 6.4)

Denominació	Composició	Fondària del límit superior de la capa (m)	Potència (m)
Nivell R	Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc	0,00	1,20 a 1,50
Nivell A	Sorres argiloses de color marró	1,20 a 1,50	0,30 a 1,20
Nivell B	Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles	1,50 a 2,40	6,00 a 7,50
Nivell C	Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles	7,50 a 9,00	10,20 a 14,00 (reconeguda)

Les fondàries indicades prenen com a referència la superfície de la parcel·la, la rasant de la qual es troba aproximadament a nivell del Carrer Doctor J. Pascual i Prats.

3.2. Hidrogeologia

En els tres sondatges realitzats s'ha interceptat aigua, la fondària i data de mesura del nivell de la qual s'indiquen a la taula següent:

Taula 3.2
Fondària de l'aigua

Sondatge	Fondària (m)	Data de la mesura
S-1	6,00	15-06-07
S-2	6,50	15-06-07
S-3	6,50	15-06-07

Les fondàries indicades prenen com a referència la superfície de la parcel·la, la rasant de la qual es troba aproximadament a nivell del Carrer Doctor J. Pascual i Prats.

3.3. Agressivitat de l'aigua al formigó

S'ha analitzat una mostra d'aigua de la zona saturada (sondatge S-1) per poder determinar l'agressivitat d'aquesta al formigó.

Segons l'E.H.E 99 l'aigua analitzada no és agressiva per al formigó

Els resultats obtinguts en l'analítica de la mostra d'aigua s'expressen en la pàgina de resultats que elabora el mateix laboratori (annex 6.5).

3.4. Agressivitat del sòl al formigó

S'ha analitzat una mostra del nivell B per poder determinar l'agressivitat del sòl al formigó:

Els resultats obtinguts són els següents:

Paràmetres	mostra	Resultats
Sulfats mg/Kg sòl	MA-3.2 (6,00-7,20 m)	44,10
Acidesa de Baumann-Gully ml NaOH 0,1N/Kg sòl	MA-3.2 (6,00-7,20 m)	4,50
Grau d'agressivitat	MA-3.2 (6,00-7,20 m)	No és agressiva

Els resultats de les analítiques d'aquest sòl s'expressen a l'annex 6.6.

3.5. Caracterització geotècnica dels materials reconeguts

Nivell R

Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc.

Està format majorment per materials granulars la compacitat dels quals es pot qualificar com solta d'acord amb l'única prova SPT practicada en aquesta unitat.

Valors N_{30} obtinguts en els materials del nivell R

Sondatge	valors N_{30}
S-1	-
S-2	-
S-3	5

Classificació USCS (Unified Soil Classification System): GP-GC, CL i SC

Nivell A

Sorres argiloses de color marró

Està format per materials granulars de compacitat solta, tal com també ho reflecteix l'única prova SPT practicada (veure taula següent).

Valors N_{30} obtinguts en els materials del nivell A

Sondatge	valors N_{30}
S-1	5
S-2	-
S-3	-

Classificació USCS (Unified Soil Classification System): SC

Nivell B

Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles

Corresponen a materials predominantment granulars amb una compacitat solta a mitjanament densa (veure taula següent).

Valors N_{30} obtinguts en els materials del nivell B

Sondatge	valors N_{30}
S-1	8, 8 i 5
S-2	5, 9 i 12
S-3	16, 10, 21 i 16

A continuació es presenten valors de paràmetres i propietats obtinguts mitjançant assaigs de laboratori.

Propietat/paràmetre	Mostra MA-1.1 4,80-5,40 m	Mostra MA-2.1 3,00-3,60 m	Mostra MA-2.2 6,60-7,20 m	Mostra MA-3.1 3,00-3,60 m
Granulometria per tamisat				
% passa tamís 5 UNE	88,00	93,00	33,00	67,00
% passa tamís 2 UNE	72,00	78,00	7,00	52,00
% passa tamís 0,4 UNE	45,00	35,00	3,00	20,00
% passa tamís 0,08 UNE	22,20	20,11	2,00	10,07

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

Nivell C

Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles

Es tracta de materials granulars de compacitat mitjanament densa a densa i, en menor proporció, de materials cohesius de consistència mitjana a dura.

Valors N_{30} obtinguts en els materials del nivell B

Sondatge	valors N_{30}
S-1	10, 54, 51, 54, 49, 49 i 57
S-2	R, 37, R, 19, 36, R i R
S-3	80, R, R i R (R: rebuig)

A continuació es presenten valors de paràmetres i propietats obtinguts mitjançant assaigs de laboratori.

Propietat/paràmetre	Mostra MA-1.2 9,60-10,20 m	Mostra MA-1.3 10,20-10,50 m	Mostra MA-2.3 13,00-13,20 m	Mostra MA-2.4 17,40-18,00 m
Granulometria per tamisat				
% passa tamís 5 UNE	100,00			88,70
% passa tamís 2 UNE	100,00			87,44
% passa tamís 0,4 UNE	99,00			82,27
% passa tamís 0,08 UNE	44,59			35,55
Límit líquid %	29,10			
Límit plàstic %	20,10			
Índex de plasticitat %	9,00			NP
Pressió d'inflament kg/cm ²		0,13	0,13	

Propietat/paràmetre	Mostra MA-3.3 9,00-9,60 m	Mostra MA-3.4 12,00-12,60 m
Granulometria per tamisat		
% passa tamís 5 UNE	62,00	98,90
% passa tamís 2 UNE	46,00	96,49
% passa tamís 0,4 UNE	32,00	91,64
% passa tamís 0,08 UNE	17,69	82,60
Límit líquid %		37,40
Límit plàstic %		19,80
Índex de plasticitat %		17,60

Classificació USCS (Unified Soil Classification System): SC i CL

Taula 3.3

Quadre resum de les característiques geotècniques dels materials reconeguts

Nivell	Densitat aparent (g/cm ³)	Índex plastic. I _p	Humitat natural (%)	Classifica. U.S.C.S.	N ₃₀	Resist. compres. simple (kg/cm ²)	Mòdul d'elasti. E' (kg/cm ²)	Cohesió c _u curt plaç (kg/cm ²)	Angle Φ' graus
Nivell R	1,75-2,00			Rebliment GP-GC, CL i SC	5	-		0,00	26-34
Nivell A	1,85-2,20	-		SC	5-21	-	75-125	0,00-0,10	28
Nivell B	1,80-2,20			SC, SP-SC i GP	5-21	-	460->1.000	0,00-0,12	28-34
Nivell C	2,20-2,90	9,00- 17,60		SC i CL	10-R (R: rebuig)			0,15-0,80	28-40

B.4 FONAMENTACIÓ

B.4.1 Càrregues admisibles

B.4.2 Assentaments previsibles

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.
- Obtindre la pressió de treball o admissible mitjançant la introducció d'un coeficient de seguretat adequat.
- Reajustar, en cas, necessari, les dimensions assumides dels fonaments.
- Calcular els 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

A partir de les dades del terreny i de l'obra projectada es consideren les possibilitats de fonamentació següents:

- (a) Directa en el nivell B, mitjançant llosa
- (b) Profunda en el nivell B, mitjançant pantalles
- (c) Profunda en el nivell C, mitjançant pilons
- (d) Especial en el nivell B mitjançant ancoratges

Nivell B-Fonamentació directa

Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles

A priori la pressió d'esfondrament (q_h) s'hauria de determinar amb l'expressió analítica bàsica per a treballar amb sòls en qualsevol circumstància (apartat 4.3.2.1). Aquesta expressió consta de tres components i no difereix gaire de les adaptacions fetes a partir l'expressió de Terzaghi (1943) per Meyerhof (1963), DeBeer (1970) i Hansen (1970), d'una banda, i de la proposta de Brinch Hansen (1961 i 1970), de l'altra:

$$q_h = c_K \times N_c \times d_c \times s_c \times i_c \times t_c + q_{oK} \times N_q \times d_q \times s_q \times i_q \times t_q + \frac{1}{2} \times B \times \gamma_K \times N_\gamma \times d_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma \times t_\gamma, \text{ on}$$

- q_{oK} : pressió vertical característica del terreny a la base de la fonamentació
- c_K : valor característic de la cohesió del terreny
- B : amplada del fonament
- γ_K : pes específic característic del terreny per sota del fonament
- N_c , N_q i N_γ : factors de capacitat de càrrega, són adimensionals i depenen de l'angle de fregament intern característic del terreny (Φ). Són anomenats factors de cohesió, de sobrecàrrega i pes específic.
- d_c , d_q i d_γ : Coeficients correctors d'influència que prenen en consideració la resistència al tall del terreny per damunt de la fonamentació.
- s_c , s_q i s_γ : Coeficients correctors d'influència que depenen de la forma del fonament en planta.
- i_c , i_q i i_γ : Coeficients correctors d'influència per considerar la inclinació de la càrrega
- t_c , t_q i t_γ : Coeficients correctors d'influència per considerar la proximitat del fonament a un talús.

Paràmetres de càlcul

Al tractar-se d'una llosa amb un rebaix previst de 6 m la càrrega no es calcula degut a que vindrà determinada en gran mesura pel grau d'assentament que aquesta pugui provocar en el terreny.

Tanmateix, el rebaix previst farà que a la càrrega admissible neta de servei s'hi pugui afegir el pes de les terres excavades, el qual es quantifica tot seguit:

q : 4,50 m (gruix de sorres dels nivells A/B per sobre el nivell freàtic) $\times$ 1,80 g/cm³ (densitat emergida considerada per als nivells A/B) + 0,50 m (gruix de sorres dels nivells B per sota del nivell freàtic) $\times$ 1,00 g/cm³ (densitat emergida considerada per al nivell B) = 0,86 kg/cm²

Nivell C-Fonamentació profunda-pantalles

Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles

Aquesta serà mitjançant pantalles que treballaran per punta i fust en els materials del nivell C. Aquests elements de fonamentació s'encastaran en el nivell C un tram mínim de 6 amplades, la seva relació longitud/amplada serà igual o superior a 8 i la seva punta assolirà els 12 m de fondària (aquesta fondària suposarà sempre l'encast mínim indicat). Així encastades, les pantalles podran transmetre les pressions que tot seguit s'indiquen:

El càlcul de la càrrega d'esfondrament en un sòl granular s'ha fet a partir de la teoria de capacitat portant del terreny basada amb els paràmetres resistents del model de Mohr-Coulomb. En concret, s'han seguit les directrius que consten en el Código Técnico de la Edificación, publicat pel Ministerio de Vivienda al març de 2006. Aquestes fan referència a la solució amb pilons però es considera que a nivell de capacitat portant també es factible per a les pantalles.

D'acord amb el model indicat la càrrega d'esfondrament d'un piló aïllat en un terreny granular, com el que es tracta i al menys a llarg plaç, ve donada per l'expressió següent:

$$Q_h = f_p \times (\sigma'_0 \times N_q) + \sigma'_v \times K_f \times f \times \tan(\phi), \text{ on}$$

El primer terme de l'expressió fa referència a la càrrega per punta i el segon a la càrrega per fust.

Q_h : càrrega d'esfondrament del piló

f_p : Factor de correcció que depèn del tipus d'instal·lació del piló (3 per als pilons prefabricats encastats i 2,5 per als pilons *in situ*).

σ'_0 : tensió efectiva vertical a la punta del piló

N_q : factor de capacitat de càrrega lligat a la influència de la sobrecàrrega del terreny i derivat de l'angle de fregament intern ϕ' . $N_q = ((1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)) \times e^{(\pi \times \tan \phi)}$

σ'_v : tensió efectiva vertical mitjana al llarg del fust

K_f : coeficient d'empenta horitzontal del terreny que depèn de la forma d'instal·lació del piló (prendrà valor 1,00 per als pilons prefabricats i 0,75 per als pilons *in situ*)

ϕ : angle de fregament del terreny

f : factor de reducció del fust (1 per als pilons *in situ* i 0,90 per als pilons prefabricats de formigó)

Paràmetres de càlcul

Sondatge S-1

Nivell freàtic : 6,00 m de fondària

Rebaix projectat per al soterrani: 6,50 m

Encastrat considerat: 5,50 metres per sota del rebaix

σ'_0 : = 5,50 m (nivells B/C submergits) x 1,00 g/cm³ (densitat submergida considerada per al nivell A) = 0,55 kg/cm²

σ'_{VA} (interior): 0,55 kg/cm² (càrrega efectiva a la punta de la pantalla)/2 = 0,275 kg/cm²

σ'_{VA} (exterior): ((1,13 kg/cm² (càrrega efectiva a la base del rebaix) + 1,68 kg/cm² (càrrega efectiva a la punta de la pantalla))/2 = 1,405 kg/cm²

ϕ : 35 graus-nivell A (punta i fust)

Resultats

Nivell	Resistència unitària admissible per fust kg/cm ²	Resistència unitària admissible per punta kg/cm ²
C	0,04 (interior) 0,20 (exterior)	11,43

Aquestes càrregues disposen d'un factor de seguretat de 4 per a la punta i 3 per al fust

Nivell C-Fonamentació profunda – Pils

Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles

Aquesta serà mitjançant pils que treballaran per punta i fust en els materials del nivell C. Aquests elements de fonamentació s'encastaran en el nivell C un tram mínim de 6 diàmetres, la seva relació longitud/amplada serà igual o superior a 10 i la seva punta assolirà els 12 m de fondària (aquesta fondària suposarà sempre l'encastrament mínim indicat). Així encastats, els pils podran transmetre les pressions que tot seguit s'indiquen:

El càlcul de la càrrega d'esfondrament en un sòl granular s'ha fet a partir de la teoria de capacitat portant del terreny basada amb els paràmetres resistents del model de Mohr-Coulomb. En concret, s'han seguit les directrius que consten en el Código Técnico de la Edificación, publicat pel Ministerio de Vivienda al març de 2006. Aquestes fan referència a la solució amb pils però es considera que a nivell de capacitat portant també es fa factible per a les pantalles.

D'acord amb el model indicat la càrrega d'esfondrament d'un piló aïllat en un terreny granular, com el que es tracta i al menys a llarg plaça, ve donada per l'expressió següent:

$$Q_n = f_p \times (\sigma'_0 \times N_q) + \sigma'_v \times K_f \times f \times \tan(\phi), \text{ on}$$

El primer terme de l'expressió fa referència a la càrrega per punta i el segon a la càrrega per fust.

Q_h : càrrega d'esfondrament del piló

f_p : Factor de correcció que depèn del tipus d'instal·lació del piló (3 per als pilons prefabricats encastats i 2,5 per als pilons *in situ*).

σ'_0 : tensió efectiva vertical a la punta del piló

N_q : factor de capacitat de càrrega lligat a la influència de la sobrecàrrega del terreny i derivat de l'angle de fregament intern ϕ' . $N_q = ((1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)) \times e^{(\pi \times \tan \phi)}$

σ'_v : tensió efectiva vertical mitjana al llarg del fust

K_f : coeficient d'empenta horitzontal del terreny que depèn de la forma d'instal·lació del piló (prendrà valor 1,00 per als pilons prefabricats i 0,75 per als pilons *in situ*)

ϕ : angle de fregament del terreny

f : factor de reducció del fust (1 per als pilons *in situ* i 0,90 per al pilons prefabricats de formigó)

Paràmetres de càlcul

Sondatge S-1

Nivell freàtic : 6,00 m de fondària

Rebaix projectat per al soterrani: 6,50 m

Encast considerat: 5,50 metres per sota del rebaix

σ'_0 : = 5,50 m (nivells B/C submergits) $\times$ 1,00 g/cm³ (densitat submergida considerada per al nivell A) = 0,55 kg/cm²

σ'_{VA} (interior): 0,55 kg/cm² (càrrega efectiva a la punta de la pantalla)/2 = 0,275 kg/cm²

ϕ : 35 graus-nivell A (punta i fust)

Resultats

Nivell	Resistència unitària admissible per fust kg/cm ²	Resistència unitària admissible per punta kg/cm ²
C	0,04 (interior)	15,23

Aquestes càrregues disposen d'un factor de seguretat de 3

Nivell B-Fonamentació especial

Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles

Per a la fonamentació especial en el nivell B mitjançant ancoratges amb un sistema d'injecció tipus IGU (Injecció única global) es pot adaptar, segons Bustamante (1986), una resistència unitària per fust de 0,277 kg/cm². Aquest valor disposa d'un factor de seguretat d'1,80 (com a element per a la contenció amb caràcter provisional) i el tipus d'injecció IGU és el que se sol considerar per al segellat dels primers 4 a 5 m i per a càrregues de tipus estàtic

El valor de resistència s'ha obtingut considerant el nivell B com a un sòl granular de compacitat solta/mitjanament densa (N_{30} : 10-valor mitjà dels SPT a la zona dels 3-4 m de fondària).

Per garantir la resistència per fust, l'autor indicat considera que s'han complir un seguit de condicionants:

- Esforços de tipus estàtic
- Longitud de segellat mínima: 5 m
- Gruix mínim de la coberta del terreny a la zona del segellat dels ancoratges: 5 m
- Pressió d'injecció: mínima de 0,50 MPa
- Cabal d'injecció recomanat 0,80 a 1,20 m³/hora
- Quantitat mínima aconsellable de material injectat: 1,5 a 2 vegades el volum del bulb del segellat.

4.2. Assentaments previsibles

Nivell B-Fonamentació directa

Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles

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. $\sigma_{zi} = I_{zi} \times 4 \times q$

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 llosa

Paràmetres de càlcul-llosa

Dimensions del fonament: 20,60 x 27,50 m

Fonamentació encastada en el nivell B, a 6,50 m de fondària

Materials sota el fonament-sondatge S-1

-1 tram d'1,50 m de sorres del nivell B ($E' = 200 \text{ kg/cm}^2$)

-1 tram de 2,00 m de sorres argiloses i argiles del nivell B ($E' = 160 \text{ kg/cm}^2$)

-1 tram d'1,40 m de sorres argiloses i argiles del nivell B ($E' = 160 \text{ kg/cm}^2$)

-13 trams de 2,00 m de sorres i argiles del nivell C ($E' = 477 \text{ kg/cm}^2$)

Resultats-llosa

Càrrega aplicada (kg/cm^2)	Assentament (cm)
1,73 (0,86 de descàrrega+0,87 de càrrega neta)	4,93 (30,00 x 53,00 m)

Nivell C-Fonamentació profunda - Pils

Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles

Pel que fa a l'assentament de pils *in situ* en materials sorrencs, aquest sol ser de l'ordre següent:

$s = d / 25$ a $d / 30$, essent d el diàmetre del piló en cm

Aquesta és una valoració per a cadascun dels pils considerats aïlladament.

Per a un grup de pils d'amplada B , l'assentament es pot obtenir amb l'expressió següent:

$$sg = x \cdot s$$

on x és un coeficient de majoració que està lligat a la relació entre l'amplada del grup i el diàmetre del piló.

B.5 RESULTATS I CONCLUSIONS

Consideracions prèvies

(1) S'ha estudiat una parcel·la situada als n° 123 i 125 del Carrer del Carme, on hi ha projectada la construcció d'un edifici plurifamiliar que constarà de dos soterranis, planta baixa i quatre plantes pis.

(2) Les fondàries que s'expressen en aquest informe prenen com a referència la superfície d'ela parcel·la, la rasant de la qual es troba aproximadament a nivell del Carrer del Doctor Pascual i Prats.

(3) Sismicitat de la zona

La norma de Construcción Sismoresistente, Parte General y Edificación (NCSE-02) (BOE de l'11 d'octubre de 2002), proporciona els valors següents per als paràmetres d'acceleració sísmica bàsica i el coeficient de contribució (K):

Acceleració sísmica bàsica: 0,08 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 IV (nivell R, A i B) i III-II (nivell B).

Coeficient C de càlcul: 1,58

Resultats

(1) Litologia

En el sòl de la parcel·la s'hi han reconegut els nivells litològics següents:

Denominació	Composició	Fondària del límit superior de la capa (m)	Potència (m)
Nivell R	Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc	0,00	1,20 a 1,50
Nivell A	Sorres argiloses de color marró	1,20 a 1,50	0,30 a 1,20
Nivell B	Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles	1,50 a 2,40	6,00 a 7,50
Nivell C	Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles	7,50 a 9,00	10,20 a 14,00 (reconeguda)

(2) Caracterització geotècnica dels materials reconeguts

Nivell	Densitat aparent (g/cm ³)	Classifica. U.S.C.S.	N ₃₀	Resist. compres. simple (kg/cm ²)	Cohesió c _u curt plaç (kg/cm ²)	Angle Φ' graus
Nivell R	1,75-2,00	Rebliment GP-GC, CL i SC	5	-	0,00	26-34
Nivell A	1,85-2,20	SC	5-21	-	0,00-0,10	28
Nivell B	1,80-2,20	SC, SP-SC i GP	5-21	-	0,00-0,12	28-34
Nivell C	2,20-2,90	SC i CL	10-R (R: rebuig)		0,15-0,80	28-40

(3) Hidrogeologia

En les dates en que es van realitzar els treballs de camp es va trobar aigua entre 6,00 i 6,50 m de fondària

(4) Agressivitat de l'aigua i del sòl al formigó

Segons l'EHE 99 l'aigua analitzada no és agressiva per al formigó

Segons l'EHE 99 els materials del nivell B no són agressius per al formigó

(5) Excavabilitat

Tots els materials dels nivells R, A i B podran ser excavats mitjançant la maquinària convencional emprada en el moviment de terres (giratòries i retro-excavadores mixtes).

Cara a l'encast de les pantalles cal tenir en compte els fets següents:

- La consistència i possible cimentació d'alguns dels sediments del nivell C
- L'existència, tot i que no clarament contrastada en els sondatges d'alguns *bolos* decimètrics (20-40 cm) que podrien fer necessari aplicar trepant.
- La existència d'aigua a partir de 6,00 m de fondària i la possibilitat de fluxos confinats a través de les passades de materials més permeables, els quals ocasionalment poden arrossegar els llots bentonítics.
- La poca o nul·la cohesió dels materials del nivell B i alguns del C que pot fer que per sota del nivell freàtic aquests siguin susceptibles de trencar-se al ser excavats. Per l'abans esmentat es considera que cara evitar el col·lapse de l'excavació podrà ser necessari treballar amb llots bentonítics.

(6) Fonamentació

A partir de la informació del terreny obtinguda dels tres punts de reconeixement efectuats d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació i de l'obra projectada es fan les propostes de fonamentació següents:

Fonamentació directa

Serà mitjançant una llosa i s'encastarà en els materials del nivell B

La llosa s'ha de dimensionar per transmetre pressions al terreny no superiors a les que s'indiquen:

(Llosa)

Dimensions del fonament	Càrrega vertical admissible de servei bruta (q_{adm}) kg/cm ²
20,60 x 27,50	1,73

Coefficient de rigidesa (coeficient de balast) del nivell B per a placa quadrada de 30 cm de costat, $K_{30} = 2,64 \text{ kg/cm}^3$

Amb aquestes càrregues es preveuen, teòricament i per a fonaments de dimensions no superiors a les indicades, assentaments de fins a uns 5,00 cm.

Aquesta càrrega ha estat determinada considerant que la parcel·la serà rebaixada un mínim de 6,50 m per tal de construir els dos soterranis projectats.

Per aplicar les càrregues indicades la fonamentació ha d'assentar-se damunt de terreny sanejat, esplanat i no sotmès a cap procés erosiu. Així mateix, les sobrepressions que generi la fonamentació no han d'influir negativament a l'estabilitat d'una zona de talús.

Fonamentació profunda-pantalles

Aquesta serà mitjançant pantalles que treballaran per punta i fust en els materials del nivell C. Aquests elements de fonamentació s'encastaran en el nivell C un tram mínim de 6 amplades, la seva relació longitud/amplada serà igual o superior a 10 i la seva punta assolirà els 12 m de fondària (aquesta fondària suposarà sempre l'encast mínim indicat). Així encastades, les pantalles podran transmetre les pressions que tot seguit s'indiquen.

Resultats

Nivell	Resistència unitària admissible per fust kg/cm ²	Resistència unitària admissible per punta kg/cm ²
C	0,04 (costat interior)-nivells B/C 0,20 (costat exterior)-nivell B/C	11,43

La resistència indicada per fust és aplicable a cadascuna de les cares i només computable en el tram de pantalla per sota de l'excavació.

Fonamentació profunda-pilons

Aquesta serà mitjançant pilons que treballaran per punta i fust en els materials del nivell C. Aquests elements de fonamentació s'encastaran en el nivell C un tram mínim de 6 diàmetres, la seva relació longitud/amplada serà igual o superior a 10 i la seva punta assolirà els 12 m de fondària (aquesta fondària suposarà sempre l'encast mínim indicat). Així encastats, els pilons podran transmetre les pressions que tot seguit s'indiquen:

Resultats

Nivell	Resistència unitària admissible per fust kg/cm ²	Resistència unitària admissible per punta kg/cm ²
C	0,04	15,23

Pel que fa a l'assentament de pilons *in situ* en materials sorrencs, aquest sol ser de l'ordre següent:

$s = d / 25$ a $d / 30$, essent d el diàmetre del piló en cm

Aquesta és una valoració per a cadascun dels pilons considerats aïlladament.

Fonamentació especial

Per a la fonamentació especial en el nivell B mitjançant ancoratges amb un sistema d'injecció tipus IGU (Injecció única global) es pot adaptar, segons Bustamante (1986), una resistència unitària per fust de $0,277 \text{ kg/cm}^2$. Aquest valor disposa d'un factor de seguretat d'1,80 (com a element per a la contenció amb caràcter provisional) i el tipus d'injecció IGU és el que se sol considerar per al segellat dels primers 4 a 5 m i per a càrregues de tipus estàtic

Per garantir la resistència per fust, l'autor indicat considera que s'han complir un seguit de condicionants:

- Esforços de tipus estàtic
- Longitud de segellat mínima: 5 m
- Gruix mínim de la coberta del terreny a la zona del segellat dels ancoratges: 5 m
- Pressió d'injecció: mínima de 0,50 MPa
- Cabal d'injecció recomanat 0,80 a $1,20 \text{ m}^3/\text{hora}$
- Quantitat mínima aconsellable de material injectat: 1,5 a 2 vegades el volum del bulb del segellat.

En aquesta opció de fonamentació els valors de resistència i condicions d'execució se sotmeten al criteri de l'empresa especialitzada que porti a terme els treballs pertinents.

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 Capellà i Solà Doctor en Ciències Geològiques Director tècnic Cecam	Albert Pujadas i Pigem Geòleg Cap d'Àrea Cecam
Celrà, a 6 d'agost de 2007	

B.6 ANNEXES

B.6.1 Columnnes estratigràfiques

B.6.2 Talls geològics

B.6.3 Acta de resultats: Analítica de l'aigua

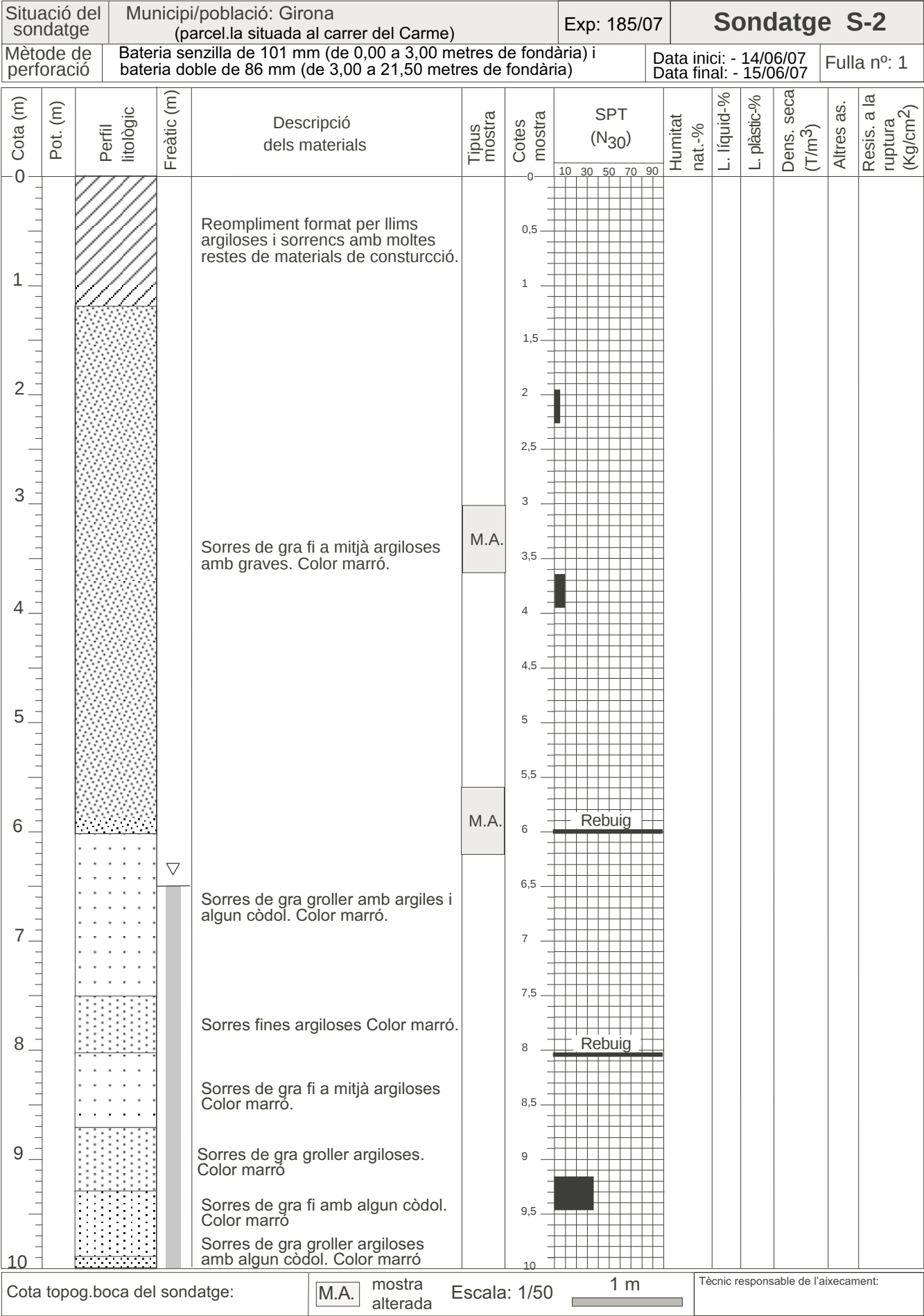
Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge		Municipi/població: Girona (parcel·la situada al carrer del Carme)				Exp: 185/07		Sondatge S-1						
Mètode de perforació		Bateria senzilla de 101 mm (de 0,00 a 3,00 metres de fondària) i bateria doble de 86 mm (de 3,00 a 18,90 metres de fondària)					Data inici: - 13/06/07 Data final: - 14/06/07			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)
0				Reompliment format per llims argiloses i sorrencs amb moltes restes de materials de construcció.		0	10 30 50 70 90							
1						1,5								
2				Sorres argiloses amb graves i còdols. Color marró.		2,5								
3				Sorres de gra fi a mitjà argiloses amb graves. Color marró.		4,5								
4						5,5								
5					M.A.	6,5								
6			▽	Sorres de gra groller argiloses amb graves. Color marró.		8,5								
7						9,5								
8				Argiles llimoses. Color marró.										
9				Sorres fines argiloses. Color marró marró verdós.										
10					M.A.									
Cota topog.boca del sondatge:				M.A. mostra alterada	Escala: 1/50		1 m		Tècnic responsable de l'aixecament:					

Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge		Municipi/població: Girona (parcel·la situada al carrer del Carme)				Exp: 185/07		Sondatge S-1					
Mètode de perforació		Bateria senzilla de 101 mm (de 0,00 a 3,00 metres de fondària) i bateria doble de 86 mm (de 3,00 a 18,90 metres de fondària)					Data inici: - 13/06/07 Data final: - 14/06/07		Fulla nº: 2				
Fondària (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				Sorres fines argiloses. Color marró marró verdós.	M.A.	0							
					M.A.	0,5							
11						1							
						1,5							
12						2							
						2,5							
13						3							
						3,5							
14						4							
						4,5							
15				Sorres de gra gros a mitjà argiloses gravoses amb alguna passada de sorres fines argiloses. Color marró		5							
						5,5							
16						6							
						6,5							
17						7							
						7,5							
18						8							
						8,5							
19						9							
						9,5							
20						10							
Cota topog.boca del sondatge:				M.A.	mostra alterada	Escala: 1/50		1 m		Tècnic responsable de l'aixecament:			

Columna estratigràfica del sondatge



Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge		Municipi/població: Girona (parcel·la situada al carrer del Carme)				Exp: 185/07		Sondatge S-2						
Mètode de perforació		Bateria senzilla de 101 mm (de 0,00 a 3,00 metres de fondària) i bateria doble de 86 mm (de 3,00 a 21,50 metres de fondària)					Data inici: - 14/06/07 Data final: - 15/06/07		Fulla nº: 2					
Fondària (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				Sorres de gra groller argiloses amb algun còdol. Color marró		0	10 30 50 70 90							
						0,5								
11				Sorres de gra fi argiloses		1								
						1,5	Rebuig							
12						2								
						2,5								
13					M.A.	3								
						3,5								
14				Sorres de gra fi a mitjà argiloses amb graves		4								
						4,5								
15						5								
						5,5	Rebuig							
16						6								
						6,5								
17				Sorres fines argiloses color marró.		7								
					M.A.	7,5								
18				Graves amb còdols.		8	Rebuig							
						8,5								
19				Sorres argiloses mab graves		9								
						9,5								
20						10								
Cota topog.boca del sondatge:				M.A. mostra alterada	Escala: 1/50		1 m		Tècnic responsable de l'aixecament:					

Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge		Municipi/població: Girona (parcel·la situada al carrer del Carme)				Exp: 185/07		Sondatge S-2							
Mètode de perforació		Bateria senzilla de 101 mm (de 0,00 a 3,00 metres de fondària) i bateria doble de 86 mm (de 3,00 a 21,50 metres de fondària)				Data inici: - 14/06/07 Data final: - 15/06/07		Fulla nº: 3							
Fondària (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)		
20				Sorres argiloses mab graves		0	10 30 50 70 90								
	0,5														
21	1														
	1,5														
22	2														
	2,5														
23	3														
	3,5														
24	4														
	4,5														
25	5														
	5,5														
26	6														
	6,5														
27	7														
	7,5														
28	8														
	8,5														
29	9														
	9,5														
30	10														

Cota topog.boca del sondatge:

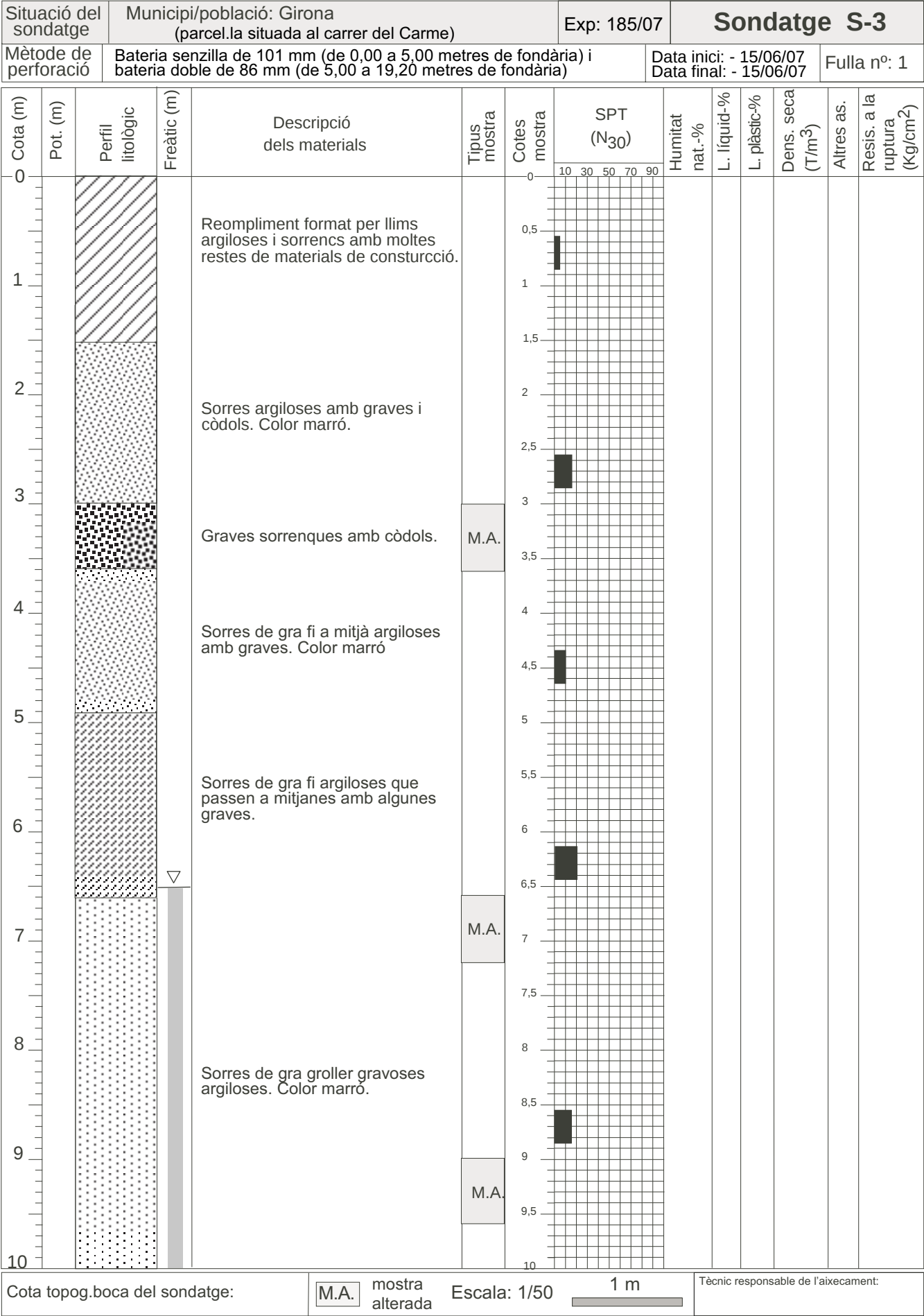
M.A. mostra alterada

Escala: 1/50

1 m

Tècnic responsable de l'aixecament:

Columna estratigràfica del sondatge



Columna estratigràfica del sondatge

Situació del sondatge		Municipi/població: Girona (parcel·la situada al carrer del Carme)				Exp: 185/07		Sondatge S-3						
Mètode de perforació		Bateria senzilla de 101 mm (de 0,00 a 5,00 metres de fondària) i bateria doble de 86 mm (de 5,00 a 19,20 metres de fondària)					Data inici: - 15/06/07 Data final: - 15/06/07		Fulla nº: 2					
Fondària (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				Sorres de gra groller gravoses argiloses. Color marró.		0	10 30 50 70 90							
						0,5								
11				Sorres fines argiloses		1								
						1,5								
12				Sorres de gra mitjà a groller gravoses argiloses		2								
				Argiles sorrenques de color marró.	M.A.	2,5								
						3	Rebuig							
13				Sorres gravoses argiloses de color marró.		3,5								
				Sorres llimoses argiloses amb graves de color marró fosc.		4								
14						4,5								
15						5								
						5,5	Rebuig							
16						6								
				Sorres gravosess argiloses amb alguns blocs.		6,5								
17						7								
					M.A.	7,5	Rebuig							
18						8								
						8,5								
19				Sorres de gra mitjà argiloses		9								
						9,5								
20						10								
Cota topog.boca del sondatge:				M.A. mostra alterada	Escala: 1/50		1 m		Tècnic responsable de l'aixecament:					

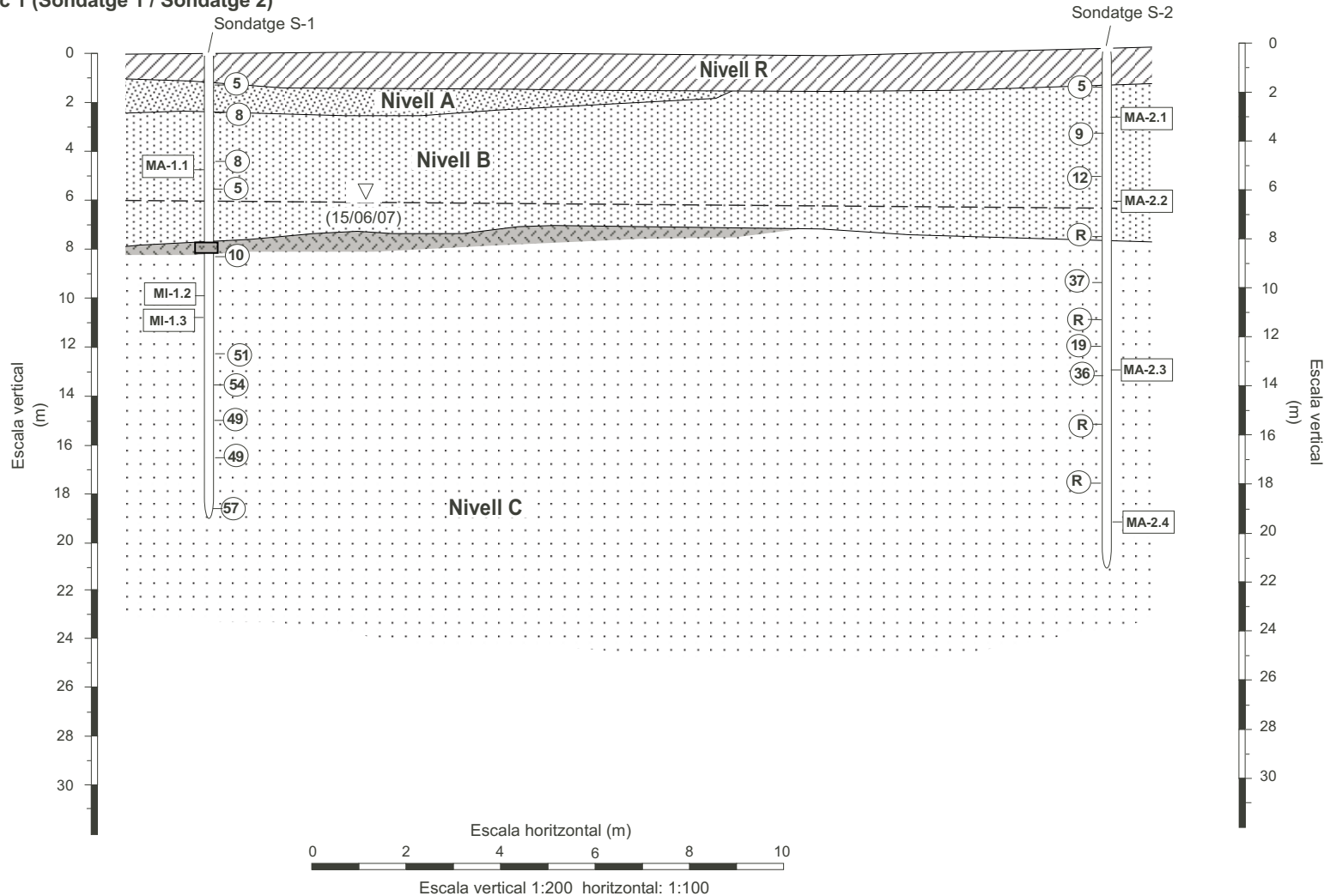
B.6.2 Talls geològics

Talls geològics

Municipi/població: Girona (Parcel·la situada al carrer del Carme)

Exp: 185/07

Tall geològic 1 (Sondatge 1 / Sondatge 2)



Explicació

- Nivell R: Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc.
- Nivell A: Sorres argiloses de color marró.
- Nivell B: Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles.
- Nivell C: Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles.

S-1: sondatge nº 1

N.F.: nivell freàtic estabilitzat

10 Valor N₃₀ corregit del SPT

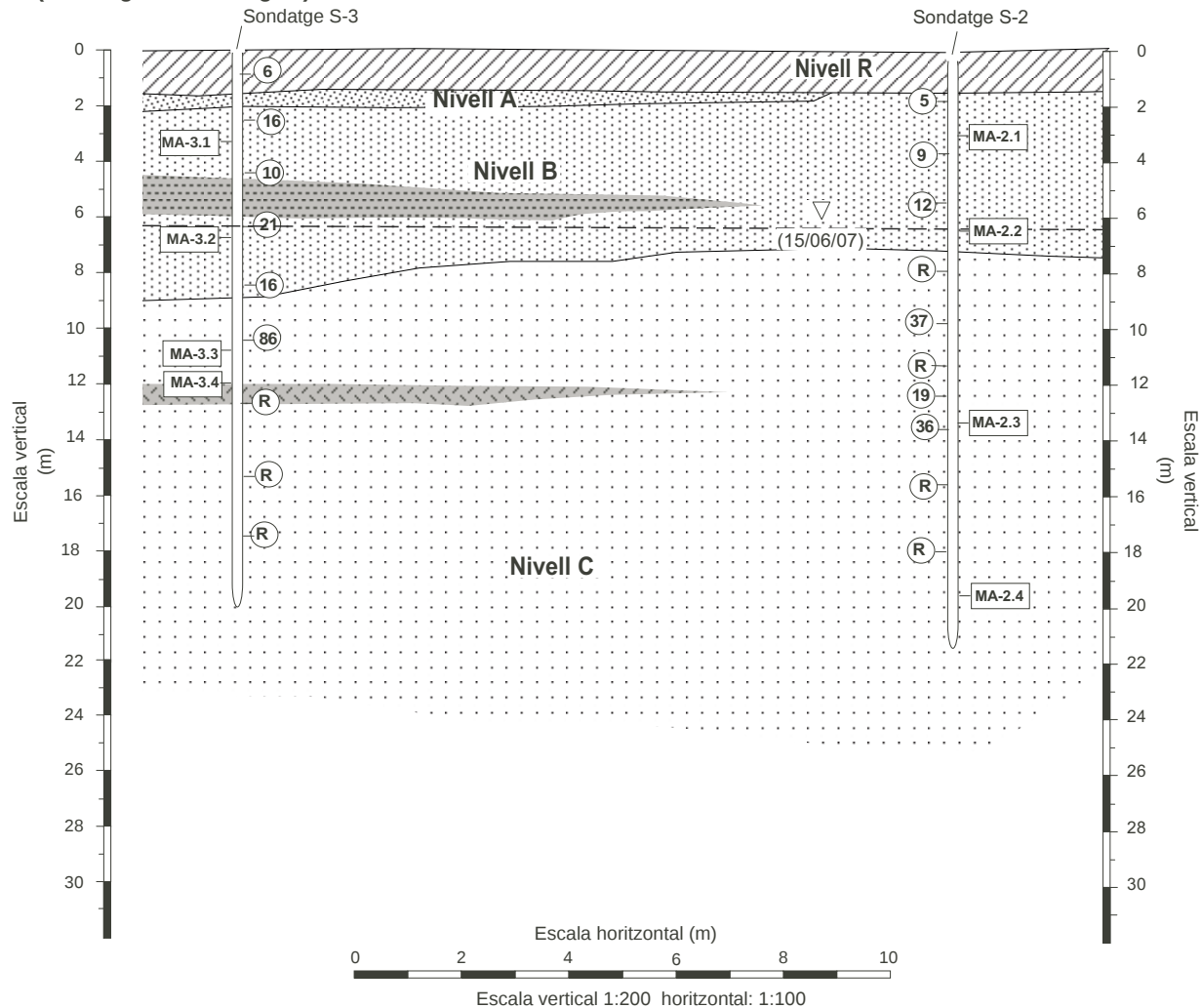
R Rebuig en el SPT

Talls geològics

Municipi/població: Girona (Parcel·la situada al carrer del Carme)

Exp: 185/07

Tall geològic 2 (Sondatge 3 / Sondatge 2)



Explicació

- Nivell R: Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc.
- Nivell A: Sorres argiloses de color marró.
- Nivell B: Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles.
- Nivell C: Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles.

S-1: sondatge nº 1

N.F.: nivell freàtic establitzat

10 Valor N₃₀ corregit del SPT

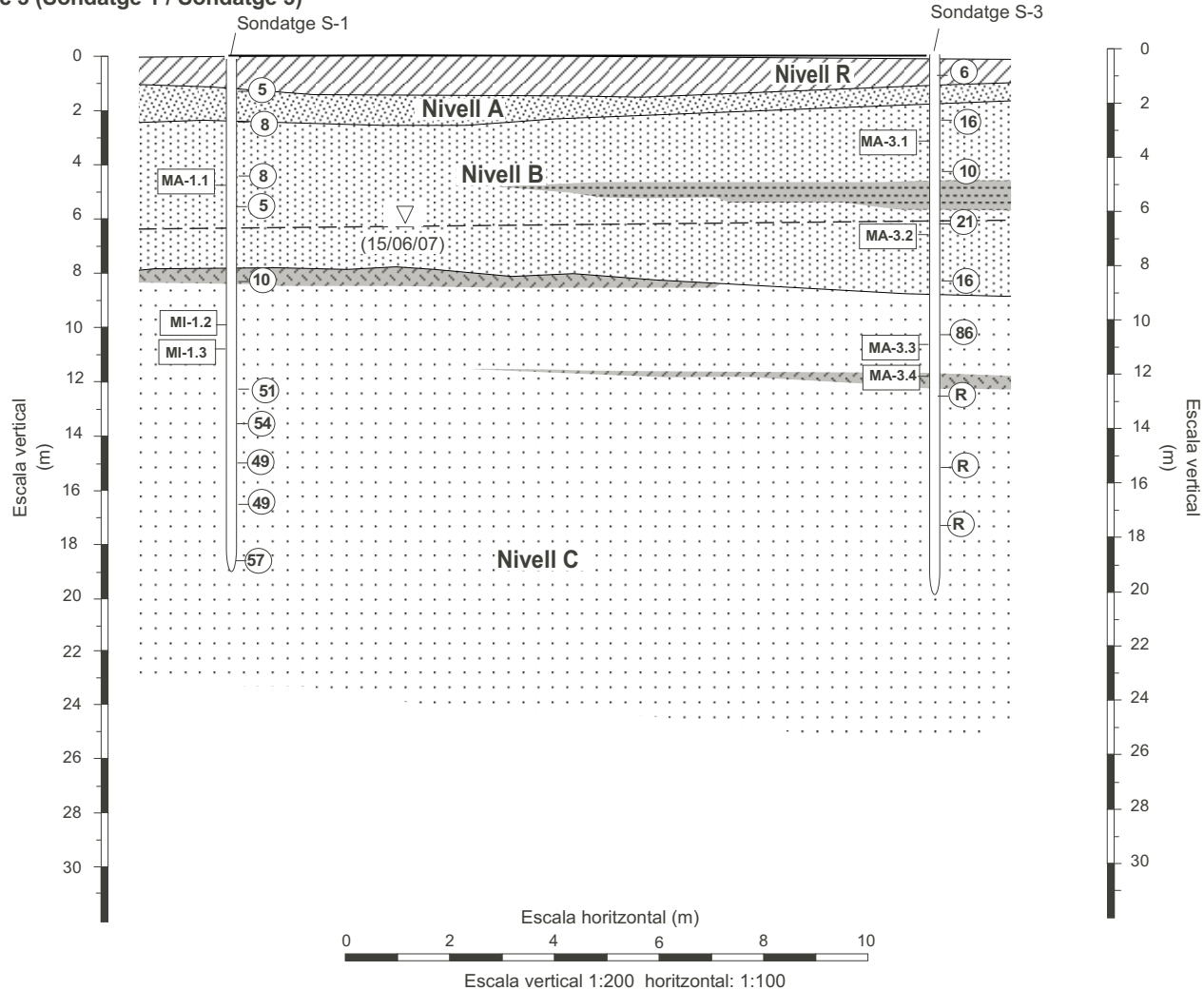
R Rebuig en el SPT

Talls geològics

Municipi/població: Girona (Parcel·la situada al carrer del Carme)

Exp: 185/07

Tall geològic 3 (Sondatge 1 / Sondatge 3)



Explicació

- Nivell R: Rebliment format per deixalles de materials de construcció i fragments rocallosos amb algunes argiles i sorres de color marró fosc.
- Nivell A: Sorres argiloses de color marró.
- Nivell B: Sorres de color marró amb alguns còdols i alguna passada d'argiles.
- Nivell C: Successió de sorres argiloses amb algunes passades d'argiles.

S-1: sondatge nº 1

N.F.: nivell freàtic establitzat

10 Valor N₃₀ corregit del SPT

R Rebuig en el SPT

B.6.3 Acta de resultats: Analítica de l'aigua

Client:	CECAM - AREA GEOTECNIA	
	B17612607	
Obra:	EG 185/07 GIRONA	
Adreça:		
Població:	Girona	

Núm. d'obra:	C1339	C072003
Expedient:	C07XA580	Albarà:
La seva referència:	EG 185/07 S-1	
Data de recepció:	18/06/2007	
Dates assaig: Inici:	18/06/2007	Final: 19/06/2007

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓ PARCIAL D'AQUEST INFORME.
ELS RESULTATS OBTINGUTS CORRESPONEN ÚNICAMENT A
LA MOSTRA ANALITZADA

Destinatari:

CECAM - AREA GEOTECNIA

Polígon Industrial
17460 - CELRA

CECAM Celrà, 21/06/2007

Full 1 de 2.

ACTA DE RESULTATS

Quantitat	Codi	Descripció de l'assaig
1	AG10	Informe sobre l'agressivitat d'una aigua en un fonament.

MOSTRA ENTREGADA: Aigua

TIPUS D'AIGUA: Subterrània

PRESENTACIO: En ampolla de plàstic de 1L, refrigerada i etiquetada

DESCRIPCIÓ DE L'AIGUA: Fangosa

PUNTS DE RECOLLIDA: Perforació

PROFUNDITAT DE MOSTREIG (m): 7,00

TEMPERATURA DE L'AIGUA (°C): ---

DATA RECOLLIDA: 14/06/07

HORA: ---

LLOC I DATA DEL MOSTREIG: (Girona) 14/06/07

NIVELL D'AIGUA FREÀTICA (m): ---

ALÇADA PIEZOMÈTRICA (m): ---

DESCRIPCIÓ DE CONDICIONS LOCALS: Zona urbana

PRESA DE MOSTRA: feta per l'àrea de geotècnia del CECAM.

PORTADA AL LABORATORI: per l'àrea de geotècnia del CECAM

Observacions:	Obra : C/ Carme (GIRONA)	
Director tècnic	Tramès a: Peticionari	Cap d'àrea
Lluís Sala i Sau		Anna Jiménez i López

Conforme a l'establert a la Llei Orgànica 15/1999 de Protecció de Dades de Caràcter Personal, els informem que les dades personals que ens han proporcionat són confidencials i formen part dels fitxers de l'empresa. El nostre objectiu amb aquest fitxer és agilitzar la nostra gestió i servei, també proporcionar informació referent als nostres productes i serveis, tret que ens manifesti el contrari. Pot exercir els seus drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició, comunicant-ho en persona o per escrit, adjuntant còpia d'un document acreditatiu.
L'incertesa dels valors quantitius dels paràmetres acreditats per ENAC, està a disposició del client en cas que aquest ho demani.

Client:	CECAM - AREA GEOTECNIA
	B17612607
Obra:	EG 185/07 GIRONA
Adreça:	
Població:	Girona

Núm. d'obra:	C1339	C072003
Expedient:	C07XA580	Albarà:
La seva referència:	EG 185/07 S-1	
Data de recepció:	18/06/2007	
Dates assaig: Inici:	18/06/2007	Final: 19/06/2007

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓ PARCIAL D'AQUEST INFORME.
ELS RESULTATS OBTINGUTS CORRESPONEN ÚNICAMENT A
LA MOSTRA ANALITZADA

Destinatari:

CECAM - AREA GEOTECNIA

Polígon Industrial
17460 - CELRA

CECAM Celrà, 21/06/2007

Full 2 de 2.

ACTA DE RESULTATS

PROCEDIMENT OPERATORI:

Segons l'E.H.E 1999, annex 5.

RESULTATS OBTINGUTS:

ANÀLISI DE L'AIGUA			GRAU D'AGRESSIVITAT		
ASSAIG	UNITATS	RESULTAT	DÈBIL	MITJANA	FORTA
pH	u. pH	8,00	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
Magnesi	mg/L Mg ²⁺	17,4	300-1000	1000-3000	> 3000
Amoni	mg/L NH ₄ ⁺	3,00	15-30	30-60	> 60
Sulfats	mg/L SO ₄ ²⁻	148	200-600	600-3000	> 3000
CO ₂	mg/L	1,33	15-40	40-100	> 100
Residu sec	mg/L	987	75-150	50-75	< 50

QUALIFICACIÓ

Segons l'EHE 1999, annex 5, l'aigua analitzada no és agressiva per al formigó.

Observacions:	Obra: C/ Carme (GIRONA)	
Director tècnic	Tramès a: Peticionari	Cap d'àrea
Lluís Sala i Sau		Anna Jiménez i López

Conforme a l'establert a la Llei Orgànica 15/1999 de Protecció de Dades de Caràcter Personal, els informem que les dades personals que ens han proporcionat són confidencials i formen part dels fitxers de l'empresa. El nostre objectiu amb aquest fitxer és agilitzar la nostra gestió i servei, també proporcionar informació referent als nostres productes i serveis, tret que ens manifesti el contrari. Pot exercir els seus drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició, comunicant-ho en persona o per escrit, adjuntant còpia d'un document acreditatiu.
L'incertesa dels valors quantitatius dels paràmetres acreditats per ENAC, està a disposició del client en cas que aquest ho demani.

ANNEX C: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

C.1 Memòria

1. ANTECEDENTS

En aplicació del RD 1627/1997, que estableix les disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció, es redacta el present Estudi de Seguretat i Salut.

L'autor de l'Estudi de Seguretat i Salut declara: que és la seva voluntat la de identificar els riscos i avaluar l'eficàcia de les proteccions previstes sobre el projecte i com a conseqüència dissenyar els mecanismes preventius que es puguin enginyar, dins de les possibilitats que el mercat de la construcció i els límits econòmics ho permetin, però sempre donant compliment al que s'exposa a l'art.4 i 5 de l'esmentat RD 1627/ 1997.

2. OBJECTE DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

L'objecte d'aquest estudi és establir els procediments, equips tècnics i mitjans auxiliars a utilitzar, així com la identificació dels riscos laborals i les mesures tècniques per evitar-los o controlar-los i reduir-los, valorant-se l'eficàcia de cada un d'ells, en les obres majors de perfeccionament de l'escorxador i instal·lació de sala d'especejament.

Així mateix, d'acord amb el que s'estableix al Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, servirà perquè el contractista, sota el control de la Direcció Facultativa, elabori el corresponent **Pla de Seguretat i Salut en el Treball** en el que s'analitzaran, estudiaran, desenvoluparan i complementaran les previsions contingudes en aquest estudi.

3. PRINCIPIS GENRALS APLICABLES DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA.

L'article 10 del RD 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'art. 15è de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 6 de noviembre)" durant l'execució de l'obra i, en particular, en les següents activitats:

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja.
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- La manipulació dels diferents materials i la utilització de mitjans auxiliars.
- El manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb objecte de corregir els defectes que poguessin afectar a la seguretat i salut dels treballadors.
- La delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzamatge i dipòsit dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries i substàncies perilloses.
- La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- L'emmagatzamatge i l'eliminació o evacuació de residus i runes.
- L'adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar a les diferents feines o fases del treball.
- La cooperació entre els contractistes, sots-contractistes i treballadors autònoms.
- Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de feina o activitat que es realitzi a l'obra o prop de l'obra.

Els principis d'acció preventiva establerts a l'article 15è de la Llei 31/95 són els següents:

a) L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- Evitar riscos.
- Avaluar els riscos que no es puguin evitar.
- Combatre els riscos a l'origen.
- Adaptar el treball a la persona, en particular amb el que respecte a la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix a la salut.
- Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- Substituir allò que és perillós per allò que tingui poc o cap perill.
- Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball.
- Adoptar mesures que posin per davant la protecció col·lectiva a la individual.

- Donar les degudes instruccions als treballadors.
- b) L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.
- c) L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada pugin accedir a les zones de risc greu i específic.
- d) L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pugués cometre el treballador. Per a la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixen alternatives més segures.
- e) Podran concertar operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir com a àmbit de cobertura la previsió de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte d'ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

4. DADES I CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA

4.1 Tipus d'obra

Es tracta de projectar una estructura d'una passarel·la de 48 metres de llum sobre el riu Onyar de Girona al principi de la zona transitable de les ieres del riu, mitjançant estructura metàl·lica i fonamentació mitjançant pilots i encepats per tal de comunicar els carrers del Carme i el carrer d'Emili Grahit.

Es tracta per tant, d'una zona d'important interès al ser un accés al Barri de Montilivi de Girona a la seva zona baixa i a més correspon a una actuació, que ajudarà a una millor comunicació al cementiri de Girona. A més permetrà a la gent poder travessar el riu sense tenir que baixar i pujar a les ieres i també ajudar a creuar en èpoques en que aquestes s'inunden.

4.2 Emplaçament de l'obra

La Plaça de Catalunya està situada sobre el riu Onyar entre el Pont de Pedra i la Passera de l'Alferes Huarte al terme municipal de Girona.

4.3 Superfície construïda

L'estructura que es proposa en el present projecte té unes dimensions màximes de 48 metres de llarg i 4,3 metres d'ample.

4.4 Promotor

Es tracta de l'Ajuntament de Girona.

4.5 Tècnic redactor del projecte d'execució

Marc Torra Farrés (Enginyer Tècnic)

4.6 Tècnic redactor de l'Estudi de Seguretat i Salut

Marc Torra Farrés (Enginyer Tècnic)

4.7 Pressupost d'Execució Material de les Obres

D'acord amb l'estat d'amidaments i els preus unitaris que s'indiquen en el document de preus, el pressupost d'execució de l'obra és el de la taula nº1.

Pressupost d'execució material	
Benefici industrial (6%)	
Despeses Generals (13%)	
IVA (16%)	
Pressupost d'execució per contracte	
Pressupost per coneixement de l'Administració	

Taula nº 1: Pressupost d'execució de l'obra.

El pressupost per Coneixement de l'Administració puja a la quantitat de mil sis-cents cinquanta-sis milions vuitanta-set mil vuit-centes cinquanta pessetes.

4.8 Plaç d'execució

El plaç d'execució previst inicialment és d'1 mes i mig (que correspon aprox. a uns 35 dies laborals).

4.9 Mà d'obra prevista

Es preveu una mitjana de 10 treballadors, amb un pic màxim de 15 treballadors

4.10 Interferències i serveis afectats

Abans de l'inici de l'obra es recollirà informació de les companyies subministradores de serveis per a conèixer els possibles serveis afectats (aigua, gas, electricitat, telèfon, clavegueram, etc.). Als esmentats efectes es donaran les instruccions necessàries per l'actuació amb els serveis afectats.

4.11 Climatologia a la zona d'execució de l'obra

La climatologia és la pròpia de Girona (clima mediterrani), és a dir un clima temperat, amb una pluviometria màxima diària de 165mm amb un període de retorn de deu anys (10 anys). Difícilment es donen nevades importants. En canvi, resulten freqüents les tempestes de certa violència a la tardor i finals d'estiu.

4.12 Circulació de persones alienes

Per evitar l'accés de vehicles i persones alienes a l'obra, es col·locarà una tanca metàl·lica, de 2m d'alçada, a tot el perímetre accessible a les obres i amb la deguda senyalització d'advertència.

Cal tenir en compte que previ al vallat de l'obra, es presentarà una proposta a l'Ajuntament de Girona i a les administracions que es cregui convenient, per tal de disposar dels corresponents permisos i facilitar la coordinació entre administració i empresa contratista.

Per tant, en el Pla de Seguretat i Salut de l'obra s'haurà de deixar identificat el recorregut de la tanca de l'obra, d'acort amb les Administracions competents de l'Ajuntament de Girona.

4.13 Unitats constructives que integren l'obra

Les principals unitats que integren l'obra són:

- Estessada del terreny i retirada d'arbres.
- Enderroc i moviment de terres.
- Perforació dels pilots.
- Fonamentacions.
- Muntatge estructura.

5. PLA DE CIRCULACIÓ A L'OBRA (PERSONAL, MAQUINÀRIA, MATERIALS)

Itineraris d'accés del personal quedarà convenientment senyalitzat.

Es preveu un accés rodat a l'obra. Serà convenientment senyalitzat amb plaques de entrada i sortida de camions, el seu recorregut amb cinta de abalisament i alertar al personal de la presència de vehicles.

Zones de dipòsit de materials, estaran netes i ordenades .

Procediment de subministrament de materials de l'obra serà mitjançant camions grua d'auto carga.

L'evacuació de runes es farà amb contenidor o amb camió i es senyalitzaran els recorreguts tan de la maquinària com el dels operaris.

Quedarà convenientment senyalitzat el pas de vianats aliens als voltants de l'obra i dels riscos que això comporta.

6. CONTROL DEL PERSONAL A L'OBRA

Per tal de poder controlar el personal de l'obra es faran servir diferents protocols en els quals es detallin les habilitats dels operaris, la seva formació i habilitació per a l'ús dels diferents mitjans auxiliars i maquinaries, les entrades a l'obra del personal (control diari), i l'entrega dels E.P.I necessaris .

7. MESURES PREVENTIVES EN L'ORGANITZACIÓ DEL TREBALL

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja.
- Reconeixement del solar abans de començar les tasques.
- Localització d'instal·lacions existents i comprovació de les mateixes. Anular les possibles interferències.
- Planificar la zona d'aplec de material i en general ordre i neteja a l'indret.
- Disposició i ordenament del tràfic de vehicles, respectant la circulació existent.
- L'accés a qualsevol superfície que consti de materials que no ofereixin una resistència suficient només s'autoritzarà en cas de que es proporcionin equips o mitjans apropiats per a que el treball es realitzi de forma segura.
- Tancament i senyalització de la zona d'obres i vigilància de la mateixa per impedir l'accés a persones alienes a la mateixa
- Enllumenat de la zona d'obres.
- Mitjans i accessoris elèctrics homologats per a la senyalització nocturna de l'indret.
- Mitjans auxiliars adequats per als diferents treballs i funcions, amb unes dimensions apropiades i en bon estat de conservació.
- Compliment de la legislació vigent en matèria de línies d'alta tensió.

Els principis d'acció preventiva establerts en l'article 15º de la Llei 31/95 són els següents:

1. L'empresari aplicarà les mesures que integrin el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- a) Evitar els riscos.
- b) Evacuar els riscos que no es puguin evitar.
- c) Combatre els riscos en el seu origen.
- d) Adaptar el treball a la persona, en particular en lo que respecta a la concepció dels llocs de treball, així com a l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, amb mires, en particular, a minvar el treball monòton i repetitiu i a reduir els efectes del mateix en la salut.
- e) Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- f) Substituir lo perillós per el que comporti poc o cap perill.

8. RISCOS I MESURES PREVENTIVES RELATIVES AL PROCÉS CONSTRUCTIU

8.1 Estessada del terreny i retirada d'arbres.

Descripció dels treballs:

Retirada de l'herba i tala d'arbres amb mitjans mecànics (motoserres, esborssadores, etc.) per tal de poder entrar a la zona amb maquinària pesada i poder treballar comodament.

Riscos:

- Caigudes del personal i coses a diferents nivells.
- Caigudes al mateix nivell.
- Cops i talls.
- Incendis.
- Partícules estranyes als ulls.

Normes bàsiques de seguretat:

- Es col·locaran bastides ben subjectes amb baranes de 90cm amb rodapeu.
- S'evitarà que els operaris es col·loquin sota els elements a demolir.
- Es mantindran netes i il·luminades les zones de desplaçament de personal.
- Es protegirà la caiguda de runa sobre el personal que treballi a nivells inferiors mitjançant reds o altres materials de resistència suficient.
- Es controlarà la correcta subjecció de les càrregues als mitjans de transport vertical.
- Es comprovarà el aïllament de les eines elèctriques dels cables i de les presses de corrent.
- Es senyalitzarà les zones de desplaçament de les màquines o vehicles.

Proteccions personals:

- Ús d'arnés de seguretat que permeti la caiguda màxima de 1,5m subjectat a estructures sòlides i estables.
- Ús de calçat antilliscant i aïllant.
- Ús de casc de seguretat
- Ús de guants de protecció tèrmica
- Ús de màscara facial de protecció tèrmica.
- Ús de màscara buconasal.

- Ús de guants de protecció mecànica
- Ús de calçat amb protecció metàl·lica amb la puntera i a la sola.
- Ús d'ulleres de protecció mecànica i contra raigs ultraviolats.

Proteccions col·lectives:

- S'acotarà les zones de possibles caigudes d'elements procedents de la demolició.
- Senyalització de les zones de trànsit de vehicles i màquines.

Instal·lar marquesines o viseres per protegir les zones d'accés i de pas previament definides i les vies públiques.

8.2 Moviments de terres

Descripció dels treballs:

S'utilitzarà la retroexcavadora per a l'excavació dels pous i rases de fonamentació. Les mateixes màquines s'utilitzaran per a la càrrega de les terres als camions de mig tonelatge, que les transportaran a l'abocador. A més de perforar els pilots amb una màquina amb broca de 1,2m de diàmetre a una fundària de 13 metres; i la retirada de la terra a l'abocador.

Riscos:

- Desprendiment i/o esllavissament de terres per sobrecàrrega al costat de l'excavació.
- Atropellaments, bolcs i falses maniobres de la maquinària.
- Caigudes del personal i coses a diferents nivells.
- Cops i ensopegades.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Ambient excessivament sorollós.

Normes bàsiques de seguretat:

- Es prohibirà l'abassegament de materials a menys de 2 metres de la vora de l'excavació per a evitar sobrecàrregues i possibles allaus del terreny.
- Es senyalitzarà el marge superior de seguretat (2 metres) dels talusos.
- Els paraments dels talusos de l'explanació seran inspeccionats cada dia per l'encarregat de l'obra abans de començar el treball.
- Les maniobres de la maquinària seran dirigides per una persona diferent al conductor i es prohibirà la presència de personal a les proximitats de la maquinària durant el treball.

- Es prohibirà la circul·lació de persones a una distància inferior als 2 metres de les vores superiors de l'excavació.
- Es vigilarà la correcta distribució de la càrrega de terres als camions i no es permetrà la sobrecàrrega dels mateixos.

Proteccions personals:

- Ús obligatori de casc homologat per a tot el personal "de a pie", per a maquinistes i camioners que abandonin les cabines de conducció.
- Ús de monos de treball i roba especial per l'aigua en cas de ser necessari.
- Ús de botes de goma i caretes antipols en cas de ser necessari.
- Ús de cinturó de seguretat per part del conductor de la maquinària, tant si aquesta està protegida amb cabina antivolcament, com si no ho està.
- Ús d'ulleres contra la pols i/o projecció de partícules.

Proteccions col·lectives:

- Prohibició d'apilar materials a les zones de transit i retirada dels objectes que impedeixin el pas.
- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra.
- Senyalització de les zones de treball de la maquinària
- Senyalització i ordenació del tràfic de màquines de forma visible i sencilla.
- Formació i conservació d'un relleix a la vore de la rampa per a topall dels vehicles.

8.3 Fonamentació

Descripció dels treballs:

Una vegada col·locades les armadures a les sabates, riostres s'abocarà el formigó mitjançant camió formigonera i, en cas d'esser necessari, bomba de formigonat.

Riscos:

- Caigudes d'objectes des de la maquinària.
- Caigudes de materials, rebots.
- Desprendiment i/o esllavissament de terres per sobrecàrrega al costat de l'excavació.
- Desplom i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Fallides d'encofrats i/o reforços.
- Ferides causades per objectes punxants.
- Caigudes de persones des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés.
- Cops i ensopegades.
- Riscs derivats de treballar sobre terres humits o molls.
- Contactes amb materials agressius.

Normes bàsiques de seguretat:

- Perfecta delimitació de la zona de treball.
- Bon manteniment de la maquinària.
- L'accés a l'extradós dels murs es realitzarà mitjançant escales de mà. Es prohibeix l'accés escalant l'encofrat.
- Abans d'iniciar-se el formigonat, en previsió de possibles esquerdes i pèrdues de formigó, l'Encarregat supervisarà el bon estat de seguretat dels encofrats.
- S'instal·laran passarel·les de circul·lació sobre les rases a formigonar constituïdes per un mínim de tres taulons travats, així com altres plaques mòbils sobre les rases i pous a formigonar per facilitar el pas i les operacions d'abocament i vibrat del formigó.
- El desencofratge es realitzarà sempre amb l'ajut d'ungles metàl·liques i es realitzarà des del costat que no es pot desprendre la fusta, és a dir, des del costat ja desencofrat.
- Tots els treballs es realitzaran amb personal qualificat.

Proteccions personals:

- Ús de casc.
- Ús de guants de cuir.
- Ús de calçat de protecció.
- Ús de cinturó de seguretat.
- Ús de granotes de treball.

8.4 Estructures

Descripció dels treballs:

L'estructura serà d'acer cortes S355 i d'acer s275 a més te aulers de fusta C16

Riscos:

- Volcament de la provisió de perfil·leria.
- Desprendiment de càrregues penjades.
- Ensorrament per cops de càrregues penjades d'elements apuntalats
- Atrapament per objectes pesants.
- Cops i ensopegades.
- Talls i punxades per objectes i/o eines.
- Volc de l'estructura.
- Cremades.
- Radiacions per soldadura amb arc.
- Caigudes al mateix nivell.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés.
- Partícules als ulls.
- Contacte amb el corrent elèctric.
- Fallides d'encofrats i d'apuntaments.

Normes bàsiques de seguretat:

- Perfecta delimitació de la zona de treball.
- Delimitació d'una zona determinada per l'aplec de perfil·leria.
- Els perfils s'apilaran ordenadament sobre taulons de fusta de suport de càrregues, i es formaran capes fins a una alçada màxima d'1,5 metres.
- Els perfils s'apilaran classificats segons mides.
- Les maniobres de situació in situ de l'encofrat (per a l'estructura) seran governades per tres operaris. Dos d'ells guiaran els perfils mitjançant llibants lligats als extrems seguint les indicacions del tercer.
- Les operacions de soldadura es realitzaran des de l'interior de plataformes estissora, provistes de barana protectora d'1 m. d'alçada, constituïda per passamà, barra

intermitja i entorpeu. El soldador a més enganxarà el mosquetó del cinturó a un cable de seguretat o a argolles soldades a l'estructura.

- Els perfils s'enlairaran tallats a mida i, per evitar riscos innecessaris, no es realitzarà el tall en alçada mitjançant oxicallada.
- Es prohibeix deixar directament sobre el terra les pinces i electrodes connectats al grup. S'exigeix l'ús de portapinses.
- Es prohibeix l'estesa de mangueres i cables elèctrics de forma desordenada sobre el terra i, sempre que sigui possible, es penjaran de suports, pilars o paraments verticals.
- Es prohibeix la permanència d'operaris sota el tall de soldadura.
- Es prohibeix enfil·lar-se per l'estructura.
- Es prohibeix desplaçar-se per les ales de les bigues sense lligar el cinturó de seguretat
- Utilització d'escales auxiliars adequades.
- Utilització de cables de seguretat.

Proteccions personals:

- Ús de casc.
- Ús de guants de cuir.
- Ús de calçat de protecció.
- Ús de cinturó de seguretat.
- Ús de manyoples de soldador.
- Ús d'ulleres de soldador.
- Ús de mandrí de soldador.
- Ús de polaines de soldador.
- Ús d'ulleres de seguretat antiprojeccions.

Proteccions col·lectives:

- Delimitació de la zona de treball de la maquinària i senyalització i organització del trànsit.
- Bon manteniment de la maquinària.
- Utilització d'escales auxiliars adequades.
- Utilització de cables de seguretat.
- Utilització de xarxes horitzontals de seguretat.

9. PREVENCIÓ DE RISCOS PROFESSIONALS

Totes les peces de protecció personal o elements de protecció col·lectiva tindran fixat un període de vida útil, llençant-los després.

Quan per circumstàncies del treball es produeixi l'esquinçament d'una peça o equip de protecció es substituirà per una de nova.

Tota peça o equip que hagi tingut un aprofitament límit o sigui per al màxim que es va preveure (per exemple per una accident), es llançarà i es substituirà per un de nou.

Aquelles peces que en utilitzar-se hagin pres més toleràncies de les admeses pel fabricant serà canviada immediatament.

La utilització d'una peça o equip de protecció no representarà mai un risc per si mateix.

9.1 Mitjans de protecció col·lectiva

- Metres quadrats de barrera de seguretat per a línies elèctriques.
- Metres quadrats de marquesina de protecció antiimpactes.
- Metres quadrats de xarxa de seguretat.
- Metres de corda de 10mm de diàmetre de secció per a subjecció de la xarxa de seguretat.
- Unitat de suport de xarxa tipus forca dotat de mecanisme subjector de xarxa d'articulat.
- Metres quadrats de taulells de fusta de seguretat per a protecció de buits.
- Unitat d'ancoratge per a rebre de forques de subjecció de xarxes.
- Unitat de puntal telescòpic dotat de suports per a la formació de baranes a base de fusta o tub.
- Metres cúbics de fusta de pi per a la formació de proteccions.
- Metres de cable d'acer de seguretat.
- Unitat de diferencial.
- Unitat de barana de protecció perimetral per a caigudes en forats.
- Metres de tub d'acer per a la formació de baranes.
- Metres quadrats de lona de protecció de treballs sobre bastides.
- Unitat de catifa aïllant de l'electricitat.
- Unitat de senyal normalitzada, tipus trànsit, inclòs P/P de trípod de subjecció a nivell del terra, en xapa metàl·lica.

- Unitat de senyal normalitzada flexible en PVC o similar autoadhesiva.
- Metres de cinta normalitzada de senyalització de riscos, inclòs P/P de peus drets de subjecció.
- Unitat de cartell avisador de riscos amb llegenda, inclòs P/P de pals de subjecció.
- Cartells explicatius de les instal·lacions provisionals de l'obra.
- Barrera de tancament d'accessos.

La senyalització de l'obra serà:

- Senyals d'STOP a les sortides de vehicles.
- Obligatori l'ús de casc, cinturó de seguretat per a treballs en alçada, ulleres, màscara, protectors auditius, botes i guants.
- Risc elèctric, de caiguda d'objectes, caigudes a diferent nivell, maquinària pesada en moviment, càrregues suspeses, incendi i explosions.
- Entrada i sortida de vehicles.
- Prohibit el pas a tota persona externa a l'obra, prohibit encendre foc, prohibit fumar i prohibit aparcar.
- Senyal informativa de localització de farmaciola i d'extintor.
- Xarxes. Seran de poliamida i les seves característiques generals compliran amb garantia la funció protectora per la qual estan previstes. S'utilitzaran xarxes verticals ancorades a cada forjat per la protecció de caiguda al buit per l'extrem perimetral.
- Cables de subjecció de cinturó de seguretat els seus anclatges. Suports i anclatge a xarxes. Tindran la suficient resistència per tal de suportar els esforços a que puguin ésser sotmesos d'acord amb la seva funció protectora.
- Interruptors diferencials i preses de terra. La sensibilitat mínima dels interruptors diferencials serà per enllumenat de 30mA i de 300mA per la força. La resistència de les preses de terra no serà superior a 37 ohms i es mesurarà la seva resistència periòdicament especialment en períodes secs.
- Extintors seran els adequats amb agent extintor i segons el tipus d'incendi previsible. Es revisaran cada 6 mesos com a màxim.

9.2 Mitjans de protecció individual

Els mitjans de protecció personals, simultàneament amb els col·lectius seran d'obligació compliment sempre que es precisin per eliminar o reduir els riscos professionals.

Els mitjans de protecció personal s'ajustaran a les Normes d'Homologació del Ministeri de Treball sempre i quan existeixin i hauran de portar segell reglamentari. En el cas que no existeixi norma d'homologació oficial, seran de qualitat adequada a les seves respectives prestacions.

Les proteccions personals en les diferents fases de l'obra seran:

Proteccions individuals:

- Dispositiu anticaiguda, compostat per Arnès de subjecció de la classe "C" (tipus paracaigudista) i cable fixador d'acer, en cas de ser necessari, és a dir, sempre que es realitzin treballs en alçada amb risc de caiguda i que la seguretat i salut dels treballadors exposats no estigui assegurada amb proteccions col·lectives.
- Casc de protecció.
- Calçat de seguretat amb puntera reforçada i sola de goma antilliscant.
- Guants contra risc mecànic, que seran utilitzats per a la manipulació de material.
- Guants contra risc elèctric.
- Roba de treball.
- Impermeables per treballs a l'exterior en condicions climatològiques adverses.
- Ulleres anti-impacte blanques o pantalla facial contra la projecció de partícules.
- Proteccions auditives per aquells treballs amb nivells de soroll superior a 80 dB.
- Protecció respiratòria per a partícules en cas del manipulat de la fusta amb polidores, serrat, etc.
- Protecció respiratòria que protegeixin de l'exposició de l'emanació de dissolvents en tasques d'utilització de vernissos o coles de contacte.

10. MAQUINÀRIA I EQUIPS

Quan es treballi amb equips dinàmics, no s'han d'utilitzar anells o similars ni robes soltes com cadenes, corbates, mocadors o bufandes, o les mànigues descordades o arremangades. Tampoc s'han de tenir draps que penguin de les butxaques o cinturons.

Quan s'aixequi una càrrega manualment, s'han de doblegar els genolls i agafar la càrrega fermament. A l'aixecar-se de nou, procurar fer-ho amb l'esquena el més recte possible.

No han d'obstruir-se les portes d'emergència o tallafocs.

Els equips contra incendis han d'estar sempre accessibles, és per això que no es dipositaran objectes o elements que dificultin accedir a ells.

Els vials de circulació i les zones de pas, han d'estar sempre utilitzables. No s'aparcaran vehicles o deixaran altres elements de forma que impedeixin el seu ús.

No fumar ni crear focus de calor en zones en què es prohibeixi expressament.

10.1 Maquinària d'obra en general

- Les màquines que produeixen trepidació estaran dotades de mecanismes d'absorció i amortiguadors.
- Totes les transmissions, eixos i parts mòbils, així com a punts en tensió o punts calents accessibles, estaran protegits físicament de forma sòlida i eficaç. En alguns casos, aquestes proteccions, hauran de permetre la visió de l'element protegit per poder tenir un control.
- Només utilitzaran màquines les persones formades i autoritzades.
- Les operacions d'ajustament estaran fetes per personal especialitzat.
- Qualsevol màquina que presenti alguna deficiència en el seu funcionament, es deixarà en posició de parada i amb rètols que indiquin "Màquina avariada" a més d'estar desconnectades i es notificarà al responsable de seguretat de l'obra, per posteriorment, procedir a la seva reparació per personal autoritzat i qualificat.
- Els cables, prolongadors i tot l'equipament elèctric en conjunt, compliran en tot moment el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- No s'utilitzarà cap màquina que no disposi del seu corresponent endoll.
- Les màquines, que havent aplicat totes les tècniques de prevenció, presentin algun risc, estarà senyalitzat de forma normalitzada.

- Si per la utilització d'alguna màquina es requereix l'ús d'alguna protecció individual, la màquina estarà dotada de la corresponent senyalització d'obligació d'ús.
- Es prohibeix la manipulació, per part de personal no autoritzat per tasques de manteniment. El personal autoritzat tindrà que seguir un procediment de manteniment segur, com per exemple, desconexió de l'energia elèctrica abans de la manipulació d'un equip elèctric, proteccions individuals, etc.
- Les màquines que pel seu treball produeixin pols, s'utilitzarà en mitjà humit, per evitar atmosferes polsoses.
- Els compressors d'aire per màquines, seran de baix nivell d'emissió sonora o estaran situats a una distància mínima de 10 m de qualsevol persona a l'obra.
- Qualsevol eina manual que no s'utilitzi, es recollirà i es guardarà adequadament.
- S'evitarà l'existència de cables pel terra en les zones de pas, tant de persones com de vehicles.
- Compliran rigurosament la normativa "CE" sobre màquines.

10.2 Maquinària de moviment de terres

Maquinària utilitzada:

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camió de trabuc
- Bivalba

Riscos:

- Atropellaments, volcaments i falses maniobres de la maquinària.
- Xocs entre les diferents màquines i/o amb elements de l'obra.
- Caiguda de materials.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caiguda des de les màquines.

Normes bàsiques de seguretat:

- Es senyalitzarà el marge superior de seguretat (2 metres) dels talusos.
- Els paraments dels talusos de l'explanació seran inspeccionats cada dia per l'encarregat de l'obra abans de començar el treball.

- Les maniobres de la maquinària seran dirigides per una persona diferent al conductor i es prohibirà la presència de personal a les proximitats de la maquinària durant el treball.
- Es vigilarà la correcta distribució de la càrrega de terres als camions i no es permetrà la sobrecàrrega dels mateixos.
- A l'abandonar les màquines, es deixaran en estat de repòs, amb el frè de mà posat, el motor parat i sense les claus.
- Es prohibeix el transport de persones amb les màquines de moviment de terres.

Proteccions personals:

- Ús obligatori de casc homologat per a maquinistes i camioners que abandonin les cabines de conducció.
- Ús de botes antilliscants.
- Ús de cinturó de seguretat per part del conductor de la maquinària, si aquesta està protegida amb cabina antibolc.
- Ús d'ulleres contra la pols i/o projecció de partícules.

Proteccions col·lectives:

- Prohibició d'apilar materials a les zones de trànsit i retirada dels objectes que impedeixin el pas.
- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra.
- Senyalització de les zones de treball de la maquinària
- Senyalització i ordenació del trànsit de màquines de forma visible i sencilla.
- Immovilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.
- Revisió periòdica de la maquinària.

10.3 Maquinària d'elevació

Maquinària utilitzada:

- Camió grua
- Cabrestant mecànic

Riscos:

- Desplom i/o caiguda de la màquina per deficient ancoratge.
- Caiguda de càrregues penjades.
- Caigudes des de punts alts.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.

Normes bàsiques de seguretat:

- Les maniobres del camió grua seran dirigides per una persona diferent al conductor i es prohibirà la presència de personal a les proximitats de la maquinària durant el treball.
- Inmovilització dels camions grua mitjançant falques i/o topalls durant el treball.
- L'ancoratge del cabrestant mecànic es realitzarà mitjançant brides passants per a cada assentament que travessaran el forjat i envoltaran les biguetes o nervis, o mitjançant tres espàrrecs per a cada assentament cargolats a la cara inferior del forjat a unes plaques metàl·liques de repartiment de càrregues.
- Es prohibeix sustentar els cabrestants mecànics mitjançant contrapesos.
- Es prohibeix la permanència d'operaris dintre el radi d'acció dels equips d'elevació.
- Es prohibeix subjectar el cinturó de seguretat als equips d'elevació.
- Es prohibeix realitzar operacions de manteniment dels equips sense desconectar-los de el corrent elèctric.

Proteccions personals:

- Ús obligatori de casc homologat.
- Ús de guants de cuir.
- Ús d'ulleres contra la pols i/o projecció de partícules en cas de ser necessari.
- Ús de cinturó de seguretat.
- Ús de calçat de seguretat.

Proteccions col·lectives:

- Senyalització de les zones de treball de la maquinària.
- Senyalització de les zones de perill.
- Col·locació de baranes de protecció

- Disposar de punts d'ancoratge segurs i independents dels equips d'elevació per poder subjectar-hi els cinturons de seguretat.
- Utilització de ganxos de suspensió de càrregues provistos de pastell de seguretat.
- Revisió periòdica dels cables i demés parts dels equips d'elevació.

10.4 Serres circulars

Tipus utilitzats:

- Serra circular per a fusta
- Serra circular per a materials ceràmics

Riscos:

- Talls i punxades
- Projecció de partícules i pols.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Trencament del disc.

Normes bàsiques de seguretat:

- Les serres no es situaran a menys de 3 metres del cantell de forjats, a excepció de què estiguin protegits amb baranes, xarxes o altres elements de protecció, ni dintre del radi d'acció de càrregues penjades dels elements d'elevació.
- Es prohibeix el seu ús per a persones no autoritzades.
- Es prohibeix la retirada dels elements de protecció de les màquines.
- Es prohibeix deixar les serres penjades de les grúes durant els períodes d'inactivitat.
- Es prohibeix l'ús de les serres en zones de terres mullats.

Proteccions individuals:

- Ús obligatori de casc homologat.
- Ús de guants de cuir.
- Ús d'ulleres contra la pols i/o projecció de partícules.
- Ús de calçat de seguretat.

Proteccions col·lectives:

- Delimitació de la zona d'ubicació de les serres.
- Connexió a terra de les serres a través del quadre general de distribució elèctrica.
- Revisió periòdica i manteniment de les serres per personal especialitzat.

10.5 Vibrador de formigó*Riscos:*

- Caigudes des de punts alts.
- Projecció de partícules.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.

Normes bàsiques de seguretat:

- El vibrat es realitzarà des de posicions estables.
- La mànega d'alimentació elèctrica des del quadre elèctric estarà protegida.

Proteccions individuals:

- Ús obligatori de casc homologat.
- Ús de guants dielèctrics.
- Ús d'ulleres contra la projecció de partícules.
- Ús de botes de goma.

Proteccions col·lectives:

- Revisió periòdica i manteniment del vibrador.
- Comprovació d'apuntaments.
- Col·locació de baranes de protecció.

10.6 Eines manuals*Eines utilitzades:*

- Taladre percutor.
- Martell rotatiu.
- Pistola clavadora.
- Pulidora.
- Dics radial.

Riscos:

- Projecte de partícules.
- Caigudes des de punts alts i/o de d'elements provisionals d'accés.
- Ambient excessivament sorollós.
- Generació excessiva de pols.
- Talls i punxades.

Normes bàsiques de seguretat:

- Totes les eines elèctriques estaran protegides amb doble aïllament de seguretat.
- Les persones que utilitzin les eines coneixeran les instruccions d'ús de la mateixa.
- Les eines es revisaran periòdicament per tal de què compleixin les instruccions de conservació del fabricant.
- Les eines s'emmagatzemaran al magatzem d'obra i només es portaran a l'obra quan sigui necessari.
- Es prohibeix la desconexió de les eines per estrabada.

Proteccions personals:

- Ús obligatori de casc homologat.
- Ús de guants de seguretat per minimitzar el risc de talls i punxades.
- Ús d'ulleres i màscares contra la pols i/o projecte de partícules.
- Ús de calçat de seguretat.
- Ús del cinturó de seguretat en treballs en zones elevades.
- Ús de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos.

Proteccions col·lectives:

- Manteniment de les zones de treball netes i ordenades.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda.
- Utilització d'escales de mà, plataformes de treball i bastides.

Manteniment en bon estat de les mànegues d'alimentació de les eines.

10.7 Formigonera

Riscs més freqüents:

- Descàrregues elèctriques.
- Atrapar en parts mòbils.
- Bolcades en els canvis d'emplaçament.

Normes bàsiques de seguretat.

- Situar la màquina en superfície plana i consistent.
- Protegir amb una carcassa les parts mòbils.
- No introduir, en cap cas, el braç dintre del tambor quan estigui en funcionament.
- Tenir en conta les indicacions en el punt de maquinària general d'aquest mateix apartat.
- Posseirà sempre la posta a terra connectada, ja sigui en el propi cable o independent.
- Tindrà protegides totes les parts mòbils, com corretges, engranatges i transmissió.
- Disposarà de fre de basculament del bombo, per evitar sobreesforços i els riscos de moviments descontrolats.
- S'utilitzarà protecció personal, contra les esquixades.

Proteccions personals .

- Casc homologat.
- Granota de treball.
- Guants de goma.
- Botes de goma.
- Careta antipols.

Proteccions col·lectives:

- Zona de treball delimitada.
- Comprovar la instal·lació elèctrica.

10.8 Seguretat en l'ús de mitjans auxiliars

Medis auxiliars utilitzats:

- Bastides
- Bastides sobre cavallets.

- Plataformes estissora.
- Escales de mà.

Riscos:

- Caigudes des de punts alts.
- Caiguda de materials.
- Volcament i/o desplaçament per assentament incorrecte.
- Trencament per utilització de seccions insuficients i/o materials en mal estat.
- Cops pel cubell de formigonat.

Normes bàsiques de seguretat:

- Les plataformes de treball tindran una amplada mínima de 60 cm. i estaran fermament ancorades als suports.
- Les plataformes de treball situades a més de 2 metres d'alçada, estaran protegides amb barana perimetral completa de 90 cm. d'alçada, constituïda per passamà, barra intermitja i sòcol.
- Es prohibeix deixar sobre les plataformes de les bastides eines i/o materials per evitar ensopegades i/o caigudes de materials sobre les persones.
- Es prohibeix la preparació de morters a les plataformes de treball de les bastides.
- Es prohibeix l'abocament directe de runes i materials des de les bastides.
- Les bastides podran suportar una càrrega 4 vegades superior a la prevista.
- Es prohibeix l'ús de piles de sacs i bidons com a contrapès a les bastides penjades i s'utilitzaran contrapesos prefabricats provistos de passadors.
- Es prohibeix l'ús d'escales de mà com a cavallets per a la formació de bastides.
- Es prohibeix l'ús d'escales de mà per a alçades superiors a 5 m.
- Es prohibeix l'ús al mateix temps per dues o més persones.
- Les reflectides als esquemes adjunts.

Proteccions personals:

- Ús obligatori de casc homologat.
- Ús de calçat de seguretat.

11. GESTIÓ I CONTROL DE LA SEGURETAT

11.1 Persones responsables

El delegat de prevenció per aquesta obra haurà de verificar les funcions establertes en la Llei 31/1995 (Prevenció riscos laborals) de 8 de novembre, articles 35, 36 i 37.

Algunes de les normes tipus d'actuació del Vigilant de Seguretat de l'obra:

- Promoure l'interès i cooperació dels treballadors en ordre a la Seguretat i Salut.
- Comunicar a la Direcció Facultativa les situacions del risc detectat i la prevenció adequada.
- Examinar les condicions relatives a l'ordre, neteja, ambient, instal·lacions i màquines amb referència a la detecció de riscos professionals.
- Donar els primers auxilis als accidentats. Si l'obra està inclosa en la obligació de tenir Auxiliar Tècnic Sanitari, aquesta tasca estarà encarregada a la seva persona, encara que es desitjable que el Vigilant de Seguretat sigui socorrista.
- Actuar com a coneixedor de la Seguretat en el Comitè de Seguretat i Salut.
- Controlar la posada a punt de les normes i unitats de seguretat.
- Fer els amidaments d'obra executada en el que faci referència al capítol de seguretat.
- Redacció dels informes d'accidents d'obra.

Es constituirà un Comitè quan el nombre de treballadors sobrepassi el previst en l'ordenanza General Laboral de la Construcción, o en el seu cas, el que disposi el Conveni Col·lectiu Provincial

12. PREVENCIÓ ASSISTENCIAL EN CAS D'ACCIDENT

Encara que l'objectiu global d'aquest pla és el de prevenir i evitar els accidents laborals, s'ha de reconèixer que existeixen causes de difícil control que poden fer-los presents. Per això es disposarà d'una farmaciola convenientment senyalitzada, per primeres cures que serà revisada mensualment i en la qual es reposarà d'immediat els articles consumits.

Els serveis assistencials més propers amb els que contactar, en cas de ser necessari són ens indicats a la taula nº 2:

AMBULÀNCIES
Telèfon: 061
CLÍNICA GIRONA
C/Joan Maragall, 26
Telèfon: 972.20.45.00

Taula nº 2: Serveis assistencials més propers

En quant als principals números de telèfon que poden ser d'utilitat en cas d'actualitzar-se una emergència són els indicats a la taula nº 3:

AJUNTAMENT DE GIRONA
Telèfon: 972.41.90.00
BOMBERS
Telèfon: 085
MOSSOS D'ESQUADRA
Telèfon: 088
POLICIA MUNICIPAL
Telèfon: 092
EMERGÈNCIES
Telèfon: 112

Taula nº 3: Telèfons a utilitzar en cas d'emergència

Totes aquestes dades han de figurar a l'obra de **forma indestructible i perfectament visibles**.

13. COST DE MESURES DE SEGURETAT I SALUT

El pressupost total final destinat a mesures preventives i correctores, amb la finalitat de pal·liar els riscos laborals i evitar accidents al personal de l'obra, ascendeix a la quantitat de cent seixanta-tres mil tres-cents quarant set euros amb cinc cèntims (163.347,05 euros).

En l'apartat de Pressupost de seguretat i salut es detallen les partides de les mesures preventives i correctores.

C.2 Plec de Condicions

14. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

14.1 Disposicions legals d'aplicació

S'adjunten les normes generals de verificació obligada per a tot el personal de la Contracta i Subcontracta dins del recinte de l'obra, comproment-se l'empresari Contractista Principal a verificar-les i fer-les verificar a tot el personal propi, així com el personal dels gremis o empreses subcontractades per ell. Durant la realització de l'obra, les normes legals d'especial aplicació seran les següents:

- **OM de 9 de març de 1971** (BOE de 16 i 17). Capítol VI de l'**Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball** sobre **electricitat**, al no estar derogat pel RD 486/1997, de 14 d'Abril (BOE de 23), sobre llocs de treball.
- **Llei 31/1995, de 8 de novembre** (BOE del 10). **Llei de Prevenció de Riscos Laborals** [En aplicació de la Directiva 89/391/CEE (DO L 183, de 29 de juny). Directiva Marco. Mesures per promoure la millora de la seguretat i salut dels treballadors en el treball].
- **Llei 54/2003**, de 12 de desembre, de reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals.
- **RD 39/1997, de 17 de gener** (BOE del 31). **Serveis de Prevenció de riscos Laborals**.

Modificat per:

- **RD 780/1998, de 30 d'abril** (BOE de 1 de maig). Modifica el RD 39/1997, de 17 de gener, en la seva disposició final segona sobre entrada en vigor del Reglament i disposició addicional cinquena sobre convalidació de funcions i certificació de formació equivalent.

Desenvolupada per:

- **OM de 22 d'abril de 1997**. Regula el règim de funcionament en el desenvolupament d'activitats de prevenció de riscos laborals per les Mutues d'Accidents.
- **OM de 27 de juny de 1997**. Desenvolupa el RD 39/1997, en relació amb les condicions d'acreditació de les entitats especialitzades com a serveis de prevenció aliens a les empreses, d'autorització de les persones o entitats especialitzades que vulguin desenvolupar l'activitat d'auditoria del sistema de prevenció de les empreses i d'autorització de les entitats públiques o privades per desenvolupar i certificar activitats formatives en matèria de prevenció de riscos laborals.

- **RD 1627/1997, de 24 d'octubre** (BOE del 25). Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció. En aplicació de l'octava Directiva 92/057/CEE (DO L 245, de 26 d'agost), sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció temporals o mòbils.
- **Ordenança de Seguretat i Higiene en la Construcció, Capítol XVI (excepte seccions primera i segona), declarant vigent per la disposició final única, apartat 2, del Conveni General de la Construcció.**
- **RD 486/1997, de 14 d'abril** (BOE del 23). Estableix les disposicions mínimes de seguretat i salut en els **llocs de treball** (no aplicable a les obres de construcció excepte el punt 9 de l'Annex I Escales de mà).

En aplicació de la primera directiva 89/654/CE (DO L 393, de 30 de desembre), sobre llocs de treball.

- **RD 1215/1997, de 18 de juliol.** Disposicions mínimes de Seguretat i Salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball. Derroga capítols VIII a XII del Títol II de l'Ordenança General.

Trasposa la segona Directiva 89/655/CEE (DO L 393, de 30 de desembre), sobre equips de treball, modificada per la Directiva 95/63.

- **RD 773/1997, de 30 de maig.** Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.

Trasposa la tercera Directiva 89/656/CEE (DO L 393, de 30 de desembre). Sobre equips de protecció individual (EPI).

- **RD 487/1997, de 14 d'abril.** Estableix les disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comporti riscos, en particular dor lumbar, pels treballadors.

Deroga RD de 15 de novembre de 1935 i OM de 2 de juny de 1961.

En aplicació de la quarta Directiva 90/269/CEE (DO L 196, de 26 de juny). Sobre manipulació manual de càrregues.

- **RD 488/1997, de 14 d'abril.** Estableix les disposicions de seguretat i salut relatives al treball amb equips que inclouen pantalles de visualització.

En aplicació de la cinquena Directiva 90/270/CEE (DO L 156, de 21 de juny). Sobre pantalles de visualització.

- **RD 665/1997, de 12 de maig.** Protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball.

En aplicació a la sisena Directiva 90/394/CEE (DO L 196, de 26 de juliol). Sobre protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens.

- **RD 664/1997, de 12 de maig** (BOE del 24). Protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball.

- **OM de 25 de març de 1998.** Modifica la classificació d'agents biològics continguda en l'annex II del RD 664/1997, de 12 de maig, [en aplicació de la setena Directiva 90/679/CEE (DO L 374, de 31 de desembre), sobre protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics], modificada per les Directives 93/088/CEE (DO L 268, de 29 d'octubre); 95/030/CEE (DO L 155, de 6 de juliol), per la que s'adapta al progrés tècnic i 97/59/CE (DO L 282, de 15 d'Octubre) per la que s'adapta al progrés tècnic.

- **RD 485/1997, de 14 d'abril** (BOE del 23). Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.

Deroga el RD 1403/1986, de 9 de maig, que va trasposar la Directiva 77/576/CEE (DO L 229, de 7 de setembre).

En aplicació de la novena Directiva 92/58/CEE, sobre senyalització de seguretat en els centres i llocs de treball que va substituir la Directiva 77/576/CEE, modificada a la vegada per la Directiva 79/640/CEE (DO L 183, de 19 de juliol).

- **RD 150/1996, de 2 de febrer** (BOE de 8 de març). Modifica l'article 109 del Reglament Normes Bàsiques de Seguretat Minera, RD 863/1985, de 2 d'abril (BOE de 12 de juny), sobre indústries extractives per sondejos.

En aplicació de la un-dècima Directiva 92/91/CEE (DO L 348, de 28 de novembre), sobre la millora de la protecció de les indústries extractives per sondejos.

- **RD 1389/1997, de 5 de setembre** (BOE de 7 d'octubre). Aprova les disposicions mínimes destinades a protegir la seguretat i la salut dels treballadors en les activitats mineres.

En aplicació de la duodècima Directiva 92/104/CEE (DO L 404, de 31 de desembre). Disposicions mínimes en les indústries extractives a cel obert o subterrànies.

- **OM de 9 d'abril de 1986** (BOE del 24). Reglament per la prevenció i protecció de la salut en els treballadors per la presència de plom metàl·lic i els seus compostos iònics en l'ambient de treball.

Derivada de la Directiva 82/605/CEE (DO L 247, de 23 d'agost), primera Directiva relativa a la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició al plom metàl·lic i els seus compostos iònics, durant el treball.

- **OM de 31 d'octubre de 1984** (BOE de 7 de novembre). [Correcció d'errors en la **OM de 7 de novembre de 1984** (BOE del 22)]. Reglament sobre treballs amb risc per amiant, complementada per la **OM de 7 de gener de 1987** (BOE del 15) i modificades per la **OM de 26 de juliol de 1993** (BOE de 5 d'agost).

- **OM de 22 de desembre de 1987** (BOE del 29). Aprova Model de Llibre de Registre de Dades previstos en el Reglament.

- **Res. de 20 de febrer de 1989** (BOE de 3 de març). Regula remissió de fitxes de seguiment ambiental i mèdic pel control d'exposició de l'amiant.

Derivades de la Directiva 83/188/CEE (DO L 263, de 24 de setembre), segona Directiva relativa a la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a l'amiant durant el treball, modificada per la Directiva 91/382/CEE (DO L 206, de 29 de juliol), sobre els nivells d'acció i els valors límit.

- **RD 1316/1989, de 27 d'octubre** (BOE de 2 de novembre). Protecció dels treballadors contra els riscos derivats de l'exposició al soroll.

Derivat de la Directiva 86/188/CEE (DO L 137, de 24 de maig), tercera Directiva relativa a la protecció dels treballadors contra els riscos deguts a l'exposició del soroll.

- **RD 88/1990, de 26 de gener** (BOE del 27). Sobre protecció de treballadors mitjançant la prohibició de determinats agents específics o determinades activitats.

Transport de Directiva 88/364/CEE (DO L 179, de 9 de juny), quarta Directiva relativa a la protecció dels treballadors mitjançant la prohibició de determinats agents específics i/o activitats.

RELACIÓ NO EXHAUSTIVA DE NORMATIVA, RELATIVA A LES MÀQUINES I EQUIPS DE TREBALL, APLICABLES A LA CONSTRUCCIÓ

- **RD 1495/1986, de 26 de maig** (BOE de 21 de juliol), pel que s'Aprova el Reglament de Seguretat en les màquines.

Modificat per:

- **RD 590/1989, de 19 de maig** (BOE de 3 de juny).

- **RD 830/1991, de 24 de maig** (BOE del 31).

- **RD 1531/1991, de 11 d'octubre** (BOE del 22). Estableix les exigències sobre els certificats i les marques dels cables, cadenes i ganxos.

En aplicació de la Directiva 73/361/CEE, de 19 de novembre (DO L 335, de 5 de desembre) relativa a l'aproximació de les disposicions legals, reglamentàries i administratives dels Estats membres sobre certificat de marques dels cables, cadenes i ganxos, modificada per les Directives 76/434/CEE (DO L de 8 de maig) i Directiva 91/368/CEE (DO L 198, de 22 de juny), per la que s'adapta al progrés tècnic.

- **RD 2291/1985, de 8 de novembre** (BOE de 11 de desembre). Reglament d'aparells elevadors.

Derogat a partir del 30 de juny de 1999 pel RD 1314/1997, de 1 d'agost (BOE de 30 de setembre), excepte els articles 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19 i 23.

En aplicació de la Directiva 95/016/CE

Aquest Reglament té aprovades les següents **Instruccions Tècniques Complementàries**.

- **OM de 23 de setembre de 1987** (BOE de 6 d'octubre). ITC MIE-AEM 1, normes de seguretat per construcció i instal·lació d'ascensors electromecànics (derogada a partir del 30 de juny de 1999 pel RD 1314/1997, de 1 d'agost).

Modificada per:

- **Om de 11 d'octubre de 1988** (BOE del 21) actualitzada a la vegada en les seves Taules de les Normes UNE per Res. De 24 de juliol de 1996 (BOE de 14 d'agost).

Modificada per:

- **OM de 12 de setembre de 1991** (BOE del 17). (Correcció d'errors BOE de 12 d'octubre), que amplia el camp d'aplicació i la ITC MIE-AEM 1 passa a denominar-se ITC sobre ascensors moguts elèctrica, hidràulica o oleoelèctricament.

- **OM de 28 de juny de 1988** (BOE de 7 d'agost): ITC MIE-AEM 2 relativa a grues desmuntables per obres.
- **OM de 26 de maig de 1989** (BOE de 9 de juny). ITC MIE-AEM 3 referent a carretilles automotores de manteniment.
- **RD 2370/1996, de 18 de novembre** (BOE de 24 de desembre). ITC MIE-AEM 2 referent a grues mòbils autopropulsades utilitzades. En aplicació de la Directiva 89/392/CEE, modificada per la Directiva 91/368/CE.
- **RD 1435/1992, de 27 de novembre** (BOE de 11 de desembre). Reglament de màquines (ha tingut període transitori d'aplicació fins 31 de desembre de 1992 i per les estructures "Rops" i "Flops" i carretilles automotores de manteniment fins 31 de desembre de 1995).

Modificat per:

- **RD 56/1995, de 20 de gener** (BOE de 8 de febrer), admetent-se comercialització per màquines d'elevació o desplaçament de persones la normativa anterior fins el 31 de desembre de 1996.
- **RD 245/1989, de 27 de febrer** (BOE de 11 de març). Determinació i limitació de la potència acústica admissible de determinat material i maquinària de construcció i talladores de gespa. En aplicació de les Directives 79/113/CEE, 84/538/CEE, 85/405/CEE i 88/180/CEE.

Modificat per:

- **OM de 18 de juliol de 1991** (BOE de 26 de juliol) modifica l'annex. En aplicació de Directiva.
- **RD 71/1992, de 31 de gener** (BOE de 6 de febrer). Amplia el RD anterior 245/1989, de 27 de febrer, sobre noves especificacions tècniques i sobre estructures de protecció en cas de bolc (ROPS) i sobre estructures de protecció contra caigudes d'objectes (FOPS). En aplicació de les Directives 84/532/CEE i 95/027/CE.

Modificat per:

- **OM de 29 de març de 1996** (BOE de 12 d'abril) sobre potència acústica. Modifica l'annex I.
- **RD 1630/1995, de 29 de desembre** (BOE de 9 de febrer de 1993) disposicions per a la lliure circulació de productes de construcció. En aplicació de la Directiva 89/106/CEE.

Modificat per:

- **RD 1328/1995, de 28 de juliol** (BOE de 19 d'agost). En aplicació de la Directiva 93/068/CE.

Complementat per:

- **OM de 1 d'agost de 1995** (BOE de 10 d'agost). Creació d'una Comissió interministerial.

14.2 Característiques dels elements i materials de seguretat

Totes les peces de vestir del personal o elements de protecció col·lectiva tindran fixat un termini de vida útil, no podent-se utilitzar un cop aquest hagi finalitzat.

Quan per les circumstàncies del treball es produeixi un deteriorament més ràpid en una determinada vestimenta o equip, es canviarà per un de nou, independentment de la durada prevista.

Tota vestimenta o equip de protecció que hagi sofert un tractament límit, és a dir, el màxim pel que va ser concebut serà desestimat i reposat immediatament.

Totes aquelles vestimentes que pel seu ús tinguin més amplades o toleràncies de les admeses pel fabricant, seran reposades immediatament.

L'ús de les peces de vestir o equip de protecció mai representarà un risc en si mateix.

14.2.1 Proteccions personals

Tot element de protecció personal s'ajustarà a les normes d'homologació del Ministeri de Treball (O.M. 17.5.84) (B.O.E. 29.5.74), sempre que existeixi en el mercat.

Normes Tècniques Reglamentàries sobre homologació de mitjans de protecció del Ministeri de Treball.

MT-1 Cascs de seguretat no metàl·lics. BOE. 30.12.74

MT-2 Proteccions auditives. BOE. 1.9.75

MT-4 Guants aïllants de l'electricitat. B.O.E. 3.9.75

MT-5 Calçat de seguretat contra riscos mecànics. B.O.E. 12.2.80

MT-7 Adaptadors facials. B.E. 6.9.75

MT-13 Cinturons de subjecció. BOE. 2.9.77

MT-16 Ulleres de muntura universal per a protecció contra impactes.

MT-17 Oculars de protecció contra impactes. BOE. 7.2.79

MT-21 Cinturons de suspensió. BOE. 16.3.81

MT-25 Plantilles de protecció davant riscos de perforació. BOE. 13.10.81

MT-26 Aïllament de seguretat de les eines manuals, en treballs elèctrics de baixa tensió.
B.O.E. 10.10.81

MT-27 Bota impermeable a l'aigua i a la humitat. B.O.E. 22.12.81

En els casos en què no existeixi Norma d'Homologació oficial, seran de qualitat adequada a les seves prestacions.

14.2.2 Proteccions col·lectives

En absència d'homologació específica per organisme de l'Administració especialitzat, les proteccions col·lectives i resguards de seguretat en talls, màquines i utensilis, s'ajustaran als criteris habituals adoptats al respecte per la comissió de seguretat de SEOPAN i les pràctiques més comuns, especificades en el Pla de Seguretat i Salut del Projecte d'Execució de l'obra.

- Tanques autònomes de limitació i protecció: tindran com a mínim 90cm d'alçada, essent construïdes a base de tubs metàl·lics.
- Tanques fixes: tindran una alçada mínima de 1.80m, essent 1m de xapa galvanitzada. L'esmentat tancat delimitarà tota l'obra.
- Baranes: les baranes envoltaran el contorn de la coberta una cop executada.
- Xarxes perimetrals: la protecció dels riscos de caiguda al buit per la vora perimetral es farà mitjançant la utilització de pescants de tipus força.
- Xarxes verticals: en proteccions verticals.
- Malla: els buits interiors es protegiran amb malla de resistència adequada.
- Cables de subjecció del cinturó de seguretat i els seus ancoratges: hauran de tenir la suficient resistència per a suportar els esforços a què poden veure's sotmesos d'acord amb la seva funció protectora.

- Escales a mà: hauran de portar sabates antilliscants.
- Extintors: hauran de ser de pols polivalent. S'hauran de revisar periòdicament.
- Senyals de trànsit i seguretat. Estaran d'acord amb la normativa vigent.

14.3 Obligacions de les parts implicades

És d'obligat compliment incloure el present Estudi de Seguretat i Salut com a document adjunt del Projecte d'Obra procedint al seu visat en el Col·legi Professional i Organisme competent.

L'Empresa constructora està obligada a complir les directrius contingudes en el futur Pla de Seguretat i Salut a elaborar per part del contractista, amb els sistemes d'execució que la mateixa vulgui usar. El Pla de Seguretat i Salut tindrà l'aprovació del Coordinador de seguretat, la qual serà prèvia a l'inici de l'obra. Els mitjans de protecció personal estaran homologats per organismes competents; en el cas de no existir aquests en el mercat, s'utilitzaran els més adequats sota el criteri del Comitè de Seguretat i Salut, amb el vist-i-plau del Coordinador.

Per últim, l'Empresa constructora verificarà les estipulacions preventives del Pla de Seguretat i Salut, responant solidàriament dels danys que es derivin de la infracció del mateix per la seva part o dels possibles subcontractistes i treballadors.

En cada centre de treball de les obres on s'apliqui el present Pla de Seguretat i Salut hi haurà un Llibre d'Incidències. Quan s'hagi fet una anotació en el Llibre d'incidències, el contractista o Constructor estarà obligat a remetre en el plaça de 24h cada una de les còpies als destinataris previstos.

15. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

15.1 Comitè de Seguretat i Salut

Es constituirà a l'obra un Comitè de Seguretat i Salut format per:

- Un tècnic qualificat en matèries de Seguretat, representant de l'empresa.
- Dos treballadors que pertanyin a les categories professionals o oficis que intervinguin al llarg de l'execució de l'obra.
- Un vigilant de seguretat escollit pels seus coneixements i competència professional en matèries de seguretat.

Seràn funcions del comitè:

- Reunió un cop al mes com a mínim, de la que es farà la corresponent acta.
- Encarregar-se del control i vigilància de les Normes de Seguretat i Salut esmentades en aquest estudi i les seves alternatives.
- Comunicar a la Direcció Facultativa les anomalies que s'observin.
- Estudiar les causes dels possibles accidents, per coneixement de l'Empresa Constructora.

Seràn funcions del vigilant de seguretat:

- Ser el membre del Comitè, que delegat per ell mateix, vigili les normes de seguretat establertes pel Comitè.
- Informar el Comitè de les anomalies. Es programarà la via de facultats per a fer complir la normativa.
- Tindrà com a mínim la categoria d'oficial i una antiguitat mínima en l'empresa de dos anys.

15.2 Documents de Seguretat i Salut a l'obra

- Comunicació d'inici dels treballs.
- Llibre de matrícules: on s'inscriuen els treballadors quan s'incorporen a l'obra.
- Llibre de visites de la Inspecció de Treball.
- Nomenament del Vigilant de Seguretat.
- Acta de constitució del Comitè de Seguretat i Salut.
- Un exemplar de la Ordenanza General de Seguridad y Higiene en el Trabajo.
- Un exemplar de la Ordenanza Laboral de la Construcción.

- Normes de seguretat de règim intern.
- Pla de Seguretat i Salut aprovat per la Direcció Facultativa.
- Llibre d'incidències.
- Part d'accident.

15.3 Índexs de control

Es portaran a terme cada mes un conjunt d'índexs, portant-ne un control estadístic amb gràfics de dent de serra. S'inclourà en l'acta del Comitè de Seguretat.

15.3.1 Índex d'incidències

$$II = \frac{N^{\circ} \text{ accidents amb baixa}}{N^{\circ} \text{ treballadors}} \cdot 10^2$$

15.3.2 Índex de freqüència

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ accidents amb baixa}}{N^{\circ} \text{ hores treballades}} \cdot 10^6$$

15.3.3 Índex de gravetat

$$IG = \frac{N^{\circ} \text{ jornades perdudes per baixa}}{N^{\circ} \text{ hores treballades}} \cdot 10^3$$

15.3.4 Durada mitjana de la incapacitat

$$DM = \frac{N^{\circ} \text{ jornades perdudes per baixa}}{N^{\circ} \text{ accidents amb baixa}}$$

15.4 Comunicats de mancances

Es respectarà qualsevol model normalitzat que aportï l'empresa, sempre i quan tingui en compte les dades següents.

15.4.1 Part d'accident

- Identificació de l'obra.
- Hora, dia, mes i any en què s'ha produït l'accidentat.
- Llocs dels fets i causes.
- Importància dels fets.
- Lloc, persona i forma de la primera cura.
- Lloc de trasllat per segona cura i/o hospitalització.
- Relació de testimonis. Nom i versions.

15.4.2 Part de deficiències

- Identificació de l'obra.
- Data i lloc de l'observació.
- Informe de mancances.
- Estudi de millores.

15.5 Assegurança de responsabilitat i tot risc

Els tècnics responsables disposaran d'una assegurança de cobertura en matèria de responsabilitat civil professional.

El contractista disposarà de cobertura de responsabilitat civil en l'exercici de la seva activitat industrial, cobrint el risc inherent a la seva activitat com a constructor per:

- Fets nascuts de culpa i/o negligència, imputables al mateix o a per persones per les quals ha de respondre.
- Danys a terceres persones de les que pugui resultar responsabilitat civil extracontractual al seu càrrec.

S'entén que aquesta responsabilitat civil haurà d'ésser ampliada al camp de la responsabilitat civil patronal.

El contractista està obligat a la contractació d'una assegurança en la modalitat de tot risc a la construcció durant el termini d'execució de l'obra, amb l'ampliació a un període de garantia d'un any, comptat a partir de la data de recepció definitiva de l'obra.

15.6 Normes per certificació dels elements de seguretat

La constructora estendrà una vegada més la valoració de les partides que, en matèria de Seguretat es realitzin a l'obra. La valoració serà visada per la Direcció Facultativa i solament amb la seva aprovació serà abonada per la propietat, que ho farà conforme s'estipuli en el contracte de l'obra.

Aquesta valoració no inclourà:

- Obres provisionals incloses al pressupost d'obra civil.
- Medis auxiliars sense els quals l'obra no podria ésser realitzada.
- Oficina de la constructora i magatzem d'eines que formin part de l'oferta global.

En el cas d'executar-se unitats d'obra no previstes en el pressupost contractat, es definiran total i correctament, i se'ls adjudicarà el preu corresponent, que serà abonat en les condicions esmentades en el primer paràgraf. En cas de plantejar-se una revisió de preus, el Contractista realitzarà la proposta a la Propietat, amb l'aprovació prèvia de la Direcció Facultativa.

C.3 Plànols

ÍNDEX DE PLÀNOLS

- Plànol núm. 1: Plànol de situació.

C.4 Pressupost

16. PRESSUPOST SEGURETAT I SALUT.**16.1 Proteccions Col·lectives.**

Codi		Descripció Proteccions Col·lectives	Unitats	Cost Unitari	Cost total
1.1	Utat.	Anclatges especials per ancorar cinturons de seguretat. Segons especificacions en el ple de condicions.	5	9,10	45,5
1.2	m	Cables fiadors per a cinturons de seguretat.	5	20,30	101,5
1.3	m	Cordes fiadores per a cinturons de seguretat	5	18,00	90
1.4	Utat.	Eslingues de seguretat	5	121,30	606,5
1.5	Utat.	Extintors d'incendis tipus pols ABC (7Kg).	3	93,00	279
1.6	m	Lloguer de tanca metàl·lica per a ballat de l'obra amb tots els seus components	200	4,20	840
Total Article					1.962,50

16.2 Equips de protecció individuals.

Codi		Descripció Equips de protecció individuals	Unitats	Cost Unitari	Cost total
2.1	Utat.	Botes d'aigua de seguretat de goma o material plàstic sintètic impermeable.	5	33,00	165
2.2	Utat.	Cascs de seguretat classe N.	10	10,87	108,7
2.3	Utat.	Cinturons de seguretat contra caigudes.	5	57,00	285
2.4	Utat.	Impermeables per a inclemències meteorològiques.	10	8,00	80
2.5	Utat.	Lliscadors tipus paracaigudes, per a cinturons de seguretat.	5	39,00	195
2.6	Utat.	Filtres per a radiacions d'arc voltaic. Ulleres de soldador.	5	9,00	45
2.7	Utat.	Protecció respiratòria reutilitzable tipus mascareta.	5	3,11	15,55
2.8	Utat.	Roba de treball de cotó.	10	39,00	390
2.9	Utat.	Sabates de seguretat amb puntera reforçada, sola antilliscant.	10	30,80	308
Total Article					1.592,25

16.3 Senyalització de l'obra.

Codi		Descripció de la senyalització de l'obra	Unitats	Cost Unitari	Cost total
3.1	Utat	Senyalització d'advertència de risc de caiguda d'objectes per càrregues suspeses; fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	5	30,80	154,00
3.2	Utat	Senyalització d'advertència de risc d'incendis per acumulació de material inflamable; fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	3	30,80	92,40
3.3	Utat	Senyalització de prohibit fumar per ambient amb pols; fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	3	30,80	92,40
3.4	Utat	Senyalització de prohibit el pas al personal aliè a l'obra; fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	5	30,80	154,00
3.5	Utat	Senyalització de protecció del cap, fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	5	30,80	154,00
3.6	Utat	Senyalització de localització de primers auxilis, Señal de localización de primeros auxilios, fabricada amb material plàstic, segons característiques RD 486/97. Inclòs PP, de subministre, instal·lació, canvis de posició i retirada. Tamany mitjà.	2	30,80	61,60
Total Article					708,40

16.4 Senyalització de l'obra.

Codi		Descripció mitjans de medicina preventiva i primers auxilis	Unitats	Cost Unitari	Cost total
4.1	Utat.	Farmaciola de paret amb tots els seus desinfectants i antisèptics.	2	18,00	36,00
4.2	Utat.	Farmaciola portàtil.	2	13,00	26,00
4.3	Utat.	Joc de material sanitari: gasses, cotó, tirites, etc.	2	9	18,00
Total Article					80,00

16.5 Recursos preventius humans.

Codi		Descripció recursos preventius humans	Unitats	Cost Unitari	Cost total
5.1	h.	Coordinador de seguretat i salut independent.	135	75,00	10.125,00
5.2	h.	Encarregat de Seguretat, amb nivell auxiliar tècnic d'obra, especialista en la matèria.	300	40,00	12.000,00
5.3	h.	Tècnic de Seguretat i salut d'un Servei de Prevenció.	75	80,00	6.000,00
5.4	h.	Vigilant nocturn de seguretat de l'obra, sense armes (empresa de seguretat)	600	42,00	25.200,00
Total Article					53.325,00

RESUM DEL PRESSUPOST		Total (euros)
CODI 1	PROTECCIÓ COL·LECTIVA	1.926,50
CODI 2	EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL	1.592,25
CODI 3	SENYALITZACIÓ DE SEGURETAT DE L'OBRA	708,40
CODI 4	MEDICINA PREVENTIVA I PRIMERS AUXILIS	80,00
CODI 5	RECURSOS PREVENTIUS HUMANS	53.325,00
	TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL	57.668,15
	57.668,15 de costos generals (13%)	7.496,86
	57.668,15 de benefici industrial (6%)	3.460,09
	SUMA	68.625,10
	Impost IVA (16%) / 68.625,10	10.980,02
	TOTAL PRESSUPOST	79.605,11

El pressupost total final destinat a mesures preventives i correctores, amb la finalitat de pal·liar els riscos laborals i evitar accidents al personal de l'obra, ascendeix a la quantitat de setanta-nou mil sis-cents cinc euros amb onze centims

ANNEX D: CONTROL DE QUALITAT

1. INTRODUCCIÓ

EL codi Tècnic de l'Edificació (CTE) estableix les exigències bàsiques de qualitat que han de complir els edificis, incloses les seves instal·lacions, per satisfer els requisits bàsics de seguretat i habitabilitat.

El CTE determina, a més, que aquestes exigències bàsiques han de complir-se en el projecte, la construcció, el manteniment i la conservació dels edificis i les seves instal·lacions.

La comprovació del compliment d'aquestes exigències bàsiques es determina mitjançant una sèrie de controls: el control de recepció en obra dels productes, el control d'execució de l'obra i el control de l'obra acabada.

Es redacta el present Pla de control de qualitat com a annex del projecte, a fi de donar compliment a l'establert a l'Annex I de la part I del CTE, a l'apartat corresponent als Annexos de la Memòria, havent estat elaborat atenent a les prescripcions de la normativa d'aplicació vigent, a les característiques del projecte i a l'estipulat en el Plec de Condicions del present projecte.

Aquest annex del projecte no és un element substancial del mateix, ja que tot el seu contingut queda suficientment referenciat en el corresponent Plec de Condicions Tècniques Particulars del projecte.

Simplement és un document complementari, la missió del qual és servir d'ajuda al Director d'Execució de l'Obra per redactar el corresponent ESTUDI DE PROGRAMACIÓ DEL CONTROL DE QUALITAT DE L'OBRA, elaborat en funció del Pla d'Obra del constructor; on es quantifica, mitjançant la integració dels requisits del Plec amb els mesuraments del projecte, el nombre i tipus d'assaigs i proves a realitzar per part del laboratori acreditat, permetent-li obtenir la seva valoració econòmica.

El control de qualitat de les obres inclou:

- El control de recepció en obra dels productes.
- El control d'execució de l'obra.
- El control de l'obra acabada

Per això:

1. El Director de l'Execució de l'Obra recopilarà la documentació del control realitzat, verificant que és conforme a l'establert en el projecte, els seus annexos i les seves modificacions.
2. El Constructor recaptarà dels subministradors de productes i facilitarà al Director d'Obra i al Director de l'Execució de l'Obra la documentació dels productes anteriorment assenyalada, així com les seves instruccions d'ús i manteniment, i les garanties corresponents quan escaigui
3. La documentació de qualitat preparada pel Constructor sobre cadascuna de les unitats d'obra podrà servir, si així ho autoritzés el Director de l'Execució de l'Obra, com a part del control de qualitat de l'obra.

Una vegada finalitzada l'obra, la documentació del seguiment del control serà dipositada pel Director de l'Execució de l'Obra, en el Col·legi Professional corresponent o, si escau, en l'Administració Pública competent, que asseguri la seva tutela i es comprometi a emetre certificacions del seu contingut als qui acreditin un interès legítim.

2. CONTROL DE QUALITAT

2.1 Control de recepció en obra: Prescripcions sobre els materials

A l'apartat del Plec de Condicions del projecte, corresponent a les Prescripcions sobre els materials, s'estableixen les condicions de subministrament; recepció i control; conservació, emmagatzematge i manipulació, i recomanacions per al seu ús en obra, de tots aquells materials utilitzats en l'obra.

El control de recepció abastarà assaigs de comprovació sobre aquells productes als que així se'ls exigeixi en la reglamentació vigent, en el Plec del projecte o en el corresponent ESTUDI DE PROGRAMACIÓ DEL CONTROL DE QUALITAT DE L'OBRA. Aquest control s'efectuarà sobre el mostreig del producte, sotmetent-se a criteris d'acceptació i rebuig i adoptant-se les decisions allà determinades.

El Director d'Execució de l'Obra cursarà instruccions al Constructor perquè aporti els certificats de qualitat i el marcat CE dels productes, equips i sistemes que s'incorporin a l'obra.

2.2 Control de qualitat en l'execució: Prescripcions sobre l'execució per unitat d'obra

A l'apartat del Plec del projecte, corresponent a les Prescripcions sobre l'execució per unitat d'obra, s'enumeren les fases de l'execució de cada unitat d'obra.

Les unitats d'obra són executades a partir de materials (productes) que han passat el seu control de qualitat, per la qual cosa la qualitat dels components de la unitat d'obra queda acreditada pels documents que els avalen, no obstant això, la qualitat de les parts no garanteix la qualitat del producte final (unitat d'obra).

En aquest apartat del Pla de control de qualitat, s'estableixen les operacions de control mínimes a realitzar durant l'execució de cada unitat d'obra, per a cadascuna de les fases d'execució descrites en el Plec, així com les proves de servei a realitzar a càrrec i compte de l'empresa constructora o instal·ladora.

Per poder avalar la qualitat de les unitats d'obra, s'estableix, de manera orientativa, la freqüència mínima de control a realitzar, incloent els aspectes més rellevants per a la correcta execució de la unitat d'obra, a verificar per part del Director d'Execució de l'Obra durant el procés d'execució.

El Director d'Execució de l'Obra redactarà el corresponent ESTUDI DE PROGRAMACIÓ DEL CONTROL DE QUALITAT DE L'OBRA, d'acord amb les especificacions del projecte i el descrit en el present Pla de control de qualitat.

AML010 Esbrossada i neteja del terreny, profunditat mínima de 25 cm, amb mitjans mecànics, retirada dels materials excavats i càrrega a camió, sense incloure transport a l'abocador autoritzat

Fase 1: Replanteig previ:

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Distàncies relatives a llindes de parcel·la, serveis, servituds, fonamentacions i edificacions pròximes.	1 en general	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.

Fase 2: Retirada i disposició dels materials objecte d'esbrossada.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Profunditat	1 cada 1000 m ² i no menys de 1 per esplanada	· Inferior a 25 cm.

Fase 1: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència:

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Dimensions en planta, cotes de fons i cotes entre eixos.	1 per pou	· Errors superiors al 2,5‰. · Variacions superiors a ±100 mm
1.2	Distàncies relatives a llindes de parcel·la, serveis, servituds, fonamentacions i edificacions pròximes.	1 per pou	· Diferències respecte a les especificacions de projecte

Fase 2: Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Longitud, amplària i cota del fons de l'excavació.	1 per pou	· Variacions superiors a ±50 mm respecte a les especificacions de projecte.
2.2	Anivellació de l'excavació.	1 per pou	· Variacions no acumulatives de 50 mm en general.

2.3	Identificació de les característiques del terreny del fons de l'excavació.	1 per esplanada	· Diferències respecte a les especificacions de l'estudi geotècnic.
2.4	Discontinuitats del terreny durant el tall de terres.	1 per pou	· Existència de lleties o restes d'edificacions.

Fase 3: Retirada de fons laterals a ma, amb extracció de les terres.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
3.1	Grau d'acabat en el refinament de fons i laterals.	1 per pou	· Variacions superiors a ± 50 mm respecte a les especificacions de projecte.

AML010b Excavació en rases per fonamentacions en terra d'argila semidura, amb mitjans mecànics, retirada dels materials excavats i càrrega a camió. 550,00 m³

Fase 1: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència:

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Dimensions en planta, cotes de fons i cotes entre eixos.	1 cada 20 m	· Errors superiors al 2,5‰. · Variacions superiors a ± 100 mm
1.2	Distàncies relatives a llinde de parcel·la, serveis, servituds, fonamentacions i edificacions pròximes.	1 per rasa	· Diferències respecte a les especificacions de projecte

Fase 2: Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Alçada de cada franja.	1 per rasa	· Variacions superiors a ± 50 mm respecte a les especificacions de projecte.
2.2	Cota del fons.	1 per rasa	· Variacions superiors a ± 50 mm respecte a les especificacions de projecte.
2.3	Anivellació de l'excavació.	1 per rasa	· Variacions no acumulatives de 50 mm en general.

2.4	Identificació de les característiques del terreny del fons de l'excavació.	1 per rasa	· Diferències respecte a les especificacions de l'estudi geotècnic.
2.5	Discontinuitats del terreny durant el tall de terres.	1 per rasa	· Existència de lleties o restes d'edificacions.

Fase 3: Refinat de fons i laterals a mà, amb extracció de terres.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
3.1	Grau d'acabat en el refinament de fons i laterals.	1 per rasa	· Variacions superiors a ± 50 mm respecte a les especificacions de projecte.

CSF010	Capa de formigó de neteja HL-150/B/20 fabricat en central i abocat amb cubilot, de 10 cm d'espessor.	115,20 m²
---------------	---	------------------

Fase 1: Replanteig.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Reconeixement del terreny, comprovant-se l'excavació, els estrats travessats, nivel freàtic, existència d'aigua i corrents subterranis.	1 cada 250 m² de superfície	· Diferències respecte a les especificacions de l'estudi geotècnic.

Fase 2: Abocament i compactació del formigó.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Gruix de la capa de formigó de neteja.	1 cada 250 m² de superfície	· Diferències respecte a les especificacions de projecte
2.2	Condicions d'abocament del formigó.	1 cada 250 m² de superfície	· Consistència de la pasterada en el moment de la descàrrega distinta de l'especificada en el projecte o que presenti principi d'adormiment. · Pasterades a les quals s'ha afegit aigua o una altra substància nociva no prevista en el projecte.

Fase 3: Coronació i enrasat del formigó.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
3.1	Rasant de la cara superior.	1 cada 250 m ² de superfície	· Inferior a 10 cm
3.2	Planitud.	1 cada 250 m ² de superfície	· Variacions superiors a ±16 mm, amidades amb regla de 2m.

Pilots i encepats de fonamentació de formigó armat		
CDX010	HA-25/B/20/IIa fabricat en central i abocada amb cubilot, acer UNE-EN 10080 B 400 S, quantia 50 kg/m³.	660,00 m³

Fase 1: Replanteig i traçat de les sabates i dels pilars o altres elements estructurals que es recolzin en les mateixes.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Distàncies entre els eixos de sabates i suports.	1 per eix	· Fora de les toleràncies entre eixos reals i de replanteig.
1.2	Dimensions en planta.	1 per sabata	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.

Fase 2: Col·locació de separadors i fixació de les armadures.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Disposició de les armadures.	1 per sabata i pilot	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.
2.2	Radi de doblat, disposició i longitud d'empalmaments i ancoratges.	1 per sabata i pilot	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.
2.3	Recobriments de les armadures.	1 per sabata	· Variacions superiors al 15%.
2.4	Separació de l'armadura inferior del fons.	1 per sabata	· Recobriment inferior a 5 cm.
2.5	Longitud d'ancoratge de les esperes dels suports.	1 per sabata	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.

Fase 3: Abocament i compactació del formigó.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
3.1	Neteja de l'excavació abans de formigonar.	1 per sabata	· Existència de restes de brutícia.
3.2	Cantell de la sabata.	1 cada 250 m² de superfície	· Insuficient per a garantir la longitud d'ancoratge de les barres en compressió que constitueixen les esperes dels suports.
3.3	Condicions d'abocament del formigó.	1 cada 250 m² de superfície	· Consistència de la pasterada en el moment de la descàrrega distinta de l'especificada en el projecte o que presenti principi d'adormiment. · Pasterades a les quals s'ha afegit aigua o una altra substància nociva no prevista en el projecte.

Fase 4: Coronació i enrasat de fonaments.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
4.1	Rasant de la cara superior.	1 cada 250 m² de superfície	Diferències respecte a les especificacions de rojecte.
4.2	Planitud.	1 cada 250 m² de superfície	· Variacions superiors a ± 16 mm, amidades amb regla de 2m.

Fase 5: Control de Qualitat

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
5.1	Mètode aplicat, de control d'integritat de pilots mitjançant ultrasons.	1 per cada pilot.	· Diferències respecte a les especificacions de projecte. diferències en longitud de pilot respecte la projectada.

EA330U020	Acer S275JR i acer corten S355JWP per a estructures i reforços en perfils laminats o planxa, amb una capa d'emprimació antioxidant i pintat amb una capa intermèdia i dues capes d'acabat, col·locat a l'obra, inclòs elements de fixació i soldadures.	52.592,55 Kg
------------------	--	---------------------

Fase 1: Replanteig i marcat dels eixos.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Situació	1 cada 10 suports	· Variacions superiors a ± 3 mm en distàncies a eixos de fins a 3 m. · Variacions superiors a ± 4 mm en distàncies a eixos de fins a 6 m. · Variacions superiors a ± 6 mm en distàncies a eixos de fins a 15 m.

Fase 2: Col·locació i fixació provisional del suport.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Longitud del suport.	1 cada 10 suports	· Variacions superiors a ± 3 mm en distàncies a eixos de fins a 3 m. · Variacions superiors a ± 4 mm en distàncies a eixos de fins a 4 m.
2.2	Dimensions de les xapes de cap i de base.	1 cada 10 suports	· Gruix inferior a l'especificat en el projecte.
2.3	Vol de les xapes de cap i de base.	1 cada 10 suports	· Variacions superiors a 5 mm per defecte.

Fase 3: Aplomat i anivellació.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
3.1	Posició i anivellació de les xapes.	1 cada 10 suports	· Excentricitat entre placa i suport superior a 5 mm. · Manca d'anivellament
3.2	Aplomat del conjunt.	1 cada 10 suports	· Desplom superior a 1 mm/m.

Fase 4: Execució de les unions.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
4.1	Radiografies de Soldadures	complet	· Cordó discontinu. · Defectes aparents, mossegades o esquerdes. · Variacions en el gruix superiors a $\pm 0,5$ mm.

EB15	Barana d'acer inoxidable austenític de designació AISI 304, amb passamà, travesser inferior, muntants cada 75 cm i brèndoles cada 10 cm, de 95 cm d'alçària, fixada mecànicament a l'obra amb tac d'acer, volandera i femella.		192,00 m
------	--	--	----------

Fase 1: Aplomat i anivellació.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Aplomat i anivellació.	1 per planta en cada barana diferent	· Variacions superiors a ± 5 mm.
1.2	Alçada i composició.	1 cada 15 m	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.

Fase 2: Aplomat i anivellació.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
2.1	Unions soldades.	1 per planta en cada barana diferent	· Defectes aparents, mossegades o esquerdes.

GRA010a	Transport de residus inerts de formigó produïts en obres de construcció i/o demolició, amb contenidor de 1,5 m³, a abocador específic, instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra o centre de valorització o eliminació de residus.	1,00 Utat
---------	--	-----------

GRA010b	Transport de residus inerts plàstics produïts en obres de construcció i/o demolició, amb contenidor de 1,5 m³, a abocador específic, instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra o centre de valorització o eliminació de residus.	1,00 Utat
---------	--	-----------

GRA010c	Transport de residus inerts de paper i cartó, produïts en obres de construcció i/o demolició, amb contenidor de 1,5 m³, a abocador específic, instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra o centre de valorització o eliminació de residus.	1,00 Utat
GRA010d	Transport de residus inerts de fusta produïts en obres de construcció i/o demolició, amb contenidor de 1,5 m³, a abocador específic, instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra o centre de valorització o eliminació de residus.	1,00 Utat
GRA010e	Transport de residus inerts metàl·lics produïts en obres de construcció i/o demolició, amb contenidor de 1,5 m³, a abocador específic, instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra o centre de valorització o eliminació de residus.	1,00 Utat

Fase 1: Càrrega a camió del contenidor.

	Verificacions	Nº de controls	Criteris de rebuig
1.1	Naturalesa dels residus.	1 per contenidor	· Diferències respecte a les especificacions de projecte.

2.3 Control de recepció de l'obra acabada: Prescripcions sobre verificacions a l'estructura acabat

A l'apartat del Plec del projecte corresponent a les Prescripcions sobre verificacions a l'edifici acabat s'estableixen les verificacions i proves de servei a realitzar per l'empresa constructora o instal·ladora, per comprovar les prestacions finals de l'edifici; sent al seu càrrec el cost de les mateixes.

Es realitzaran tant les proves finals de servei prescrites per la legislació aplicable, contingudes en el preceptiu ESTUDI DE PROGRAMACIÓ DEL CONTROL DE QUALITAT DE L'OBRA redactat pel Director d'Execució de l'Obra, com les indicades en el Plec de Prescripcions Tècniques del projecte i les que pugués ordenar la Direcció facultativa durant el transcurs de l'obra.

3. VALORACIÓ ECONÒMICA

Atenent a l'establert en l'Art. 11 de la LLOI, és obligació del constructor executar l'obra amb subjecció del projecte, al contracte, a la legislació aplicable i a les instruccions del director d'obra i del director de l'execució de l'obra a fi d'aconseguir la qualitat exigida en el projecte, acreditant mitjançant l'aportació de certificats, resultats de proves de servei, assaigs o altres documents, aquesta qualitat exigida.

El cost de tot això és a càrrec i compte del constructor, sense que sigui necessari pressupostar-ho de manera diferenciada i específica en el capítol "Control de qualitat i assaigs" del pressupost d'execució material del projecte.

A continuació és detalla el capítol control de qualitat i Assaigs del pressupost d'execució material (PEM).

Nº	Utat	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
1	Utat	Assaigs de sòl seleccionat. Assaigs a laboratori: Proctor Modificat. Assaigs "in situ": densitat i humitat; placa de càrrega.	1,00	276,31	276,31
2	Utat	Assaig sobre una mostra de barres d'acer corrugat d'un mateix lot, amb determinació de: secció mitja equivalent, característiques geomètriques del corrugat, doblat/desdoblat.	1,00	88,61	88,61
3	Utat	Assaig sobre una mostra de barres d'acer corrugat de cada diàmetre, amb determinació de característiques mecàniques.	1,00	56,63	56,63
4	Utat	Assaig sobre una mostra de formigó amb determinació de: consistència del formigó fresc mitjançant el mètode d'assentament del con d'Abrams.	1,00	14,71	14,71
5	Utat	Assaig sobre una mostra de formigó amb determinació de: consistència del formigó fresc mitjançant el mètode d'assentament del con d'Abrams i resistència característica a compressió del formigó endurit mitjançant control estadístic amb fabricació de sis provetes, curat, escairament i ruptura a compressió.	1,00	96,39	96,39

6	Utat	Assaig sobre proveta testimoni de formigó endurit de 50 mm de diàmetre i 100 mm de longitud, prèviament extrets mitjançant sonda rotativa de fonamentació.	1,00	162,44	162,44
7	Utat	Informe de resultats de l'assaig a compressió sobre provetes testimoni extretes del formigó endurit.	1,00	164,44	164,44
8	Utat	Assaig destructiu sobre una mostra de perfil laminat, amb determinació de: límit elàstic aparent, resistència a tracció, mòdul d'elasticitat, allargament i estricció; doblat a 180°; índex de resiliència; geometria de la secció i desviació de la massa; anàlisi química d'una mostra d'acer, comprenent carboni, silici, fòsfor, sofre i manganès.	3,00	666,31	1998,93
9	Utat	Inspecció visual sobre una unió soldada.	4,00	66,92	267,68
10	Utat	Assaig no destructiu sobre una unió soldada, mitjançant partícules magnètiques.	4,00	37,92	151,68
11	Utat	Prova de càrrega.	1,00	3150,00	3150,00
				TOTAL	6427,82

ANNEX E: FOTOGRAFIES DE LA ZONA



Figura 1: Situació i emplaçament de les fotografies.

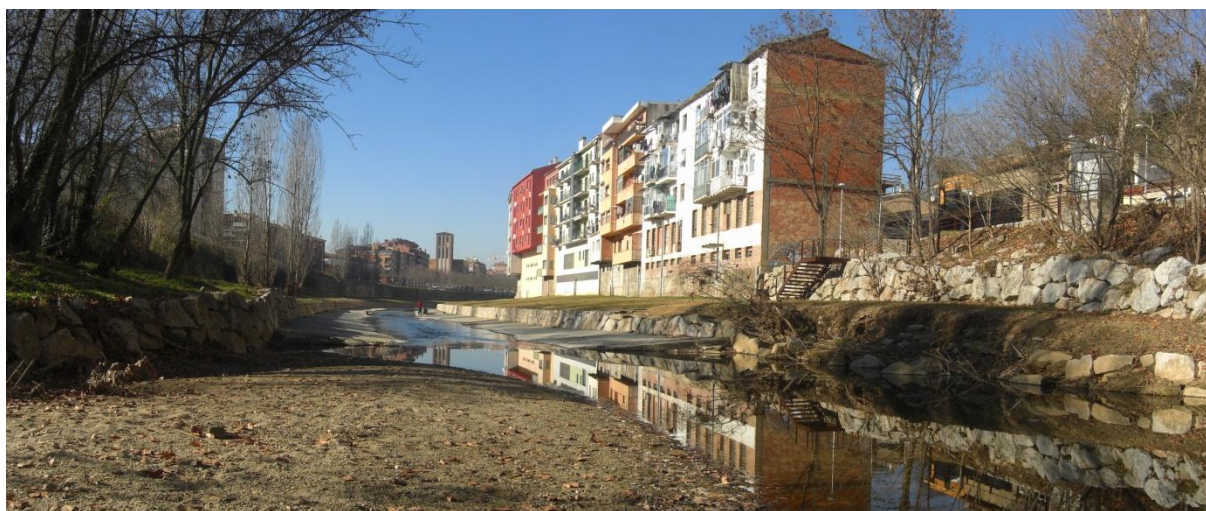


Figura 2: Vista Oest de la zona.



Figura 3: Vista Est de la zona.



Figura 4: Fotografia número 1 on es veu la baixada d'accés i la llera del riu.



Figura 5: Fotografia número 2 obtenida des del carrer del carme amb vistes al carrer Emili Grahit.



Figura 6: Fotografia número 3 obtenida des del llit del riu on es veu la zona del carrer del Carme i el mur d'escullera que s'ha de desmuntar per fer l'encep a la zona i posteriorment tornar a muntar.