

24.864

**Peritatge estructural de l'edifici de la plaça Imperial Tàrraco
Tarragona**

Clients: Diputació de Tarragona

INFORME

WM 24.864.01 Informe.doc

29 juliol de 2025

ÍNDEX

- 1 OBJECTE I ABAST**
- 2 ANTECEDENTS**
- 3 DOCUMENTACIÓ REBUDA**
- 4 CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA CONSTRUCCIÓ**
 - 4.1 Estructura
- 5 CONTEXT GEOTÈCNIC**
- 6 CAMPANYA D'INVESTIGACIÓ**
 - 6.1 Inspecció visual
 - 6.2 Cales
 - 6.3 Assaigs
- 7 ANÀLISI NUMÉRICA DELS ELEMENTS ESTRUCTURALS**
 - 7.1 Hipòtesis de partida
 - 7.2 Estats Límit
 - 7.3 Mètodes de càlcul
 - 7.4 Resultats
- 8 RECOMANACIONS I CONCLUSIÓ**
 - 8.1 Seguretat estructural
 - 8.2 Resistència al foc
 - 8.3 Durabilitat

ANNEXOS

MARC NORMATIU

SOFTWARE

ESTIMACIÓ ECONÒMICA

1 – PLA DE CALES

2 – INFORME SOCOTEC



1 OBJECTE I ABAST

El present informe té com a objecte documentar l'anàlisi de l'estructura de l'edifici d'oficines, situat a la plaça Imperial Tàrraco 6, de Tarragona.

En el moment de redacció del present document l'edifici està en desús. Al llarg de la seva vida en servei va tenir ús principal d'oficina bancària.

L'abast d'aquest informe consisteix en l'avaluació de l'estructura tant en el seu estat actual com en l'estat reformat. En el cas que ens ocupa, l'estat reformat no implica un augment de càrregues al mantenir-se el mateix ús i, per tant, no difereix de l'anàlisi en estat actual.

En el ben entès de que la futura utilització de la construcció passarà per la seva rehabilitació integral, s'han pres com a primeres referències, en termes generals, les instruccions vigents i els criteris de seguretat aplicables a construccions de nova planta.

En aquest sentit, s'introdueix també l'anàlisi particularitzada de la seguretat en cas d'incendi en base als estàndards més actuals.

Les conclusions d'aquest informe es basen en un coneixement limitat de l'estructura existent, en realitzar-se una inspecció visual amb cales limitades.

No forma part de l'abast del present document el desenvolupament de les actuacions necessàries a realitzar, si fos el cas, per a l'adequació de l'edifici al ús actual o reformat, ni l'anàlisi d'intervencions al mateix que suposin modificacions sobre l'estructura inicial o càrregues especials que no contemplin la normativa actual, que hauran de ser objecte de projectes d'adequació o intervenció específics.

2 ANTECEDENTS

Al mes de novembre de l'any 2024, **Windmill Structural Consultants S.L.P.** guanya un concurs proposat per la **Diputació de Tarragona** per a la realització dels treballs que documenta el present informe.

Es concreta l'acord de col·laboració entre la **Diputació de Tarragona** i **Windmill Structural Consultants, S.L.P.**, donant-se com a inici als treballs.

Addicionalment, els tècnics que sotaescriuen han realitzat les següents visites de reconeixement de la construcció:

- Es realitzen diverses visites d'inspecció visual durant el mes de març de 2025, per part de la sòcia Ada Samà i el cap de projecte Albert Martínez de **Windmill Structural Consultants, S.L.P.**, amb l'objectiu d'inspeccionar l'estructura existent i consensuar el pla de cales i assaigs a efectuar a l'immoble.
- Durant el mes d'abril i maig de 2025 es realitzen visites per part del cap de projecte Albert Martínez i el tècnic Christian Jiménez de **Windmill Structural Consultants, S.L.P.**, amb l'objectiu de fer un reconeixement més exhaustiu i presa de dades de les cales efectuades recollides al document WM 24.864.01 Pla de Cales (veure annex 1).

3 DOCUMENTACIÓ REBUDA

Entre la informació rebuda per aquesta part com a recolzament de les anàlisis que s'estenen als apartats posteriors, cal destacar la següent:

- Plànols i memòria del projecte original redactat per Salvador Ripoll Sahagún amb data de 1.972, facilitat per la Diputació de Tarragona en format .pdf.
Cal esmentar que l'estructura definida al projecte no es va construir, tot variant-se el sistema estructural.
- Plànols del projecte previst prèviament en l'edificació per part de BBVA facilitat per la Diputació de Tarragona.
- Núvol de punts, plantes i alçats en .dwg extrets per part de l'empresa Egartop.
- Assaigs de laboratori indicats al Pla de Cales per part de l'empresa Socotec. Veure annex 2.





Imatge 4-3. Façana principal [Google maps]

En el moment de redacció del present informe l'edifici, d'ús principal oficina bancària, està en desús.

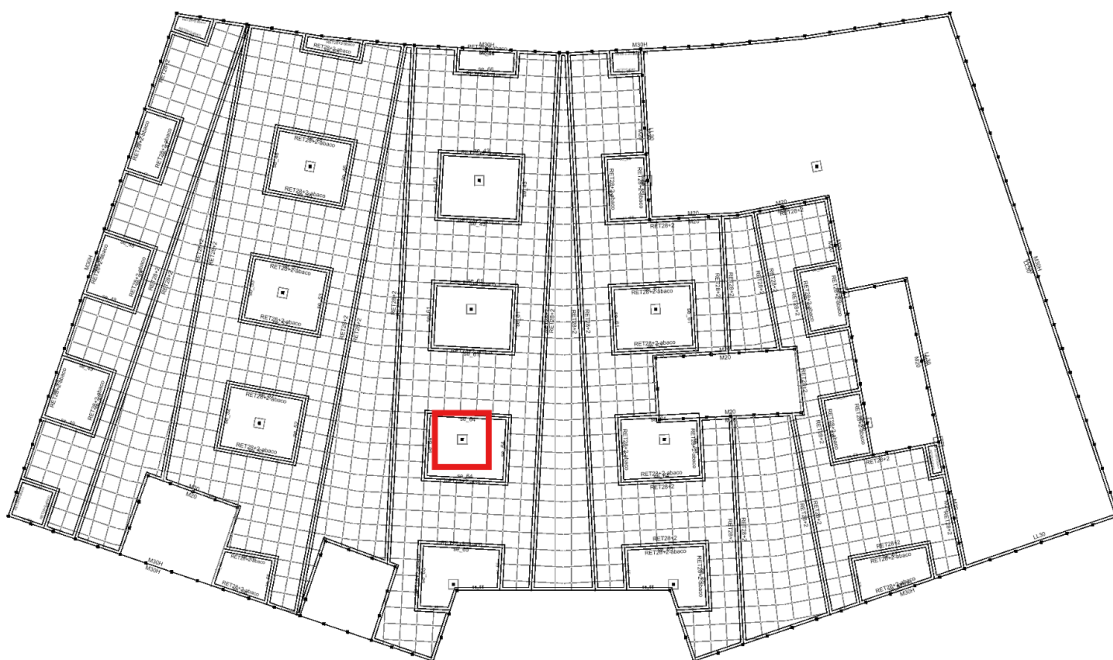
4.1 Estructura

Per tal de caracteritzar l'estructura, es realitza una campanya d'investigació en la que es contempla l'execució de diverses cales, concentrades al sostre de planta soterrani -2 (planta tipus sota rasant), sostre de planta baixa, sostre de planta segona (planta tipus sobre rasant) i sostre de planta sisena (coberta en estat reformat). En l'anàlisi numèrica s'especifiquen tots els punts analitzats.

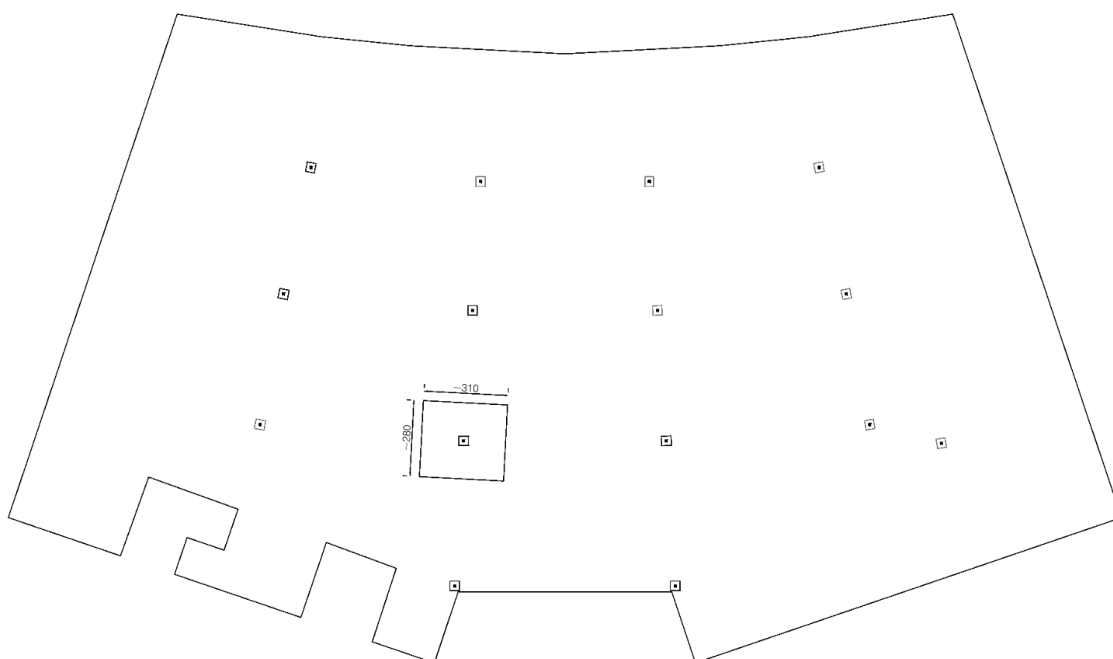
Així mateix, es retira part del fals sostre del sostre de planta tercera (planta tipus), per tal de poder portar a terme un replanteig de la geometria dels nervis i àbacs del forjat reticular.

4.1.1 Fonamentació

Es realitza una cala a la base d'un dels pilars metàl·lics per tal de caracteritzar la fonamentació existent. Es tracta d'una sabata aïllada de formigó en massa amb unes dimensions aproximades de 2,80x3,10 m. i un cantell aproximat de 1,75 m.. en la cata s'observa que la solera es resol amb una llosa massissa de 25 cm de gruix.



Imatge 4-4. Sabata de fonamentació caracteritzada [Windmill]



Imatge 4-5. Sabata de fonamentació caracteritzada [Windmill]



Imatge 4-6. Cala a la sabata de fonamentació [Windmill]

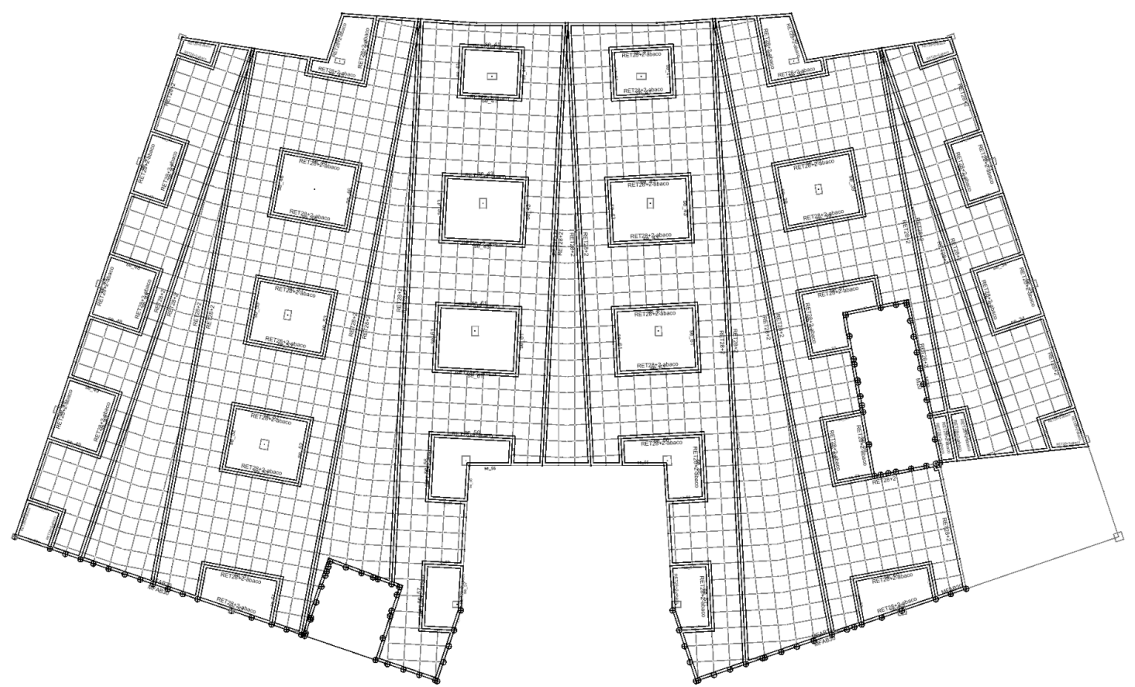
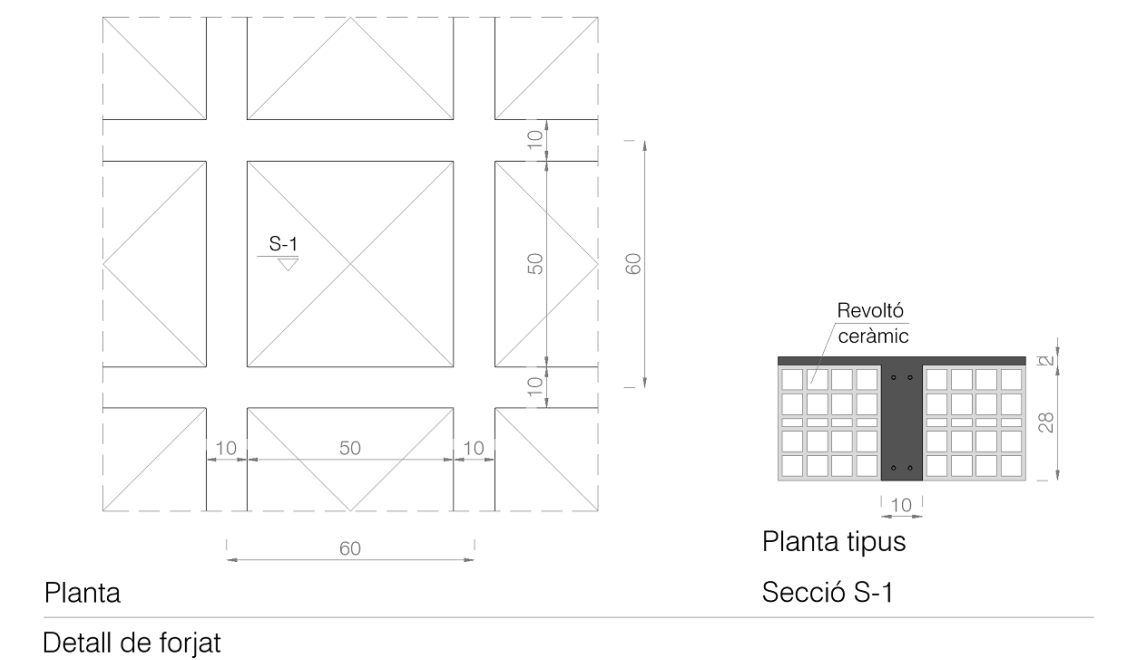
4.1.2 Estructura horitzontal

SOSTRE PLANTA SOTERRANI -3 – SOSTRE PLANTA 5a

L'estructura horitzontal de l'edificació està resolta amb un forjat reticular de cantell 28+2 cm. La llum dels forjats és variable, sent la llum màxima d'aproximadament 7,5 m.

L'ample de nervi és, de forma generalitzada, de 10 cm tot i que, en casos puntuals, degut a que el forjat no es resol en zones localitzades amb una quadrícula, si no que es va adaptant a la volumetria, augmenten parcialment de tamany. Els revoltos són 4 peces triangulars formant un quadrat de 50x50cm, sent l'intereix habitual de 60 cm.

D'acord a les cales efectuades, l'armat dels nervis es resol amb armat bàsic inferior, armat de reforç positiu i negatiu, estreps de muntatge, armat a tallant en zones localitzades i creuetes metàl·liques. Cal esmentar que en les cales efectuades, la capa de compressió no disposa d'armat.



Imatge 4-7. Planta tipus – Forjat reticular 28+2 cm [Windmill]

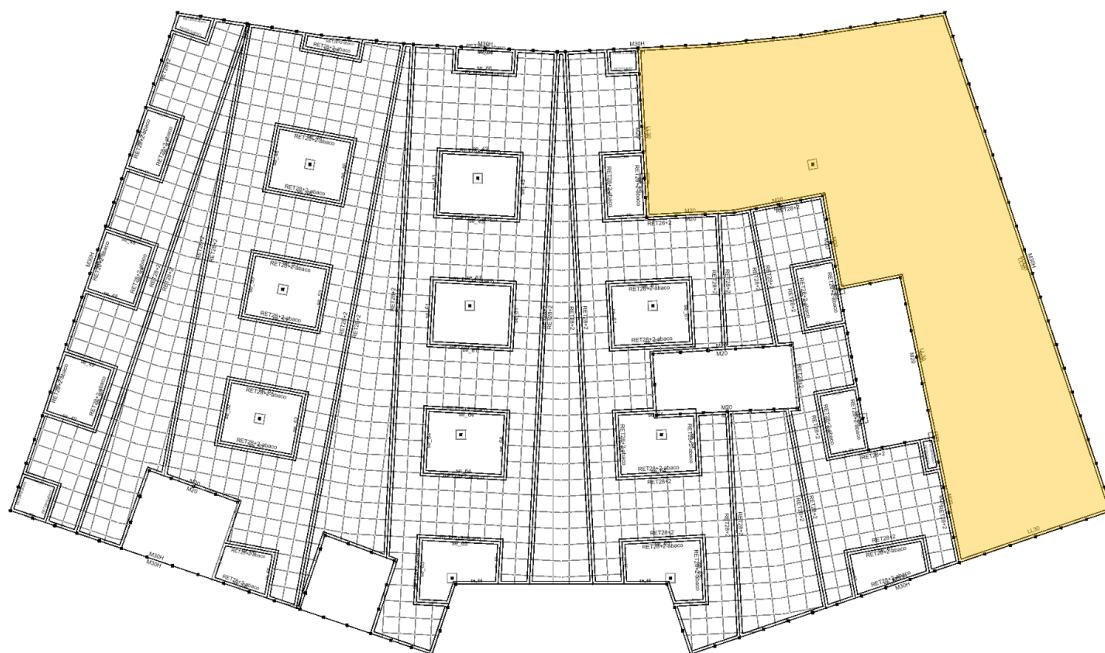


Imatge 4-8. Sostre planta soterrani -2 – Forjat reticular 28+2 cm [Windmill]



Imatge 4-9. Planta tipus (Sostre planta 3) – Forjat reticular 28+2 cm [Windmill]

Com a cas particular trobem, al sostre de planta soterrani -3, a la zona on es situen les caixes fortes de l'antic banc, un forjat de llosa massissa de 30 cm de cantell.



Imatge 4-10. Sostre de planta soterrani -3. Llosa massissa [Windmill]

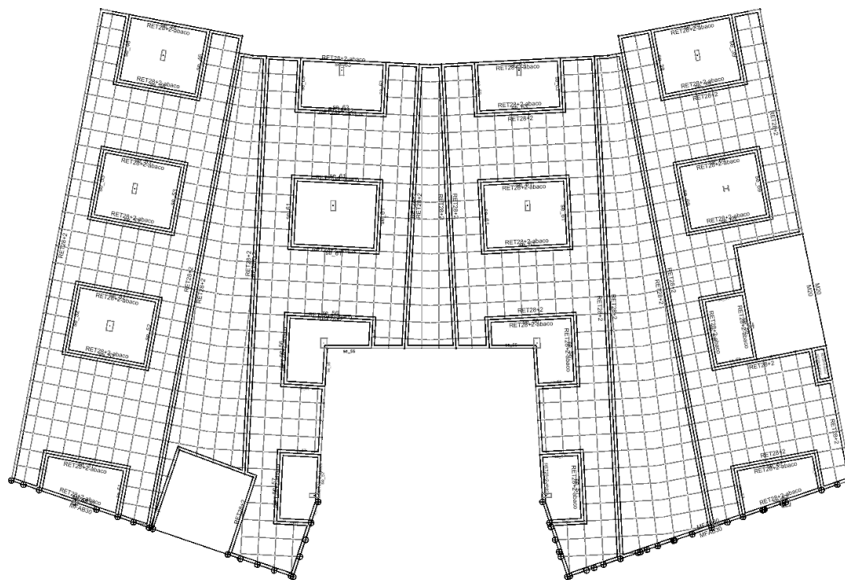


Imatge 4-11. Cala en sostre de planta soterrani -3. Llosa massissa [Windmill]

SOSTRE PLANTA SISENA (PLANTA COBERTA EN ESTAT REFORMAT)

En el sostre de planta sisena es disposa un forjat reticular de cantell 28+7 cm d'acord a les cales efectuades. Cal esmentar que la capa de compressió no disposa d'armat.

A continuació es mostra una imatge de la disposició de nervis i àbacs orientativa, efectuada en base a les dades obtingudes a la planta tipus.



Imatge 4-12. Planta coberta – Disposició orientativa [Windmill]

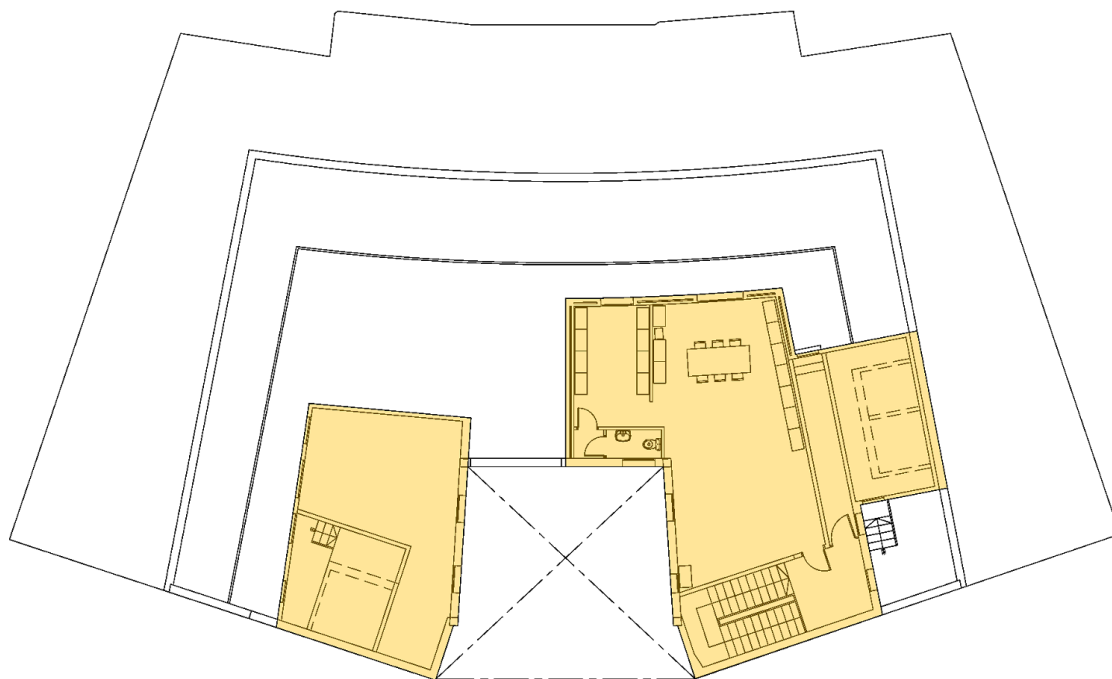


Imatge 4-13. Sostre planta sisena – Forjat reticular [Windmill]

PLANTA COBERTA

La planta coberta serà enderrocada en estat reformat, raó per la qual no s'ha caracteritzat el forjat ni considerat a efectes de càlcul.

L'extensió que ocupa és la següent:

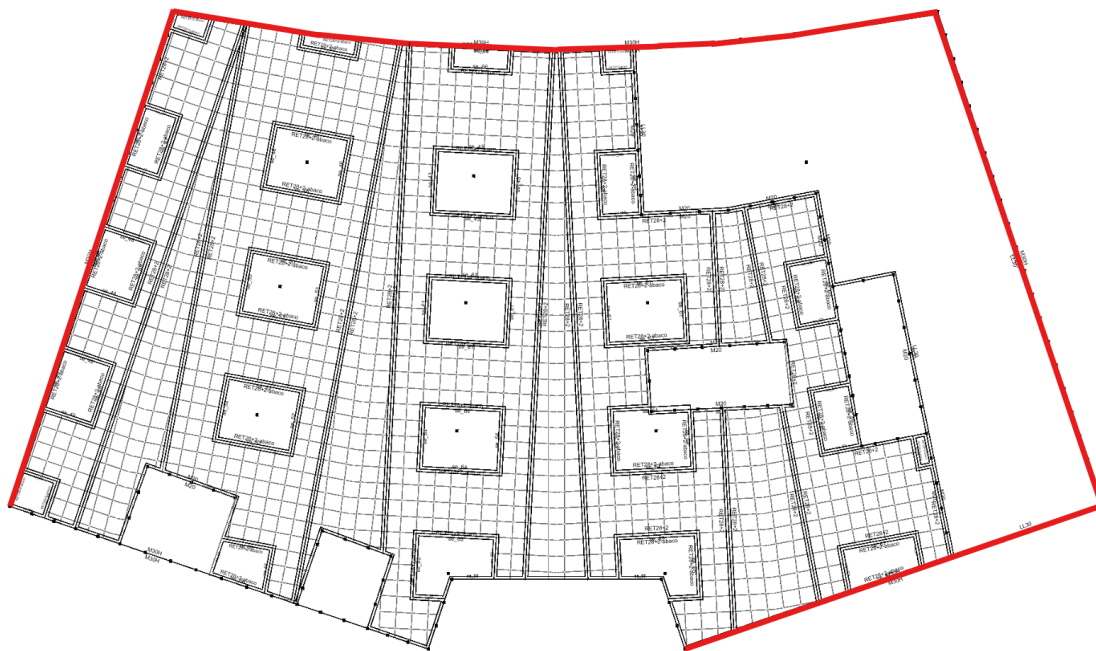


Imatge 4-14. Planta coberta [Windmill]

4.1.3 Estructura vertical

MURS DE CONTENCIÓ

En les plantes sota rasant es disposa un mur de contenció de formigó armat en tot el perímetre en contacte amb el terreny. No s'ha pogut constatar el gruix mitjançant una cala completa, havent-se efectuat cales puntuals en l'interior de l'immoble per caracteritzar la tipologia del mur i l'armat en la cara accessible.



Imatge 4-15. Murs de contenció – Plantes sota rasant [Windmill]



Imatge 4-16. Cala en mur de contenció – Planta sota rasant [Windmill]

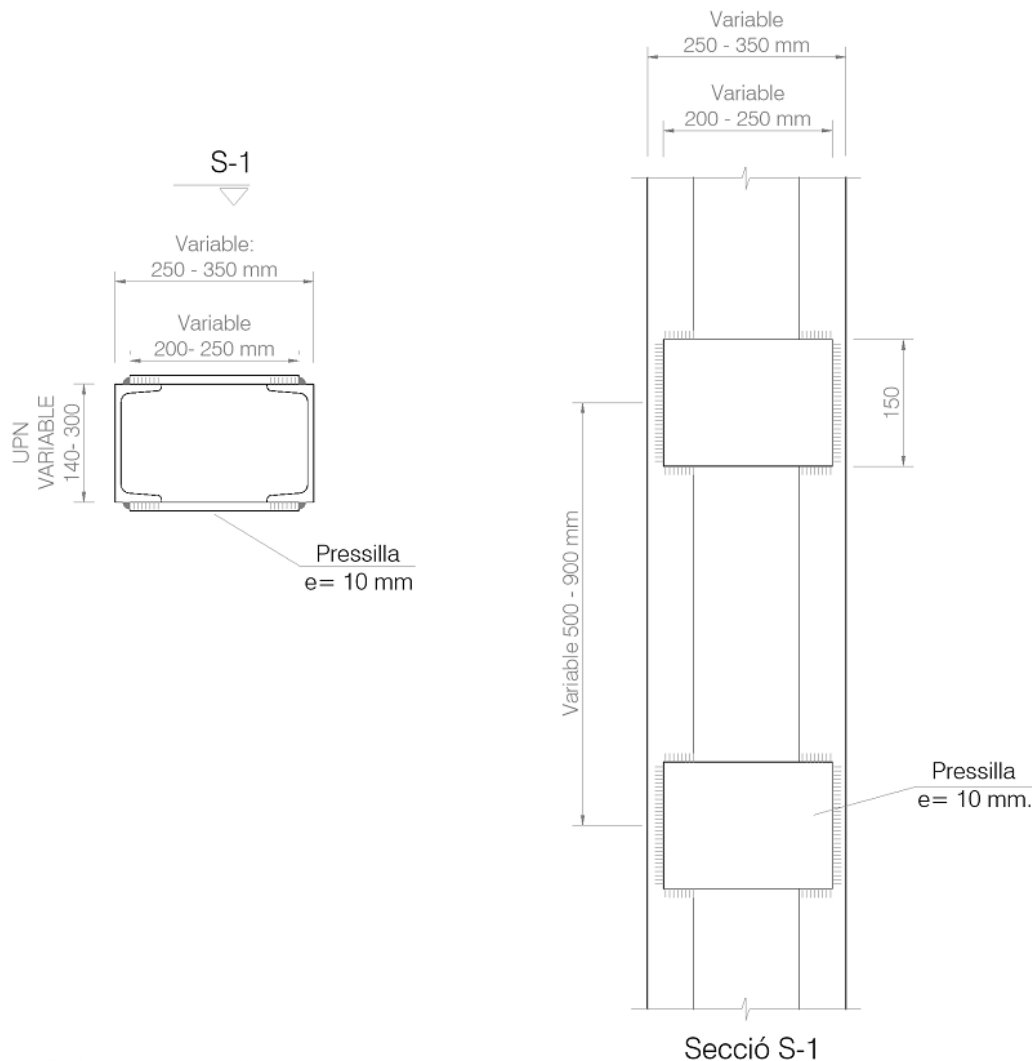
PILARS

L'estructura vertical es compon de pilars metàl·lics, concretament de 2 perfils UPN en calaix tancat separats a una distància variable depenent del cas. S'observa que els pilars disposen d'una platabanda d'unió que és contínua de la planta de fonamentació fins al sostre de planta primera i, sent en canvi el mètode d'unió mitjançant pressilles discontinües, de forma generalitzada, a la resta de plantes sobre rasant.

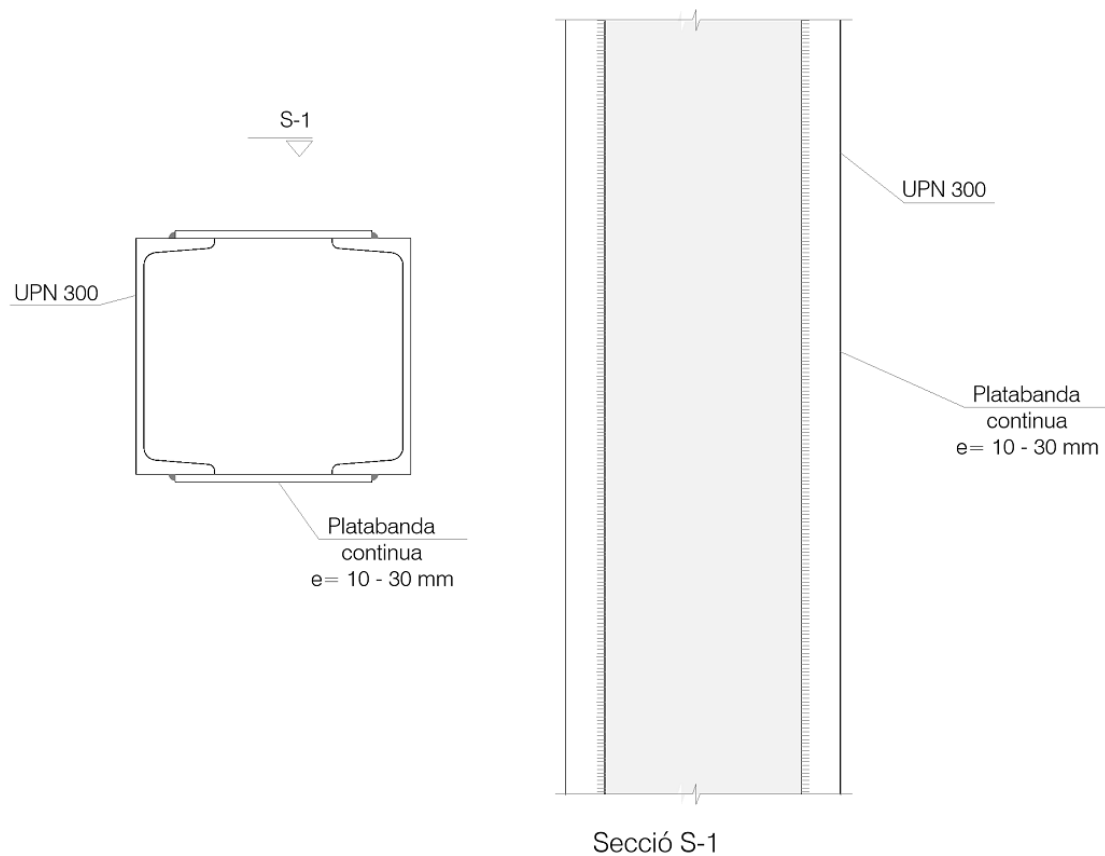
Cal esmentar que, de forma puntual, s'observen pilars reforçats a posterior, mitjançant la disposició de xapes per a la realització d'una platabanda contínua.

En planta soterrani tots els perfils són 2xUPN 300 amb platabandes contínues que varien de gruix de 10 a 30 mm i un ample total de 350 mm.

Aquests perfils es mantenen en la mateixa dimensió i característiques fins al sostre de planta primera, on algun dels pilars passen a ser 2 UPN amb pressilles discontinües. De planta segona en endavant tots passen a disposar pressilles discontinües i van disminuint la seva secció fins perfils 2xUPN 100, segons cales efectuades.



Detall de pressilla discontinua

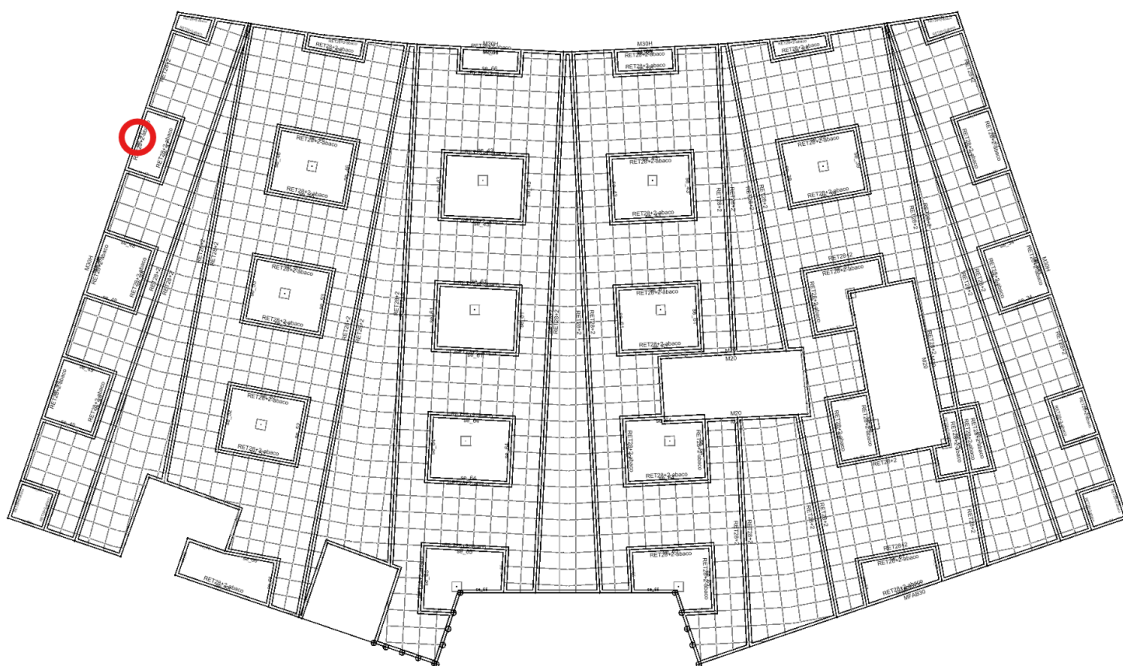


Detall de platabanda continua

El pilar de façana que s'ha descobert en planta baixa es compon de dos perfils 2xUPN 260 amb un ample de 250 mm i platabanda continua de 10 mm de gruix.

Entre els perfils metàl·lics de façana es disposen de pilars de formigó armat auxiliars per tal de donar recolzament a la façana.

En base a la cala executada al mur de contenció a la planta soterrani -2, es disposa de pilars de formigó armat embeguts que donen continuïtat als pilars metàl·lics fins a fonamentació. S'ha trobat un armat vertical interior de Ø20c/15 cm amb estreps de Ø6c/~32,5 cm en un ample aproximat de 70 cm coincident amb la posició del pilar metàl·lic de les plantes superiors.



Imatge 4-17. Sostre planta soterrani -2 – cala de pilar embegut en mur de contenció [Windmill]

5 CONTEXT GEOTÈCNIC

5.1 Classificació de l'obra segons el CTE

Els aspectes rellevants de l'informe als efectes de la informació geotècnica, segons el Código Técnico de la Edificación (CTE), són els següents:

- | | |
|--|----------------------|
| - Número de plantes de la construcció: | 11 |
| - Superfície total construïda: | ~7000 m ² |
| - Tipus de construcció: | C-3 |
| - Grup de terreny: | T-1 |

5.2 Campanya de investigació

L'estudi geotècnic en què es basa la redacció de l'informe ha estat elaborat per l'empresa **Windmill Structural Consultants S.L.**, recollit en el informe W 24.864.01 i emès el 20 de maig de 2025.

El referit treball ha quedat basat en la realització de dos sondeig i un penetròmetres del tipus D.P.S.H. (segons UNE-EN ISO 22476-2:2008), en una campanya de reconeixement portada a terme a març de 2025.

Amb el conjunt de prospeccions realitzades s'ha arribat a una profunditat màxima de 6 metres, comptats des de la superfície actual de la parcel·la i referits a la boca de cada prospecció.

5.3 Estratigrafia

A tenor de la informació continguda al referit treball, es distingeixen, analitzant el sòl de dalt a baix i fins la profunditat màxima investigada, els següents estrats:

- Un primer nivell de reblert de còdols de riu, graves, sorres i runes de construcció que no ha estat caracteritzat per la seva irrellevància als efectes del present projecte i la potència del qual és de 1,40m.
- Un segon i darrer nivell de substrat rocós. Lutites marró vermelloses amb nivells de gresos i graves de calcàries, en el què s'han obtingut índexs de cops, N_{spt} , que varien entre els 28 cops i rebuig.

5.4 Nivell freàtic

El nivell freàtic ha estat detectat a una profunditat de 1,80 metres respecte a la boca dels sondeigs.

5.5 Agressivitat química del sòl

No s'ha identificat la presència d'agents d'agressivitat química en base als paràmetres establerts en l'article 27 del Código Estructural.



5.6 Pressió d'expansivitat del sòl

No s'ha identificat la presència de sòls expansius.

5.7 Sismicitat i caracterització dinàmica del sòl

L'acceleració bàsica de l'emplaçament, als efectes de la instrucció Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, resulta igual a 0,04g.



6 CAMPANYA D'INVESTIGACIÓ

La campanya d'investigació i reconeixement de l'estructura s'ha fonamentat en la inspecció visual de l'estructura i la realització de cales i assaigs puntuals.

6.1 Inspecció visual

La inspecció visual general ha consistit en l'observació general dels elements estructurals de l'edifici i el seu estat de conservació.

6.2 Cales

Les cales han consistit bàsicament en les següents operacions:

- Realitzar cales completes en forjats per a caracteritzar les seccions dels elements estructurals, tipologia d'entrebigat i determinar la tipologia i el pes dels acabats existents.
- Realitzar cales en forjats per a descobrir l'armat disposat, tant per la part inferior per descobrir armat de moments positius com per la part superior per als negatius.
- Realitzar cales per a retirar els acabats disposats en els pilars metàl·lics i caracteritzar les dimensions i seccions.
- Inspeccionar l'aspecte intern dels murs de contenció, de manera que es pugui localitzar l'armat interior.
- Així com efectuar una cala en la fonamentació, per tal de reconèixer l'aspecte del llit de recolzament i les dimensions principals de la fonamentació analitzada.

NOTA: El conjunt de cales realitzades es pot consultar en l'Annex 1 del present informe.

6.3 Assaigs

Els assaigs han consistit bàsicament en les següents operacions:

- Assaig a una mostra d'acer laminat per a determinar les característiques mecàniques.
- Assaig de tracció a una proveta d'armadura passiva.
- Determinació de la profunditat de carbonatació in situ.
- Determinació de clorurs en una mostra de formigó.
- Assaig a compressió de provetes de formigó endurit.
- Extracció d'una mostra de morter i determinar si disposa d'amiant.

NOTA: El conjunt d'assaigs realitzats es pot consultar en l'Annex 1 i 2 del present informe.



7 ANÀLISI NUMÈRICA DELS ELEMENTS ESTRUCTURALS

El conjunt d'accions utilitzades en l'anàlisi dels elements integrants de l'estructura objecte d'estudi, han estat establertes en base a:

- Les característiques geomètriques del elements estructurals identificats en la inspecció visual i les cales realitzades.
- El pes propi i les sobrecàrregues d'ús s'han establert en base a la normativa vigent i en particular al Document Bàsic de Seguretat Estructural. Accions en l'edificació (DB-SE-AE) del Codi Tècnic en l'Edificació (CTE).

Les hipòtesis de càlcul utilitzades a l'anàlisi estructural presents en aquest informe, són les que s'estableixen en el Codi Tècnic de l'Edificació, pel disseny i càlcul d'estructures de nova construcció.

Per tant, els coeficients de seguretat aplicats al càlcul, que afecten tant als efectes de les accions com a la resistència dels materials, es corresponen amb valors establerts per a garantir un cert índex de fiabilitat, una certa probabilitat de fallada associada a aquest i una vida útil determinada.

Aquests valors, en el cas d'edificis d'ús principal administratiu (concretament d'oficina bancària), es corresponen amb una vida útil de 50 anys.

No obstant, en el peritatge d'estructures existents, no es pot realitzar una anàlisi quantitativa directa dels valors obtinguts al càlcul, sinó que han de ser contrastats amb la simptomatologia existent en l'edificació, havent de realitzar-se una avaluació quantitativa i qualitativa, és a dir, models de càlcul i realitat observada.

7.1 Hipòtesis de partida

7.1.1 Característiques dels materials

Durant la campanya d'investigació es determinen una sèrie d'assaigs a realitzar en el formigó i acer per tal de permetre l'anàlisi dels diferents elements que componen l'estructura.

Els resultats obtinguts permeten una anàlisi estadística i, per tant, en base a les dades recollides en els assaigs, s'extrapola a la resta de l'estructura.

A continuació s'estableixen les propietats dels materials a partir dels resultats obtinguts en els assaigs:



FORMIGÓ ARMAT

Els valors obtinguts en els assaigs són:

TESTIMONI NUM.	LOCALITZACIÓ	F _c , MPa	F _{cr} , MPa Majorat 10%
1	Forjat sostre Sot-2	19,0	21,1
2	Forjat sostre Sot-2	17,0	18,9
3	Forjat sostre Sot-2	17,9	19,9
4	Forjat sostre Planta 2a	19,1	21,2
5	Forjat sostre Planta 2a	19,2	21,3
6	Forjat sostre Planta 2a	23,8	26,4

Taula 7-1. Resultats assaig a compressió formigó [Socotec]

Estadísticament, s'obté un valor atípic de 26,4 N/mm², el qual no tenim en compte a l'hora d'obtenir la resistència característica indicada a continuació.

En base a la normativa UNE-EN 13791:2020, amb la que a partir dels resultats obtinguts als assaigs obtenim una resistència de:

- F_{ck} formigó: **18,40 N/mm²**

ACER CORRUGAT

S'extreu una mostra d'acer corrugat del sostre de la planta soterrani-2 per tal de realitzar l'assaig a tracció. El resultat obtingut és:

Límit elàstic 0,2% (R _p), N/mm ²	Resistència a tracció (R _m), N/mm ²	Allargament (A), %30 m/m
470,4	520,7	20,9

Taula 7-2. Resultats assaig a tracció [Socotec]

En base a l'assaig efectuat i la normativa en vigor en l'època de construcció de l'edifici, considerem que l'acer corrugat correspon a:

- Armadures: **L.E. 460**
- Límit elàstic f_{yk}: **460 N/mm²**



ACER LAMINAT

S'extreu una mostra d'acer laminat en un dels pilars de la planta sobreàtic per tal de realitzar l'assaig a tracció, l'anàlisi química i l'anàlisi microgràfic.

Els resultats obtinguts de l'assaig a tracció són:

Límit elàstic 0,2% (Rp), N/mm²	Resistència a tracció (Rm), N/mm²	Allargament (A), %30 m/m
384,7	470,4	21,2

Taula 7-3. Resultats assaig a tracció [Socotec]

D'acord a l'anàlisi efectuat i en base a la normativa en vigor en l'època de construcció de l'edifici, l'acer laminat correspon a:

- Acer laminat: **A42b**
- Límit elàstic: **260 N/mm²**
- Resistència a tracció: **470 N/mm²**

Cal esmentar que no s'ha considerat un acer A52b al ser la resistència a tracció mínima indicada en la normativa de 520 N/mm².

7.1.2 Accions de càlcul

El conjunt d'accions utilitzades a l'anàlisi dels elements integrants de l'estructura objecte d'estudi, han estat establertes en base a:

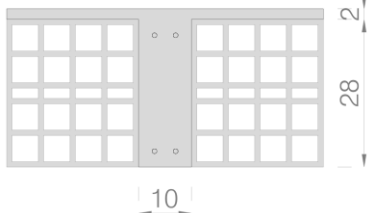
- Les característiques geomètriques dels elements estructurals identificats en la inspecció visual i les cales realitzades.
- El pes propi i les sobrecàrregues d'ús s'han establert en base a la normativa vigent i en particular al Document Bàsic de Seguretat Estructural. Accions en l'edificació (DB-SE-AE) del Codi Tècnic en l'Edificació (CTE)

ACCIONS PERMANENTS

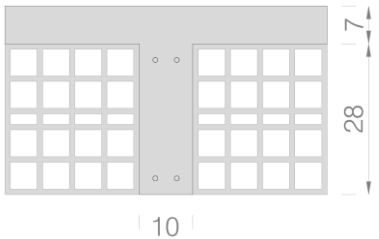
- Pesos específics de materials:

Formigó armat: 25,0 kN/m³

Pes propi forjat existent (reticular 28+2): 3,23 kN/m²

	Estimació del pes propi
	3,23 kN/m ²

Pes propi forjat existent (reticular 28+7): 4,48 kN/m²

	Estimació del pes propi 4,48 kN/m²
---	--

Càrrega permanent planta tipus: 2,50 kN/m²

Càrrega permanent coberta*: 5,00 kN/m²

* S'augmenta la càrrega permanent per a contemplar el pes d'instal·lacions en coberta. El sostre de planta sisena serà la coberta en estat reformat, doncs la planta 7a s'enderroca.

ACCIONS VARIABLES

Es consideren dins d'aquest grup les accions provocades per elements constructius els efectes dels quals presenten en el temps variacions rellevants als efectes de l'anàlisi de l'estructura:

- Sobrecàrregues d'ús d'acord a la normativa vigent:

Administratiu	2,0 kN/m ² *
Cobertes accessibles únicament per a manteniment	1,0 kN/m ²
Zones accessibles al públic	5,0 kN/m ²

*L'ús en zona d'evacuació és d'1kN/m² més, però no s'ha considerat en l'anàlisi donat que no es disposa dels plànols de recorregut d'evacuació en estat reformat.

- Vent:

Els efectes de l'acció del vent han estat considerats en dues direccions ortogonals, direccions que resulten coincidents amb l'orientació dels elements estructurals principals del projecte.

En compliment del que estableix el CTE, la intensitat de l'acció estàtica equivalent del vent sobre els paraments exposats ha estat calculada en base a la següent expressió:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_{p/s}$$

A on,

q_b és la pressió dinàmica del vent

C_e és el coeficient d'exposició

$C_{p/s}$ és el coeficient eòlic de pressió o succió, segons el cas



S'ha adoptat, simplificadament, un valor de pressió dinàmica del vent, q_b , de 0,52 kN/m².

Als efectes de determinar el coeficient d'exposició i els coeficients eòlics s'han tingut en compte les següent dades:

• Grau d'aspror:	I
• Alçada màxima de l'edificació:	~27 m
• Coeficient d'exposició:	3,7
• Coeficient de pressió (x y):	0,80 0,80
• Coeficient de succió (x y):	0,40 0,60

– Acció de neu:

Per a la determinació dels efectes de l'acció de la neu s'han tingut en compte les dues següent dades:

- Zona de clima hivernal: 2
- Alçada topogràfica: 20,00 m.s.n.m. (≤ 200 m.s.n.m.)

De les dues dades anteriors es dedueix una acció superficial sobre elements horitzontals o propers a l'horitzontalitat de 0,40 kN/m².

– Accions tèrmiques:

Donades les característiques i dimensions dels elements estructurals, no s'ha considerat necessària la introducció dels efectes de dilatació o contracció tèrmica en els models d'anàlisi estructural.



7.1.3 Coeficients de majoració d'accions

Als efectes de les verificacions dels Estats Límits, segons els criteris que es defineixen en l'apartat que detalla allò referent a aquestes verificacions, les accions s'han considerat afectades pels coeficients que es detallen a continuació:

En la verificació dels Estats Límits de Servei:

Tipus d'acció		Efecte favorable	Efecte desfavorable
γ_G	Permanent	1,00	1,00
γ_{G^*}	Permanent de valor no constant	1,00	1,00
γ_Q	Variable	0,00	1,00

Taula 7-4. Coeficients de majoració d'accions en l'estat límit de servei

En la verificació dels Estats Límits Últims:

Tipus d'acció		Situació Persistent o Transitòria		Situació Accidental	
		Efecte Favorable	Efecte Desfav.	Efecte Favorable	Efecte Desfav.
γ_G	Permanent	1,00	1,35	1,00	1,00
γ_{G^*}	Permanent de valor no constant	1,00	1,50	1,00	1,00
γ_Q	Variable	0,00	1,50	0,00	1,00
γ_A	Accidental	-	-	1,00	1,00

Taula 7-5. Coeficients de majoració d'accions en l'estat límit últim

7.1.4 Hipòtesi de càlcul

Els models d'anàlisi han inclòs totes les hipòtesis combinades de càlcul derivades dels criteris de combinació que es detallen seguidament:

7.1.4.1 Combinacions per l'anàlisi dels Estats Límits de Servei (ELS)

- Per a les situacions poc provables o característiques

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

- Per a les situacions poc freqüents

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



- Per a les situacions quasi-permanents

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

De totes aquelles combinacions en situació de servei que s'han tingut en compte a l'anàlisi objecte del present document, aquelles que han resultat més rellevants són:

$$\text{HIP_ELS} \quad 1,00 G_k + 1,00 Q_{k,1}$$

7.1.4.2 Combinacions per l'anàlisi dels Estats Límits Últims (ELU)

- Per a les situacions persistents o transitòries

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

- Per a les situacions accidentals

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Per a les situacions amb efectes sísmics

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

De totes aquelles combinacions en situació última que s'han tingut en compte a l'anàlisi objecte del present document, aquelles que han resultat més rellevants són:

$$\text{HIP_ELU} \quad 1,35 G_k + 1,50 Q_k$$

A on,

$G_{k,j}$ és el valor característic de les accions permanents

$G^*_{k,j}$ és el valor característic de les accions permanents de valor no constant

P_k és el valor característic de l'acció del pretensat

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ és el valor representatiu de les accions variables concomitants

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ és el valor representatiu freqüent de l'acció variable determinant

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ és el valor representatiu quasi-permanent de les accions variables

A_k és el valor característic de l'acció accidental

$A_{E,k}$ és el valor característic de l'acció sísmica



7.2 Estats Límit

Els elements estructurals que conformen l'estructura analitzada han estat dimensionats per a satisfer els següents estats límit:

ELS de deformació

En funció del que estableix l'apartat 4.3.3 del CTE, s'han verificat les fletxes dels pisos o sostres sota els criteris que es detallen tot seguit:

- Quan es considera la integritat de elements constructius, s'ha limitat la deformació produïda després de la seva construcció sota els efectes del valor característic de les accions als següents valors:
 - 1/500 de la distància entre suports en tancaments i/o paviments fràgils.
 - 1/400 de la distància entre suports en tancaments i/o paviments ordinaris.
 - 1/300 de la distància entre suports en la resta de casos.
- Quan es considera el confort dels usuaris, s'ha limitat la deformació produïda pel valor característic de les accions de curta durada al 1/350 de la distància entre suports.
- Quan es considera l'aparença de l'obra, s'ha limitat la deformació produïda per l'efecte de les accions en les situacions quasi permanents al 1/300 de la distància entre suports.

Adicionalment, s'ha verificat que els desplaçament horitzontal màxims dels pisos o sostres resultin inferiors als següents valors:

- El desplaçament relatiu entre dos forjats consecutius s'ha limitat al 1/250 de la seva separació.
- El desplaçament absolut del forjat superior s'ha limitat al 1/500 de l'alçada total de la construcció.

ELU d'equilibri

S'ha comprovat que els efectes de estabilitzants sobrepassen els desestabilitzats.

ELU d'esgotament

Les tensions que es poden arribar a desenvolupar a qualsevol secció igualen o sobrepassen les eventualment provocades per les accions de disseny.

ELU d'inestabilitat

Les tensions que es poden arribar a desenvolupar a qualsevol secció igualen o sobrepassen les eventualment provocades per les accions de disseny tenint en compte els efectes de segon ordre.



7.3 Mètodes de càlcul

7.3.1 Càlcul general de esforços i deformacions

El càlcul general dels esforços i de les deformacions del conjunt d'elements estructurals ha estat realitzant a partir del plantejament i resolució de l'equació general d'equilibri estàtic de cadascuna de les parts analitzades.

$$[f] = [k][a]$$

A on,

- $[\hat{f}]$ és el vector de accions nodals que inclou forces i moments.
- $[k]$ és la matriu de rigidesa de la part de l'estructura analitzada.
- $[\hat{a}]$ és el vector de corriments nodals que inclou desplaçaments i girs.

En el que respecta al càlcul de la matriu de rigidesa cal discernir entre dos àmbits de càlcul dels seus termes en funció de l'element estructural del que es determini llur rigidesa:

7.3.1.1 Elements tipus barra

En aquest cas la determinació de les rigideses ha estat portada a terme mitjançant el recolzament en la llei de Hooke, els teoremes de Mohr i la torsió de Saint Venant.

7.3.1.2 Elements continus

S'inclou dintre d'aquest cas les lloses de formigó armat, els murs de càrrega, les bigues-paret, les làmines i, en general, qualsevol altre element que per raó de la seva continuïtat, superficial o volumètrica, resulti difícilment representable, als efectes de la seva anàlisi estructural, mitjançant un model de barres.

En aquest cas s'ha discretitzat el mitjà continu, mitjançant el mètode dels elements finits, el que ha permès l'obtenció de la rigidesa de cadascun dels elements de la discretització mitjançant la utilització dels següents tipus d'elements:

- Problemes de placa:
Element DST (*Batoz, Katili*)
- Problemes de membrana o de càscara:
Element Andes (*C. Militello, C.A. Felippa*)

L'element de placa operat introdueix els esforços tallants en l'equació general d'equilibri i permet la resolució indistinta de plaques gruixudes i plaques primes.

Als problemes laminars es tracta separatament la component de membrana del problema de la component de placa, en resultar aquests problemes parcials independents, el que ha permès la utilització conjunta dels dos tipus d'elements referits.



7.3.2 Anàlisi de columnes i elements de suport

Al càlcul de pilars s'ha tingut en compte els eventuais efectes de segon ordre propis d'aquests elements (vinclament) mitjançant els mètodes simplificats proposats per les instruccions vigents en funció del seu material constituent.

Quan per raó de l'esveltesa d'una columna o de l'esveltesa general d'una o varies plantes de l'estructura, ha estat necessari una anàlisi explícita dels efectes de segon ordre, aquest ha estat resolt segons es detalla a l'apartat corresponent a l'anàlisi no lineal.

7.4 Resultats

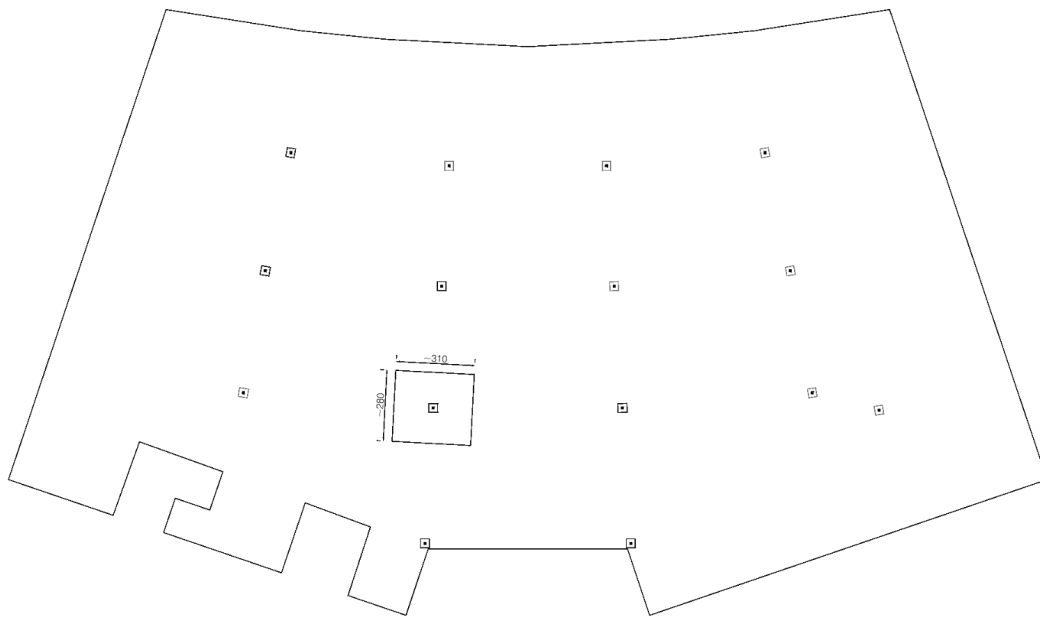
A continuació, es comprova la situació actual dels elements i seccions analitzats en els apartats anteriors.

En endavant, els resultats obtinguts s'indicaran com a factors de seguretat (FS) de manera que, tots aquells valors per sobre de la unitat, seran favorables, essent els menors elements que no arriben als requeriments exigits per la normativa vigent.

7.4.1 Tensions de treball de la fonamentació

La sabata caracteritzada té unes dimensions en planta de 3,10x2,90 m. aproximadament. La sabata és de formigó en massa i disposa d'un cantell aproximat de 1,60-1,70 m.

Tenint en compte que l'estudi geotècnic detecta un primer nivell de reblert amb una potència aproximada de 1,40 m., podem verificar que la fonamentació resta sobre l'estrat resistent, definit com a nivell dos, de substrat rocós.



Imatge 7-1. Sabata de fonamentació caracteritzada [Windmill]

Segons l'estudi geotècnic, en el qual s'especifica que l'estrat resistent sobre el que recolza té una capacitat portant admissible de 454 kN/m² en ELU.

En conseqüència substituent en la fórmula general, tenim:

TIPOLOGIA DE FONAMENT.	Pressió d'esfondrament
Sabata quadrada	13.64 kg/cm ²

Aplicant un factor de seguretat de 3 tindrem un valor de capacitat portant admissible.

TIPOLOGIA DE FONAMENT.	Capacitat portant admissible en ELU
Sabata quadrada	4.54 kg/cm ²

Prenent en compte aquest límit, analitzem la fonamentació del pilar caracteritzat:

Axil de càlcul ELU N _d (kN)	Dimensió de sabata (m ²)	Tensió de treball (kN/m ²)	Tensió admissible (kN/m ²)	FS
3.747,94	9,0	416,44	454,00	1,09 COMPLEIX

La tensió de treball és admissible tenint en compte el límit establert en l'estudi geotècnic.

7.4.2 Forjats

La reforma de l'edificació no suposarà un increment de les càrregues en estat actual, per tant, només es tindrà en compte un estat de càrregues, indicat a continuació:

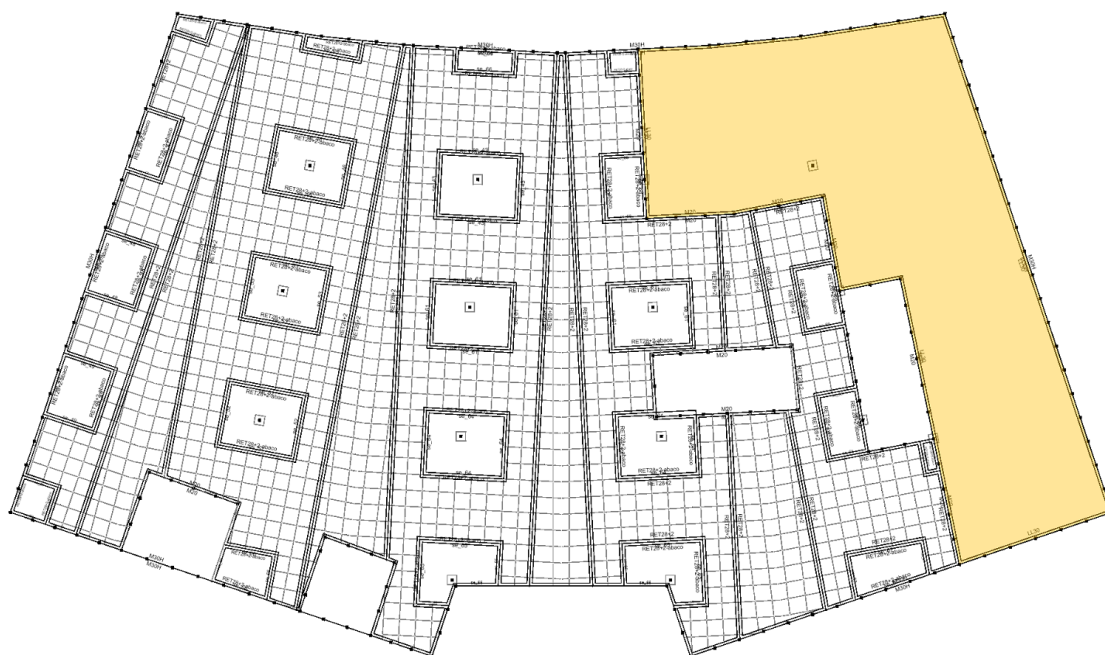
Les càrregues considerades del forjat analitzat són les següents:

	Estat Reformat /Actual
Pes Propi	Segons forjat
Càrregues permanents (planta tipus)	2,50 kN/m ²
Càrregues permanents (planta coberta)	5,00 kN/m ² *
Sobrecàrrega d'ús administratiu	2,00 kN/m ²
Sobrecàrrega d'ús en zona d'accés al públic	5,00 kN/m ²
Sobrecàrrega d'ús coberta	1,00 kN/m ²

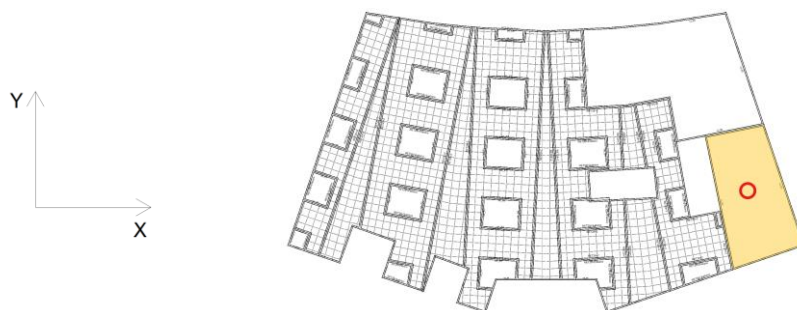
Taula 7-6. Càrregues considerades [Windmill]

* De forma ponderada, s'ha considerat una càrrega permanent de 5 kN/m², incloent la part proporcional del pes de la bancada de suport dels equips d'instal·lacions.



SOSTRE PLANTA SOTERRANI -3 – LLOSA ARMADA e=30 cm**Imatge 7-2.** Sostre planta soterrani-3 – Llosa massissa [Windmill]

Localització aproximada de la cala – àrea a analitzar



Característiques del forjat

Cantell de forjat	30 cm
Armat localitzat en cala	Direcció X - 1Ø14 c/~12,5cm
	Direcció Y - Ø6*

*En direcció Y es localitza un rodó del Ø6, sense arribar a descobrir el següent i, en conseqüència, no podem determinar el moment últim en aquesta direcció. No obstant, donada la disposició del forjat, aquest treballa fonamentalment en la direcció X i, per tant, considerarem únicament el moment en aquest sentit.

Comprovacions en Estat Límit Últim

Comprovació flexió

Estat actual/reformat	Moment de càlcul (M_d)	Moment últim (M_u)	FS	
Direcció X	~25,10 kN·m	~102,46 kN·m	4,08	COMPLEIX

Comprovacions en Estat Límit de Servei

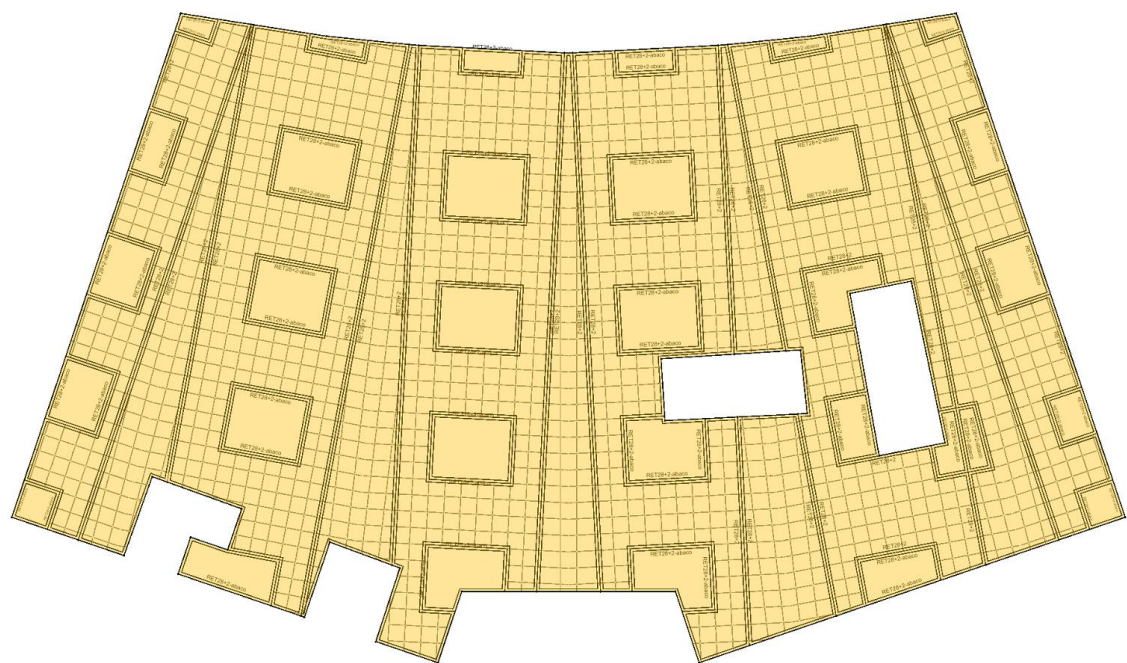
En les comprovacions d'Estat Límit Servei es contemplarà, de forma simplificada, una deformació límit de $L/1.200$ amb la finalitat de prendre en consideració els factors de fluència i fissuració del formigó.

Comprovació deformació

Estat actual/reformat	Deformació $L/1200$	Deformació càlcul	FS	
Direcció X	4,58 mm	0,78 mm	5,87	COMPLEIX



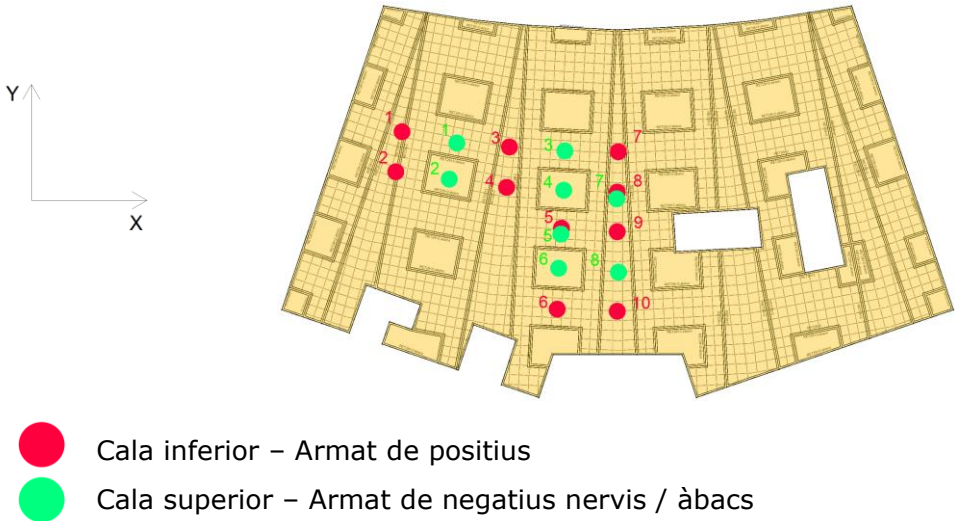
SOSTRE PLANTA SOTERRANI -2 – Forjat reticular e=30 cm



Imatge 7-3. Sostre planta soterrani-2 – Forjat reticular [Windmill]

Comprovacions en Estat Límit Últim:

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar



- Cala inferior – Armat de positius
- Cala superior – Armat de negatius nervis / àbacs

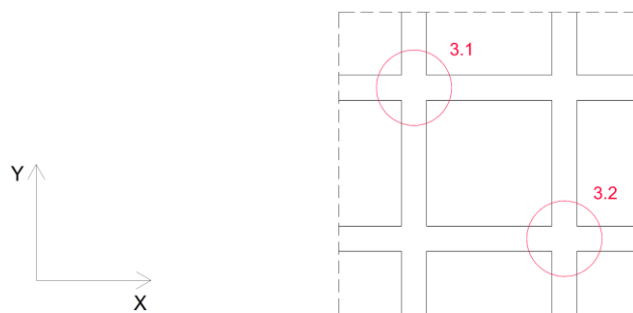
Característiques del forjat	
Cantell de forjat	30 (28+2) cm



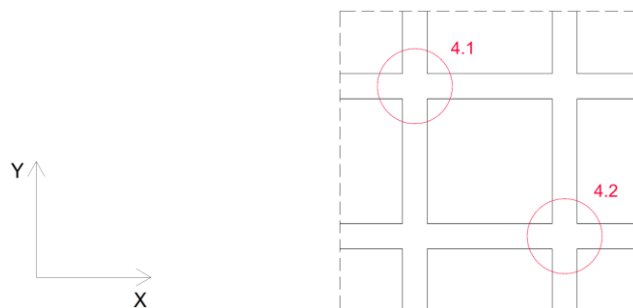
Flexió simple - Moments positius

ZONA 1					

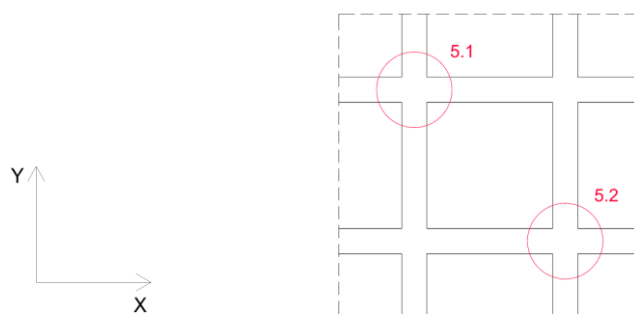
ZONA 2					
2.1 2.2					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d+ (kN·m)	Moment M_U+ (kN·m)	FS	
2.1					
X	2Ø12	10,02	22,5	2,25	COMPLEIX
Y	1Ø8+1Ø10	≈0,0	13,6	-	
2.2					
X	2Ø12	10,26	22,5	2,19	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	

ZONA 3

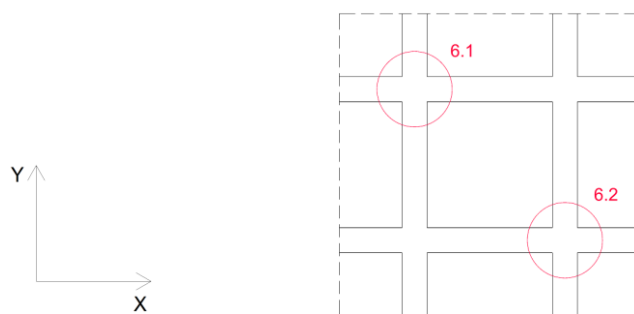
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
3.1					
X	1Ø12+1Ø10	6,60	19,5	2,95	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	
3.2					
X	1Ø12+1Ø10	7,41	19,5	2,63	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	

ZONA 4

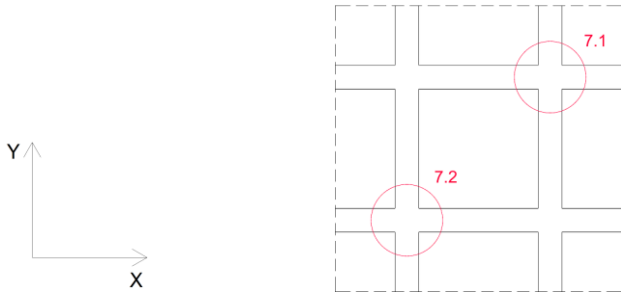
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
4.1					
X	1Ø12	10,3	12,1	1,17	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	
4.2					
X	1Ø12+1Ø10+ 1Ø8	9,35	23,8	2,55	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	

ZONA 5

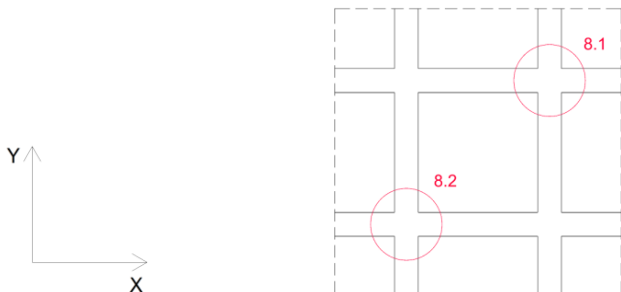
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
5.1					
X	1Ø12+1Ø10	≈0,0	19,5	-	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	9,21	13,6	1,48	
5.2					
X	1Ø12+1Ø10	≈0,0	19,5	-	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	7,17	13,6	1,90	

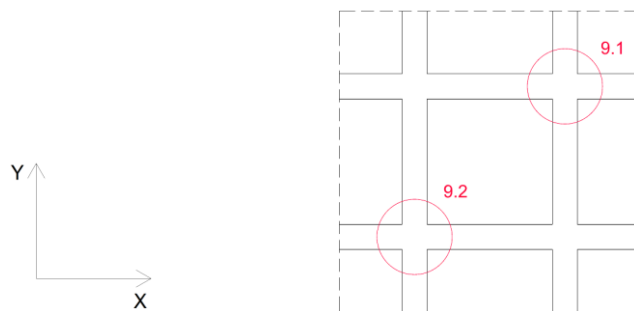
ZONA 6

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
6.1					
X	1Ø12+1Ø10	≈0,0	19,5	-	COMPLEIX
Y	1Ø14+1Ø12	9,29	25,8	2,78	
6.2					
X	2Ø12	≈0,0	22,5	-	COMPLEIX
Y	1Ø14+1Ø12	8,09	25,8	3,19	

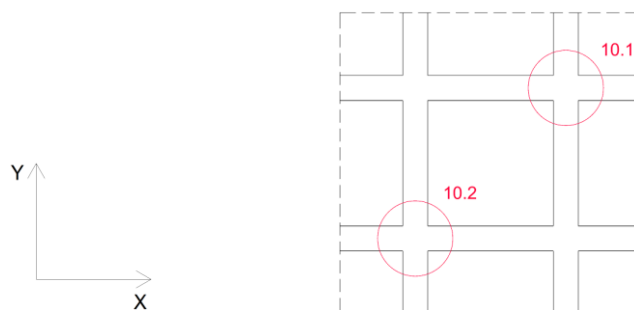
ZONA 7					
					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d+ (kN·m)	Moment M_u+ (kN·m)	FS	
7.1					
X	2Ø10	5,20	16,3	3,13	COMPLEIX
Y	No trobat	3,07	-	-	- *
7.2					
X	2Ø8	5,66	10,8	1,91	COMPLEIX
Y	1Ø14+1Ø10	4,30	23	5,35	

* No s'ha trobat l'armat en direcció Y en la cala efectuada.

ZONA 8					
					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d+ (kN·m)	Moment M_u+ (kN·m)	FS	
8.1					
X	1Ø12+1Ø10	8,28	19,5	2,36	COMPLEIX
Y	2Ø8	2,58	10,8	4,19	
8.2					
X	2Ø10+1Ø8	9,39	20,8	2,22	COMPLEIX
Y	1Ø8	≈0,0	5,6	-	

ZONA 9

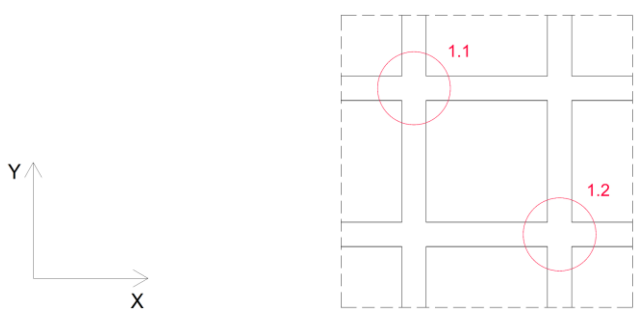
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
9.1					
X	1Ø12+1Ø10	11,52	19,5	1,69	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	
9.2					
X	1Ø12+1Ø10	12,20	19,5	1,60	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	≈0,0	13,6	-	

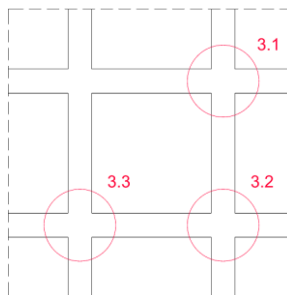
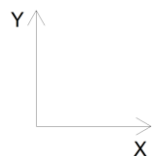
ZONA 10

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
10.1					
X	1Ø12+1Ø10	9,01	19,5	2,16	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	6,75	13,6	1,60	
10.2					
X	2Ø14	9,34	28,9	3,09	COMPLEIX
Y	1Ø8	5,29	5,6	1,06	

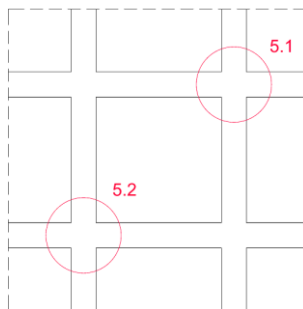
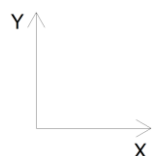


Flexió simple - Moments negatius nervis / Àbacs**Nervis**

ZONA 1					
Y↑ →X 					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d - (kN·m)	Moment M_U - (kN·m)	FS	
1.1					
X	1Ø12+1Ø10	5,55	19,5	3,51	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	
1.2					
X	1Ø12+1Ø10	7,02	19,5	2,78	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	

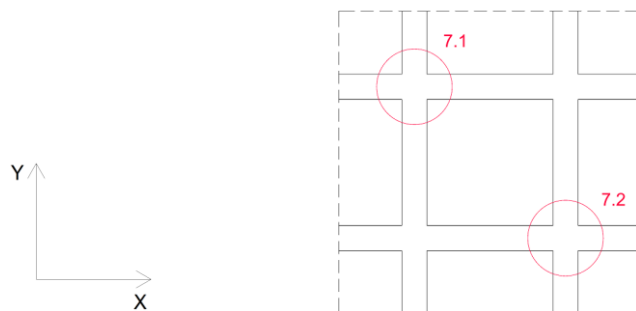
ZONA 3

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d - (kN·m)	Moment M _U - (kN·m)	FS	
3.1					
X	1Ø14+1Ø12	6,83	25,8	3,78	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	
3.2					
X	2Ø12	8,36	22,5	2,69	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	
3.3					
X	2Ø12	9,12	22,5	2,47	COMPLEIX
Y	2Ø10	≈0,0	16,3	-	

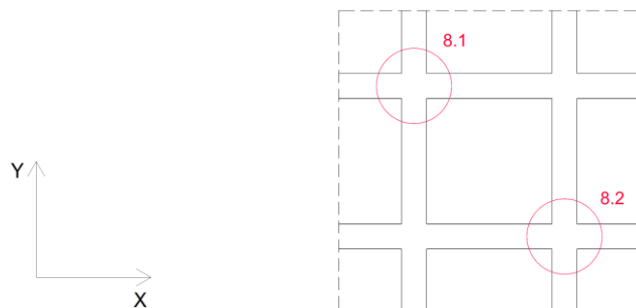
ZONA 5

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d - (kN·m)	Moment M _U - (kN·m)	FS	
5.1					
X	2Ø12	8,37	22,5	2,69	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	≈0,0	13,6	-	
5.2					
X	1Ø14+1Ø12	11,73	25,8	2,20	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	



ZONA 7

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d - (kN·m)	Moment M _U - (kN·m)	FS	
7.1					
X	2Ø12	≈0,0	22,5	-	COMPLEIX
Y	No trobat	≈0,0	-	-	
7.2					
X	No trobat	≈0,0	-	-	COMPLEIX
Y	2Ø10+2Ø8	≈0,0	25,1	-	

ZONA 8

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d - (kN·m)	Moment M _U - (kN·m)	FS	
8.1					
X	2Ø14	≈0,0	28,9	-	COMPLEIX
Y	2Ø10	≈0,0	16,3	-	
8.2					
X	No trobat	≈0,0	-	-	COMPLEIX
Y	1Ø12+1Ø10	≈0,0	19,5	-	

Àbacs

Per a verificar l'armat dels àbacs, el procediment ha sigut el següent:

- A partir del model de càlcul, s'ha integrat el moment al llarg de tota la dimensió de l'àbac per tal d'extreure un moment mig per metre lineal en ambdues direccions. Partint de l'armat descobert en cada situació, es té en compte l'armat de dos nervis en la direcció corresponent (en un metre lineal es troben, almenys, dos nervis), per tal de verificar si l'armat necessari per a complir amb el moment exigít és inferior a la quantia obtinguda.



ZONA 2

	Armat (2 nervis/ml) (ud.)	At (cm ²)	Mom. int. x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	4Ø14+4Ø12	10,67	83,60	8,6	1,24	COMPLEIX
DIR. Y	5Ø10+4Ø8	5,94	57,50	5,8	1,02	COMPLEIX

ZONA 4

	Armat (2 nervis/ml) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	6Ø12+2Ø10	8,35	80,19	8,2	1,02	COMPLEIX
DIR. Y	4Ø10+4Ø8	5,15	49,58	5	1,03	COMPLEIX

ZONA 6

	Armat (2 nervis/ml) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	4Ø14+4Ø12	10,67	89,52	9,2	1,16	COMPLEIX
DIR. Y	8Ø12	9,04	55,50	5,6	1,61	COMPLEIX



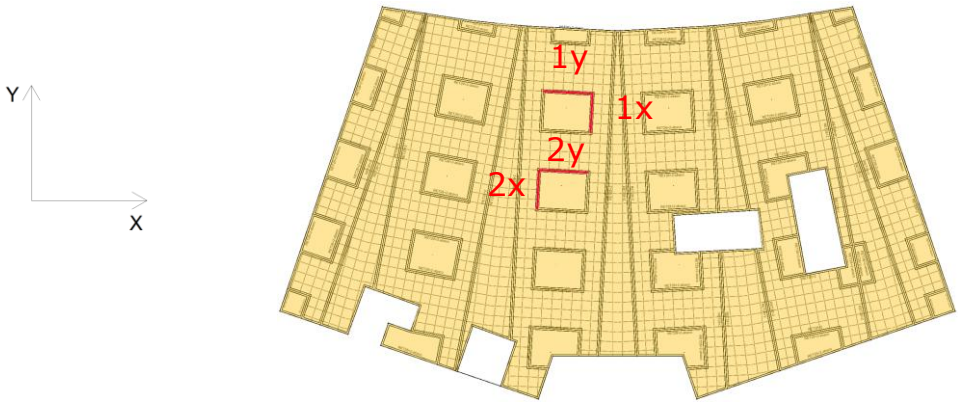
Comprovació a tallant


Diagrama de la planta d'un edifici amb una malla de reforç. S'indiquen quatre punts de tallant: 1x, 1y, 2x i 2y. A l'esquerra hi ha un sistema de coordenades amb l'eix X horitzontal i l'eix Y vertical.

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Tallant V_d (kN)	Tallant $V_{Rd,c}^1 / V_{Rd,su}^2$ (kN)	FS	
1					
X	1eØ6c/60	11,67	12,9	1,11	COMPLEIX
Y	No hi ha armat	7,40	12,9	1,74	COMPLEIX
2					
X	1eØ6c/25	17,95	23,2	1,29	COMPLEIX
Y	No hi ha armat	20,66	12,9	0,62	NO COMPLEIX

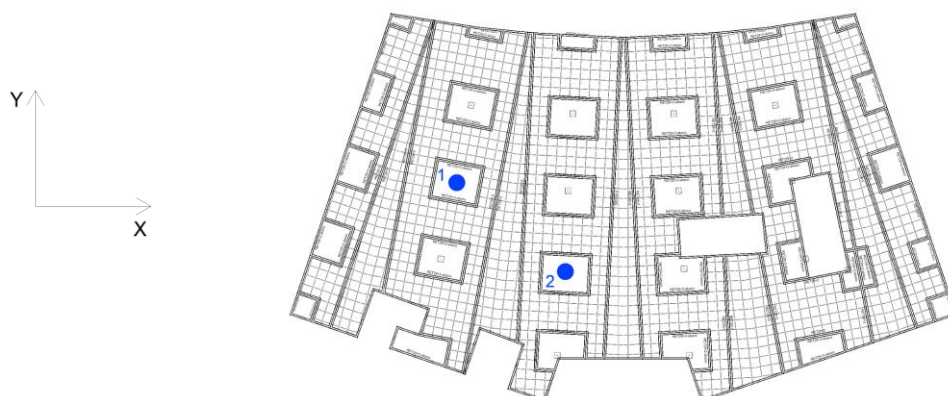
¹ $V_{Rd,c}$: Resistència del formigó a tallant sense armat.

² $V_{Rd,su}$: Resistència del formigó a tallant amb armat.



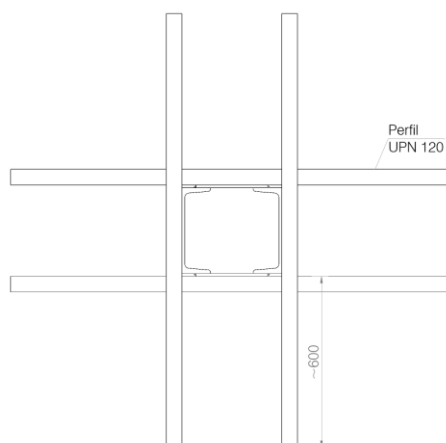
Punxonament:

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar



 Creueta de punxonament caracteritzada

Esquema armat de punxonament considerat:



ZONA 1 - Estat actual/reformatEsforç de punxonament (ELU) **437,47 kN**

PUNXONAMENT AMB CREUETES METÀL·LIQUES + PILARS METÀL·LICS					
Fsd (KN)	437,47	Pilar	Fsd,ef (N)	Esforç efectiu de punxonament de càlcul ($F_{sd,ef} = F_{sd} \cdot \beta$)	
Fsd (N)	437.470,0	β			
		1,15 interior	503.090,5		
		1,4 borde	612.458,0		
		1,5 esquina	656.205,0		
		1,3 tres cuartos	568.711,0		

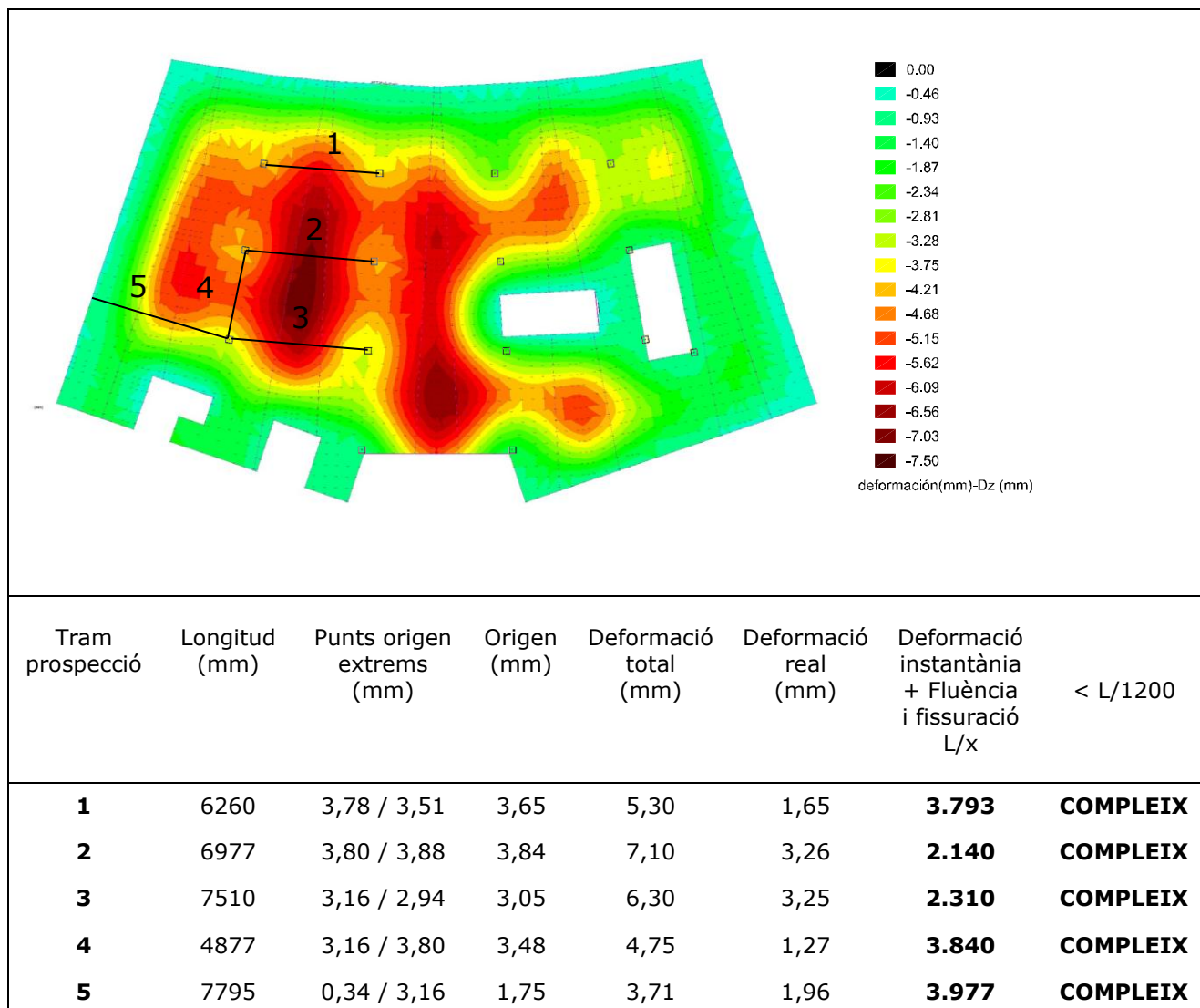
COMPROBACIÓ DE CAPACITAT ÚLTIMA A PUNXONAMENT PEL TALLANT RESISTENT DE LES CREUETES					
interior	borde	esquina	tres cuartos		UPN 120
4				Número ramas creueta	9
2				Número d'ànimes per perfil de rama	55
7	7	7	7	Gruix de l'ànima de la creueta	7
82	82	82	82	Ànima efectiva a tallant de la creueta	82
					120
729.077,9	0,0	0,0	0,0	Fsu,ef1 (N)	
0,69				Aprofitament	

Aprofitament – $F_{sd,ef} / F_{su,ef1} = 0,69$ - COMPLEIX**ZONA 2 - Estat actual/reformat**Esforç de punxonament (ELU) **433,76 kN**

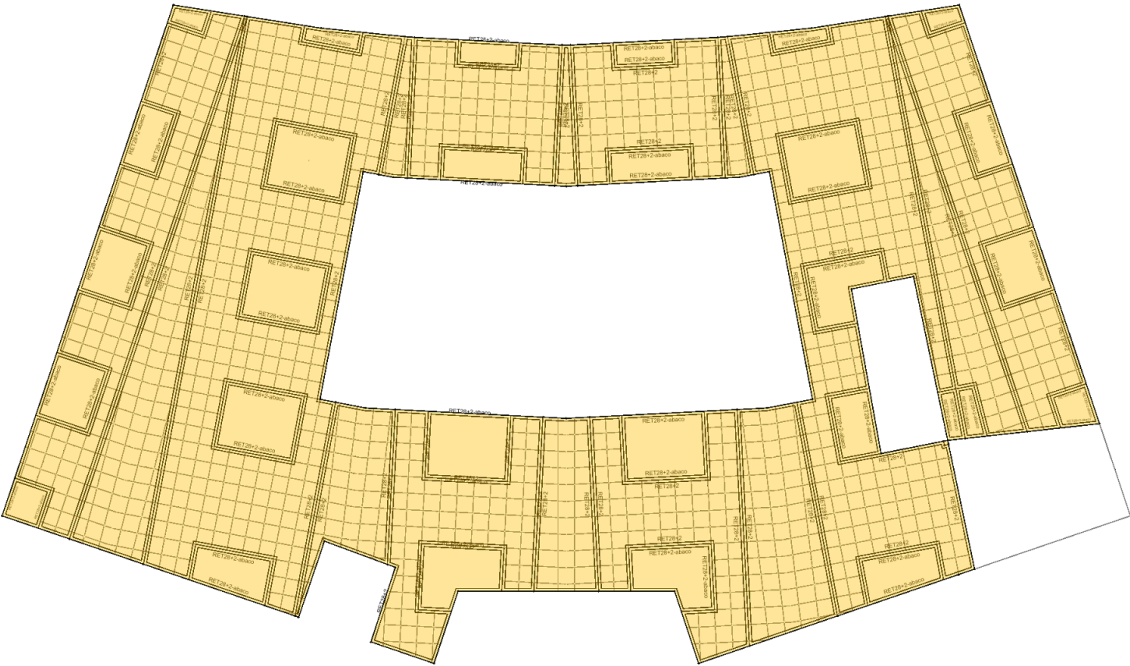
PUNXONAMENT AMB CREUETES METÀL·LIQUES + PILARS METÀL·LICS					
Fsd (KN)	433,76	Pilar	Fsd,ef (N)	Esforç efectiu de punxonament de càlcul ($F_{sd,ef} = F_{sd} \cdot \beta$)	
Fsd (N)	433.760,0	β			
		1,15 interior	498.824,0		
		1,4 borde	607.264,0		
		1,5 esquina	650.640,0		
		1,3 tres cuartos	563.888,0		

COMPROBACIÓ DE CAPACITAT ÚLTIMA A PUNXONAMENT PEL TALLANT RESISTENT DE LES CREUETES					
interior	borde	esquina	tres cuartos		UPN 120
4				Número ramas creueta	9
2				Número d'ànimes per perfil de rama	55
7	7	7	7	Gruix de l'ànima de la creueta	7
82	82	82	82	Ànima efectiva a tallant de la creueta	82
					120
729.077,9	0,0	0,0	0,0	Fsu,ef1 (N)	
0,68				Aprofitament	

Aprofitament – $F_{sd,ef} / F_{su,ef1} = 0,68$ - COMPLEIX

Comprovacions en Estat Límit de Servei:

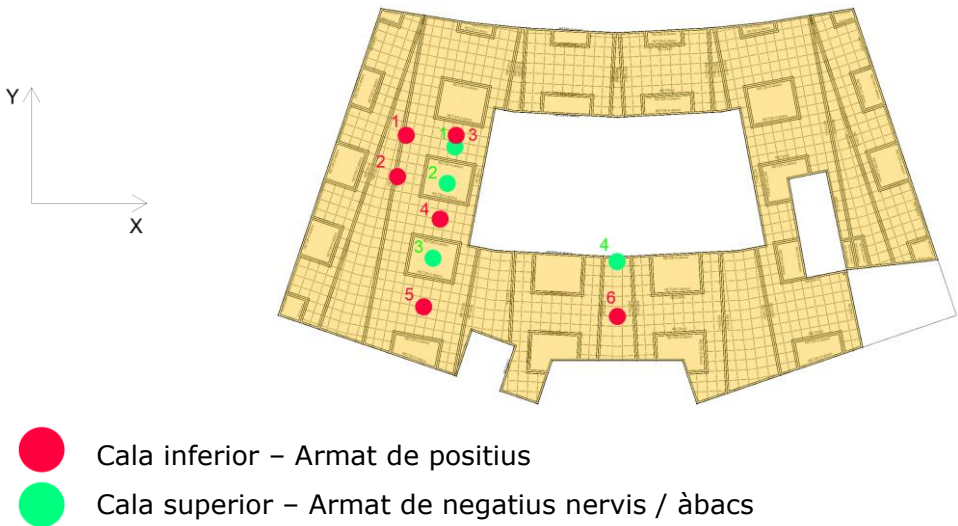
SOSTRE PLANTA BAIXA – Forjat reticular e=30 cm



Imatge 7-4. Sostre planta baixa – Forjat reticular [Windmill]

Comprovacions en Estat Límit Últim:

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar



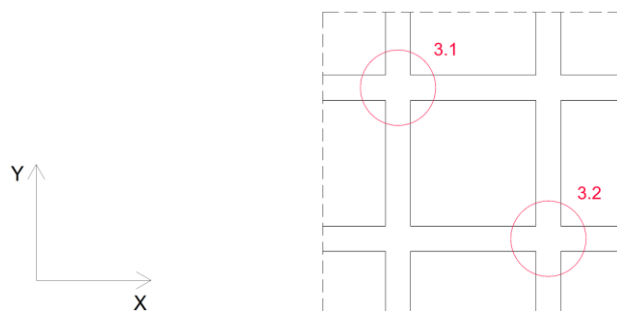
- Cala inferior – Armat de positiu
- Cala superior – Armat de negatiu nervis / àbacs

Característiques del forjat	
Cantell de forjat	30 (28+2) cm

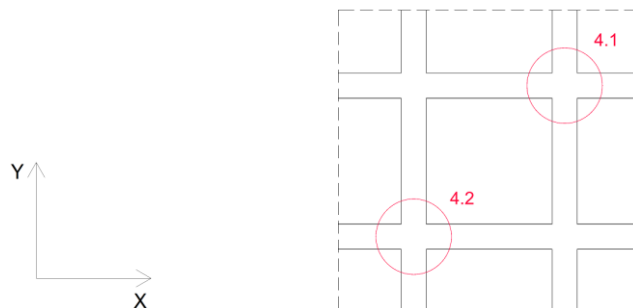


Flexió simple - Moments positius

ZONA 1					
<					

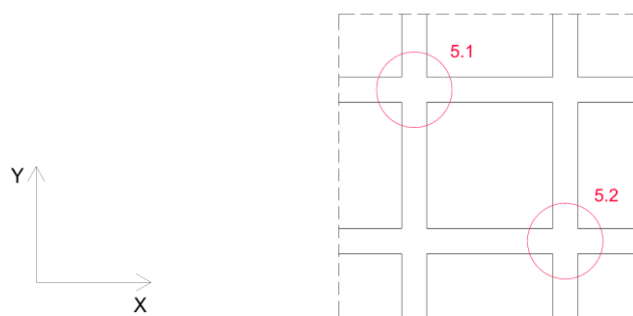
ZONA 3

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
3.1					
X	2Ø12	≈0,0	22,5	-	COMPLEX
Y	1Ø10+1Ø8	6,41	13,6	2,12	
3.2					
X	2Ø12	≈0,0	22,5	-	COMPLEX
Y	1Ø10+1Ø8	6,49	13,6	2,10	

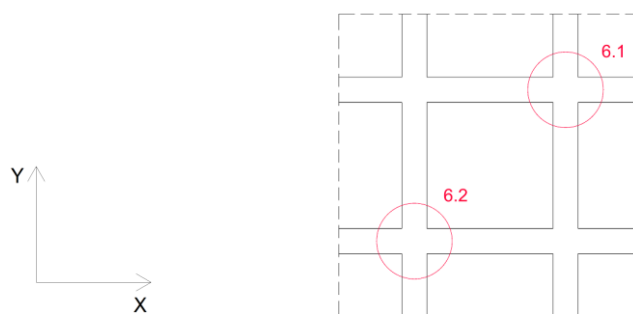
ZONA 4

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
4.1					
X	1Ø12+1Ø10	≈0,0	19,5	-	COMPLEIX
Y	2Ø8	8,85	10,8	2,12	
4.2					
X	2Ø12	≈0,0	22,5	-	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	8,21	13,6	2,10	



ZONA 5

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
5.1					
X	2Ø12	4,31	22,5	5,22	COMPLEIX
Y	2Ø12	15,21	22,5	1,48	
5.2					
X	2Ø12	7,55	22,5	2,98	COMPLEIX
Y	1Ø12+1Ø10	13,03	19,5	1,50	

ZONA 6

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
6.1					
X	2Ø12	10,49	22,5	2,14	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	4,66	13,6	2,92	
6.2					
X	1Ø14+1Ø12	12,24	25,8	2,11	COMPLEIX
Y	2Ø12	3,85	22,5	5,84	

Flexió simple - Moments negatius nervis / Àbacs**Nervis**

ZONA 1					
<					

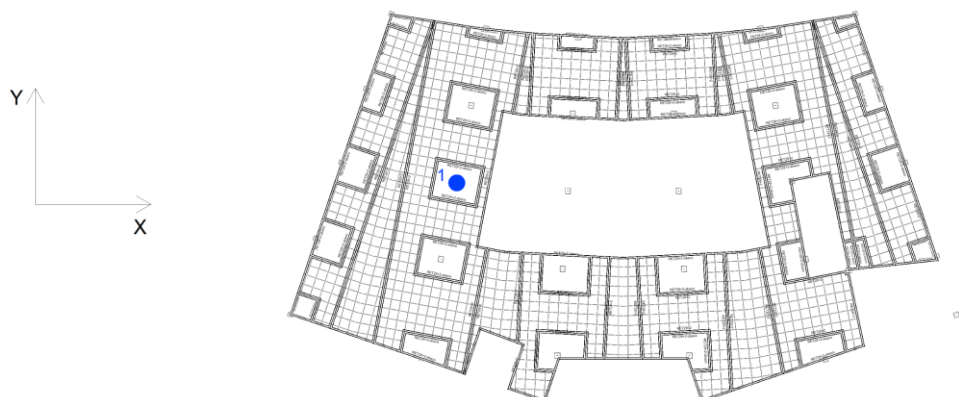
Àbacs

ZONA 2						
	Armat (2 nervis) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	8Ø12	9,04	52,45	5,3	1,71	COMPLEIX
DIR. Y	2Ø12+1Ø10+7Ø8	6,57	36,27	3,7	1,78	COMPLEIX

ZONA 3						
	Armat (2 nervis) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	4Ø14+4Ø12	10,67	82,61	8,5	1,26	COMPLEIX
DIR. Y	8Ø12	9,04	50,03	5,1	1,77	COMPLEIX

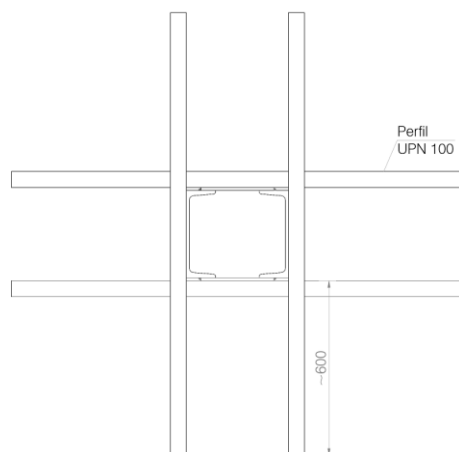
Punxonament:

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar



 Creueta de punxonament caracteritzada

Esquema armat de punxonament considerat:



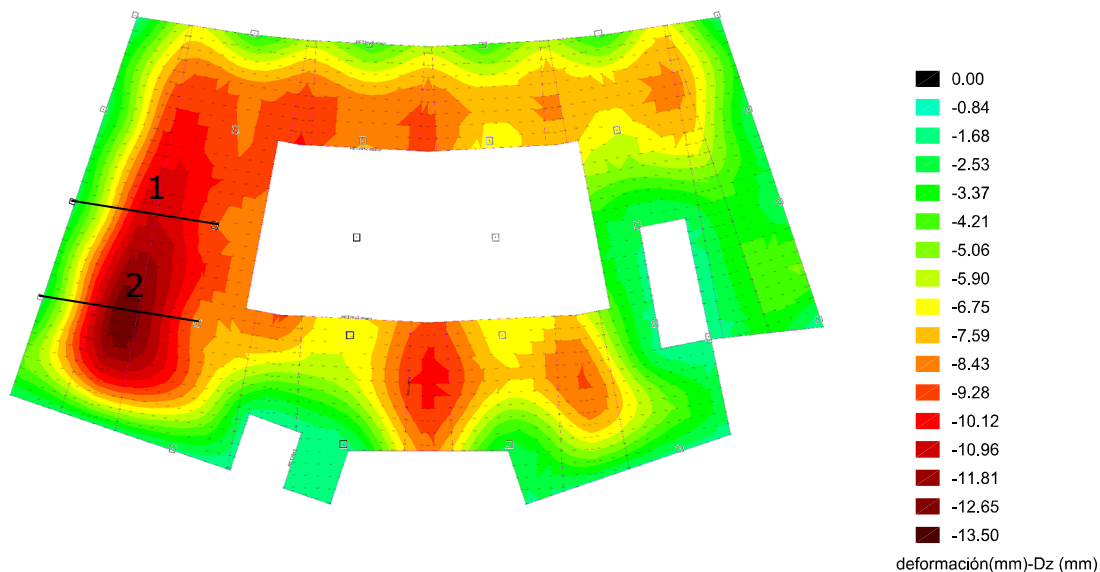
ZONA 1 - Estat actual/reformatEsforç de punxonament (ELU) **317,13 kN****PUNXONAMENT AMB CREUETES METÀL·LIQUES + PILARS METÀL·LICS**

Fsd (kN)	317,13	Pilar	Fsd,ef (N)	Esforç efectiu de punxonament de càlcul ($F_{sd,ef} = F_{sd} \cdot \beta$)
Fsd (N)	317.130,0	β		
		1,15 interior	364.699,5	
		1,4 borde	443.982,0	
		1,5 esquina	475.695,0	
		1,3 tres cuartos	412.269,0	

COMPROBACIÓ DE CAPACITAT ÚLTIMA A PUNXONAMENT PEL TALLANT RESISTENT DE LES CREUETES

interior	borde	esquina	tres cuartos		UPN 100	
4				Número ramas creueta	8,5	Gruix ala de la creueta
2				Número d'ànimes per perfil de rama	50	Ample ala creueta (mm)
6	6	6	6	Gruix de l'ànima de la creueta	6	Gruix de l'ànima de la creueta
64	64	64	64	Ànima efectiva a tallant de la creueta	64	Ànima efectiva a tallant de la creueta
					100	Cantell creueta (mm)
487.745,5	0,0	0,0	0,0	Fsu,ef1 (N)		
0,75				Aprofitament		

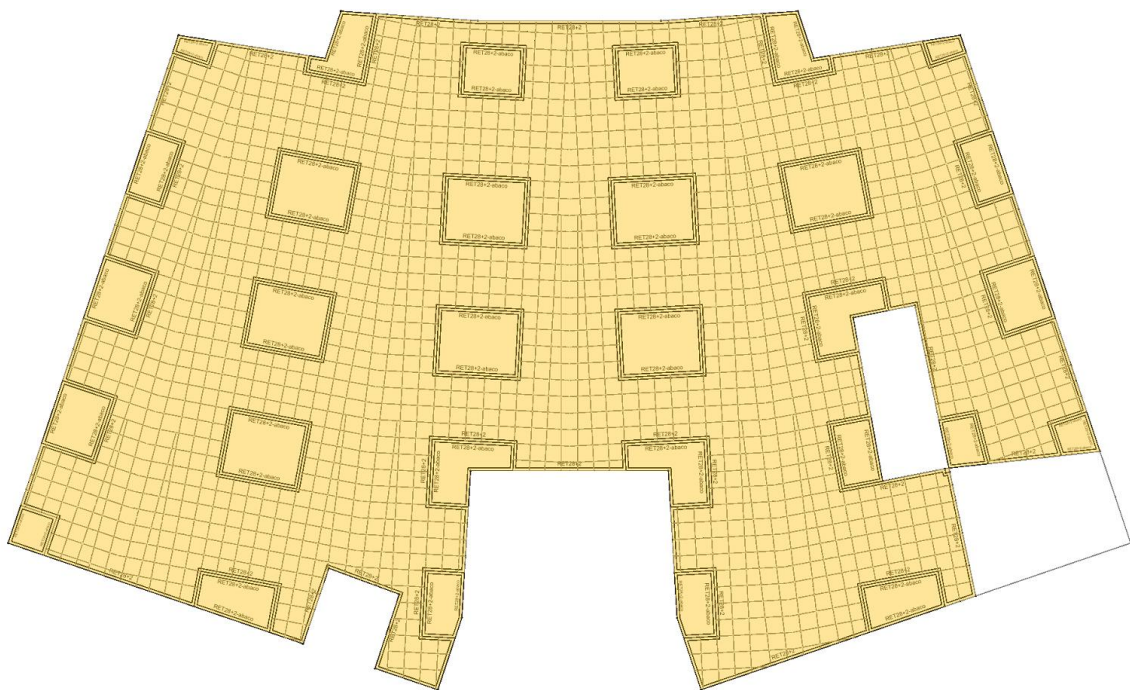
Aprofitament – $F_{sd,ef} / F_{su,ef1} = 0,75$ - **COMPLEIX**

Comprovacions en Estat Límit de Servei:

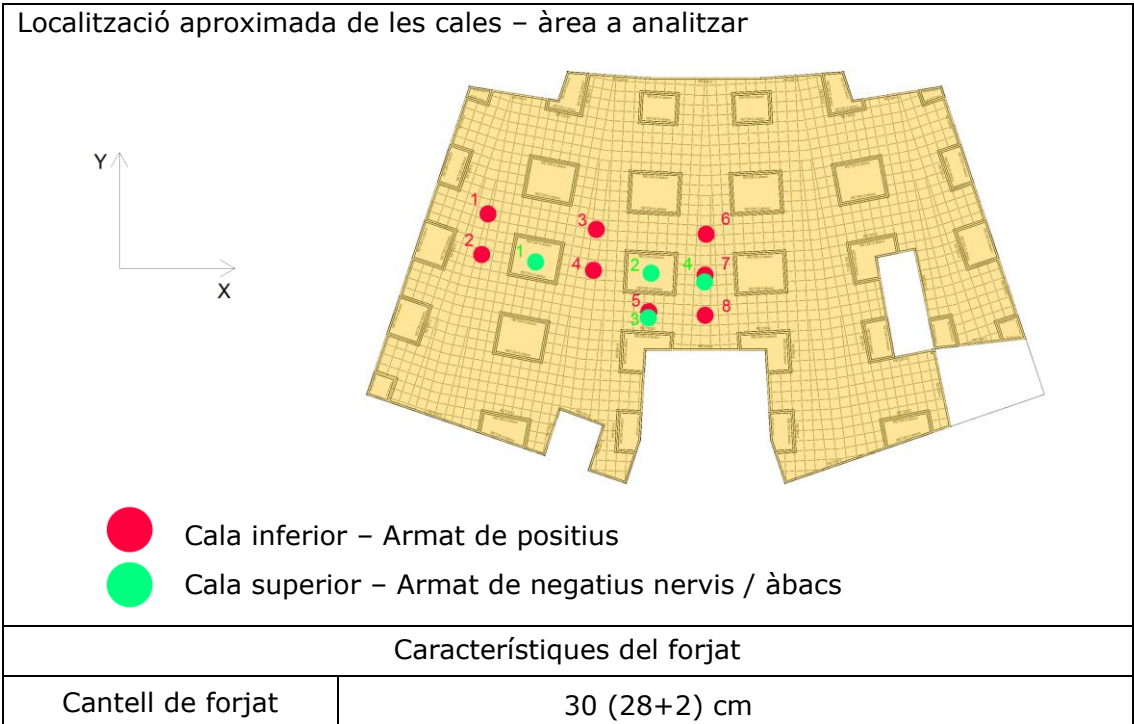
Tram prospecció	Longitud (mm)	Punts origen extrems (mm)	Origen (mm)	Deformació total (mm)	Deformació real (mm)	Deformació instantània + Fluència i fissuració L/x	< L/1200
1	7079	1,96 / 8,42	5,19	10,80	5,61	1.261	COMPLEIX
2	7795	2,17 / 7,87	5,02	13,10	8,08	964	*
2 - APARENÇA		1,92 / 6,69	4,31	11,05	6,74	1.157	L/900 COMPLEIX
2 - CONFORT		0,36 / 1,67	1,02	3,01	1,99	3.917	L/1050 COMPLEIX
2 - INTEGRITAT		1,26 / 4,22	2,74	7,25	4,51	1.728	L/1200 COMPLEIX

* Per tal de fer una comprovació més exhaustiva i determinar si podem admetre la deformació obtinguda, comprovem com es comporta amb les hipòtesis d'aparença, confort i integritat. Concloem en que la deformació obtinguda és admissible.

SOSTRE PLANTA SEGONA – Forjat reticular e=30 cm

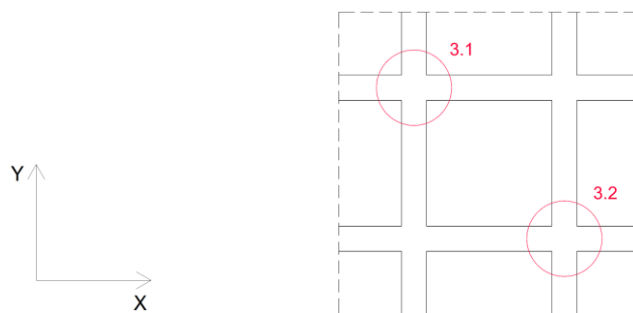


Imatge 7-5. Sostre planta segona – Forjat reticular [Windmill]

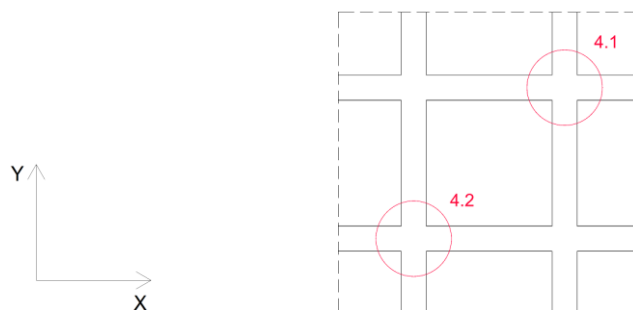


Comprovacions en Estat Límit Últim:**Flexió simple - Moments positius**

ZONA 1					
<					

ZONA 3

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
3.1					
X	1Ø10+1Ø8	5,87	13,6	2,32	COMPLEIX
Y	2Ø8	2,09	10,8	5,17	
3.2					
X	1Ø10+1Ø8	4,98	13,6	2,73	COMPLEIX
Y	2Ø8	2,85	10,8	3,79	

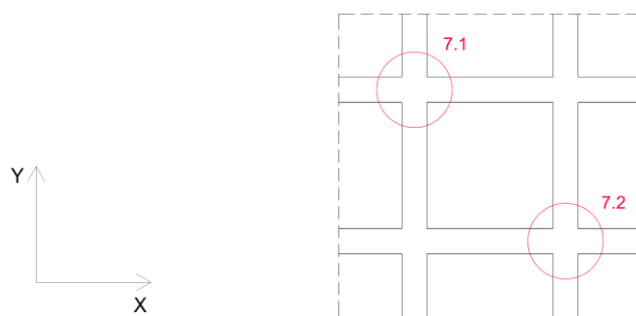
ZONA 4

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
4.1					
X	2Ø12	9,11	22,5	2,47	COMPLEIX
Y	1Ø8	2,54	5,6	2,20	
4.2					
X	2Ø12	9,34	22,5	2,41	COMPLEIX
Y	2Ø8	3,07	10,8	3,52	

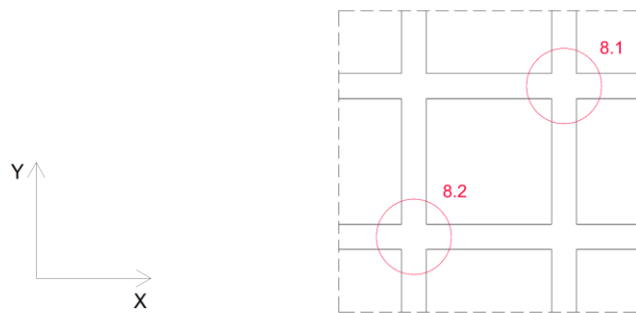
ZONA 5					

*En base als resultats obtinguts de forma generalitzada a la resta de zones inspeccionades en tota l'edificació, el forjat compleix a flexió en tots els casos i, per tant, considerem la possibilitat de que es disposi un armat de reforç no caracteritzat en aquest nervi puntual.

ZONA 6					

ZONA 7

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _U + (kN·m)	FS	
7.1					
X	1Ø12+1Ø10	9,96	19,5	1,96	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	≈0,0	13,6	-	
7.2					
X	2Ø10	10,03	16,3	1,63	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	

ZONA 8

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M _d + (kN·m)	Moment M _u + (kN·m)	FS	
8.1					
X	1Ø12+1Ø10	9,08	19,5	1,96	COMPLEIX
Y	1Ø10+1Ø8	≈0,0	13,6	-	
8.2					
X	2Ø12	8,55	16,3	1,63	COMPLEIX
Y	2Ø8	≈0,0	10,8	-	



Flexió simple - Moments negatius nervis / Àbacs**Nervis**

ZONA 3					
<					

Àbacs

ZONA 1						
	Armat (2 nervis) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	4Ø14+4Ø12	10,67	82,39	8,4	1,27	COMPLEIX
DIR. Y	2Ø12+6Ø8	5,28	47,54	3,7	1,43	COMPLEIX

ZONA 2						
	Armat (2 nervis) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	6Ø12+2Ø10	8,35	79,85	8,2	1,02	COMPLEIX
DIR. Y	2Ø10+2Ø8	2,58	43,19	4,4	0,59	*

* Les cales als dos nervis es realitzen a una distància de 1,25m. aproximadament del pilar. En el sentit Y, la dimensió dels àbacs és d'aproximadament 0,85-1,00 m. a cara de pilar i, per tant, entenem que la cala ha sortit de l'àmbit i per això únicament s'han descobert 2 rodons per nervi.

Si considerem un armat de 2Ø10+6Ø8 (cas desfavorable en que fossin Ø8 la resta d'armat de l'àbac), ja compliríem amb un factor de seguretat de 1,04.

En conclusió, basant-nos en els resultats obtinguts a la resta d'àbacs, considerem que treballa correctament.



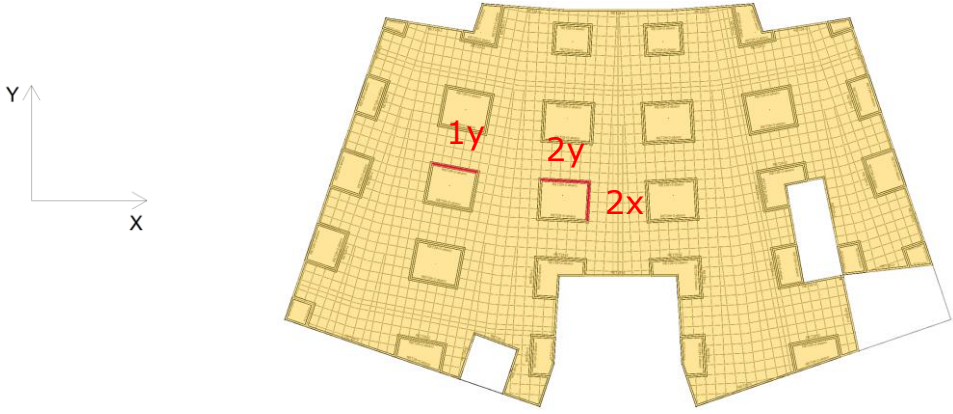
Comprovació a tallant


Diagrama de planta d'un edifici amb una malla de reforç. S'indiquen tres punts de tallant: 1y, 2y i 2x. A l'esquerra hi ha un sistema de coordenades amb l'eix Y vertical i l'eix X horitzontal.

Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Tallant V_d (kN)	Tallant $V_{Rd,c}^1 / V_{Rd,su}^2$ (kN)	FS	
1					
Y	No trobat	19,53	12,9	0,66	NO COMPLEIX
2					
X	1eØ6c/15	15,25	38,70	2,54	COMPLEIX
Y	No trobat	22,06	12,9	0,58	NO COMPLEIX

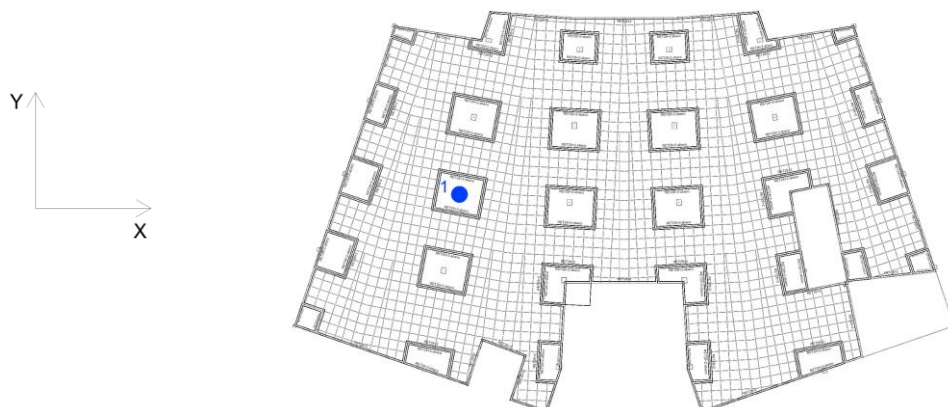
¹ $V_{Rd,c}$: Resistència del formigó a tallant sense armat.

² $V_{Rd,su}$: Resistència del formigó a tallant amb armat.



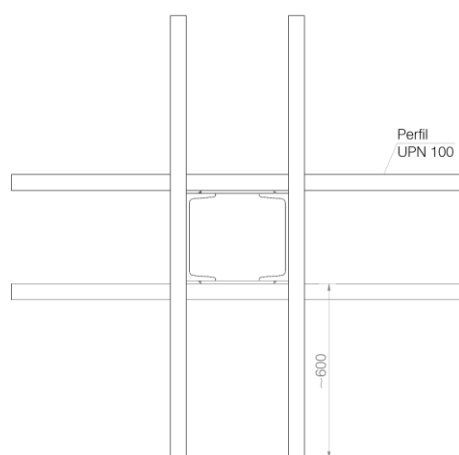
Punxonament:

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar



 Creueta de punxonament caracteritzada

Esquema armat de punxonament considerat:



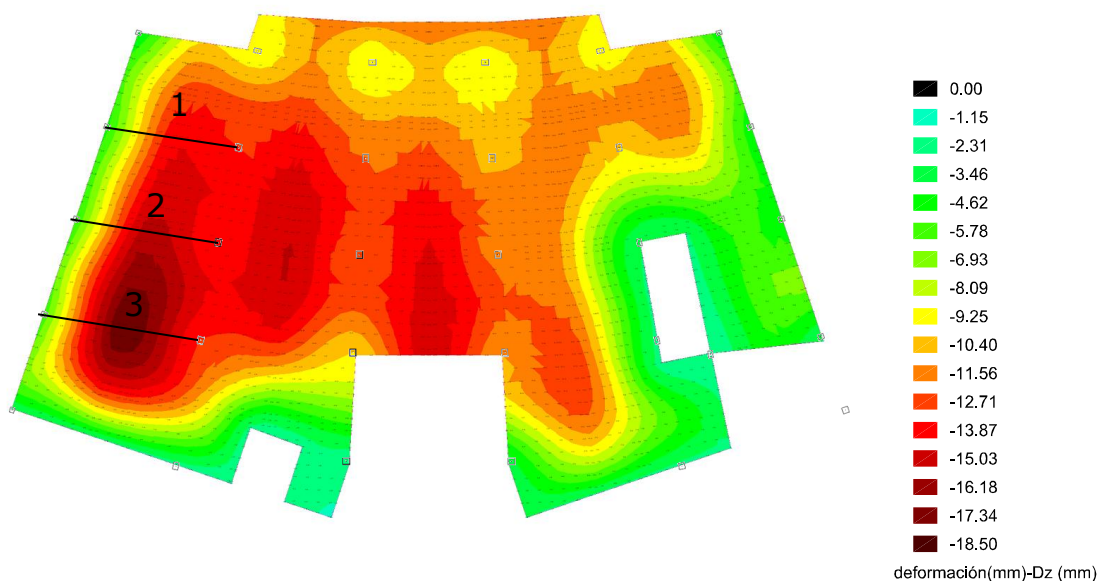
ZONA 1 - Estat actual/reformatEsforç de punxonament (ELU) **421,1 kN****PUNXONAMENT AMB CREUETES METÀL·LIQUES + PILARS METÀL·LICS**

Fsd (kN)	421,1	Pilar	Fsd,ef (N)	Esforç efectiu de punxonament de càlcul ($F_{sd,ef} = F_{sd} \cdot \beta$)
Fsd (N)	421.100,0	β		
		1,15 interior	484.265,0	
		1,4 borde	589.540,0	
		1,5 esquina	631.650,0	
		1,3 tres cuartos	547.430,0	

COMPROBACIÓ DE CAPACITAT ÚLTIMA A PUNXONAMENT PEL TALLANT RESISTENT DE LES CREUETES

interior	borde	esquina	tres cuartos		UPN 100	
4				Número ramas creueta	8,5	Gruix ala de la creueta
2				Número d'ànimes per perfil de rama	50	Ample ala creueta (mm)
6	6	6	6	Gruix de l'ànima de la creueta	6	Gruix de l'ànima de la creueta
64	64	64	64	Ànima efectiva a tallant de la creueta	64	Ànima efectiva a tallant de la creueta
					100	Cantell creueta (mm)
487.745,5	0,0	0,0	0,0	Fsu,ef1 (N)		
0,99				Aprofitament		

Aprofitament – $F_{sd,ef} / F_{su,ef1} = 0,99$ - **COMPLEIX**

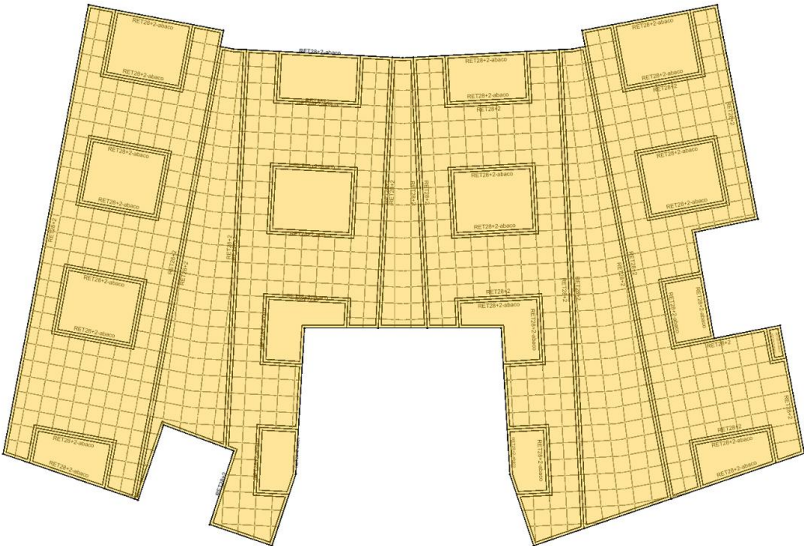
Comprovacions en Estat Límit de Servei:

Tram prospecció	Longitud (mm)	Punts origen extrems (mm)	Origen (mm)	Deformació total (mm)	Deformació real (mm)	Deformació instantània + Fluència i fissuració L/x	< L/1200
1	6548	4,26 / 12,50	8,24	13,20	4,96	1.320	COMPLEIX
2	6977	4,57 / 12,87	8,72	15,25	6,53	1.084	*
2 - APARENÇA		4,03 / 10,99	7,51	13,05	5,54	1.259	L/900 COMPLEIX
2 - CONFORT		0,77 / 2,68	1,73	3,33	1,60	4.360	L/1050 COMPLEIX
2 - INTEGRITAT		2,74 / 6,96	4,85	8,49	3,64	1.916	L/1200 COMPLEIX
3	7795	4,99 / 12,62	8,80	18,16	8,81	884	*
3 - APARENÇA		4,40 / 10,77	7,59	15,36	7,77	1.003	L/900 COMPLEIX
3 - CONFORT		0,84 / 2,63	1,74	4,01	2,27	3.433	L/1050 COMPLEIX
3 - INTEGRITAT		2,96 / 6,80	4,88	10,04	5,16	1.510	L/1200 COMPLEIX

* Per tal de fer una comprovació més exhaustiva i determinar si podem admetre la deformació obtinguda, comprovem com es comporta amb les hipòtesis d'aparença, confort i integritat. Concloem en que la deformació obtinguda és admissible.



SOSTRE PLANTA SISENA (PLANTA COBERTA EN ESTAT REFORMAT) - Forjat
reticular e=35 cm



Imatge 7-6. Sostre planta segona – Forjat reticular [Windmill]

Localització aproximada de les cales – àrea a analitzar

Y↑

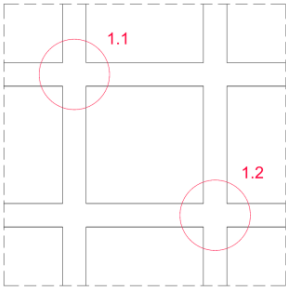
X→

Cala inferior – Armat de positius

Cala superior – Armat de negatius nervis / àbacs

Característiques del forjat	
Cantell de forjat	35 (28+7) cm

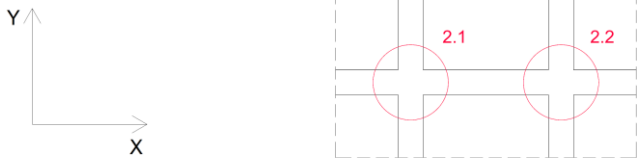
Flexió simple - Moments positius

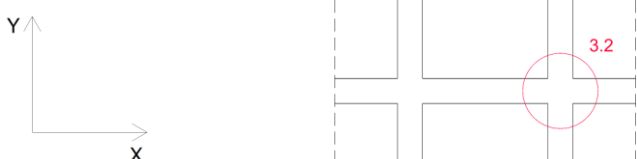
ZONA 1					
Y↑ ↗ X 					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d+ (kN·m)	Moment M_u+ (kN·m)	FS	
1.1					
X	2Ø14+2Ø12	≈0,0	39,2	-	COMPLEIX
Y	1Ø14	13,04	16	1,23	
1.2					
X	1Ø14+2Ø12	≈0,0	34	-	COMPLEIX
Y	No trobat	14,10	-	-	*

* No s'ha trobat l'armat en direcció Y en la cala efectuada.

ZONA 2					
<					

Flexió simple - Moments negatius nervis / Àbacs**Nervis**

ZONA 2					
					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d - (kN·m)	Moment M_u - (kN·m)	FS	
2.1					
X	1Ø14	9,93	16	1,61	COMPLEIX
Y	1Ø16	≈0,0	20,3	-	
2.2					
X	2Ø14	10,72	28,9	2,70	COMPLEIX
Y	1Ø16	≈0,0	20,3	-	

ZONA 3					
					
Estat actual/reformat Punt de prospecció	Armat	Moment M_d - (kN·m)	Moment M_u - (kN·m)	FS	
3.1					
X	No trobat	≈0,0	-	-	COMPLEIX
Y	1Ø12	3,21	12,1	3,77	
3.2					
X	No trobat	≈0,0	-	-	COMPLEIX
Y	1Ø14	5,77	16	2,77	

Àbacs

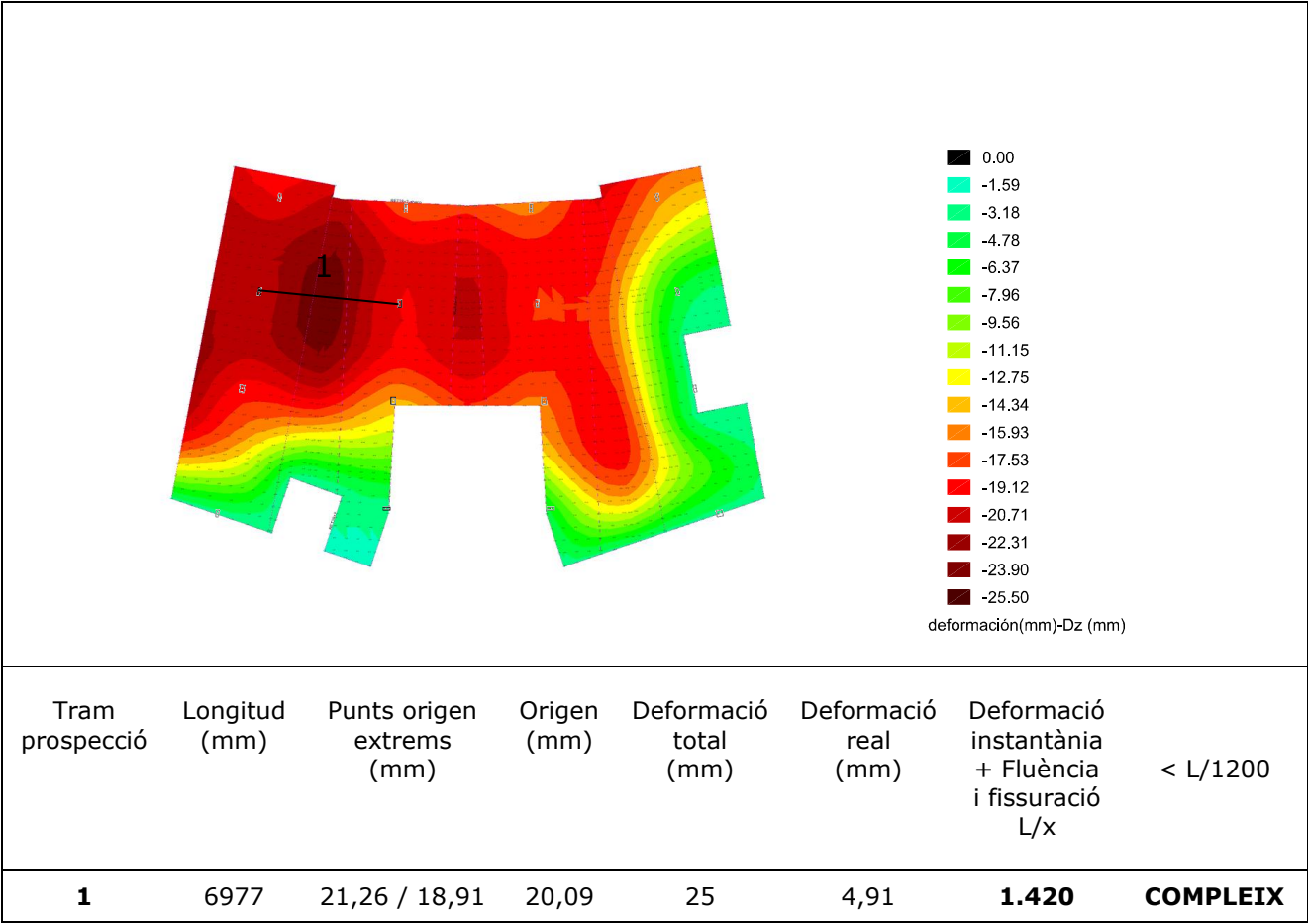
ZONA 1						
	Armat (2 nervis) (ud.)	At (cm ²)	Mom. mig x/y (kNm/ml)	As (cm ²)	FS	
DIR. X	1Ø14	1,54	85,25	8,7	0,18	*
DIR. Y	4Ø16+4Ø12	12,56	47,54	6,2	2,03	COMPLEIX

* Tenint en consideració les cales realitzades a la resta d'àbacs, cada un dels nervis que transcorren l'àbac disposen un armat de 4 rodons. Entenem que les cales realitzades en aquest no han situat l'armat en direcció "X" correctament i, per tant, que el resultat obtingut no és real, mancant rodons que no s'han arribat a caracteritzar.

Si considerem que manquen 7 rodons (3 del nervi del Ø14 caracteritzat i 4 del restant), amb diàmetres de 12 (cas desfavorable en el forjat objecte d'estudi), compliria amb un factor de seguretat de 1,09.

En conclusió, basant-nos en els resultats obtinguts a la resta d'àbacs, considerem que treballa correctament.

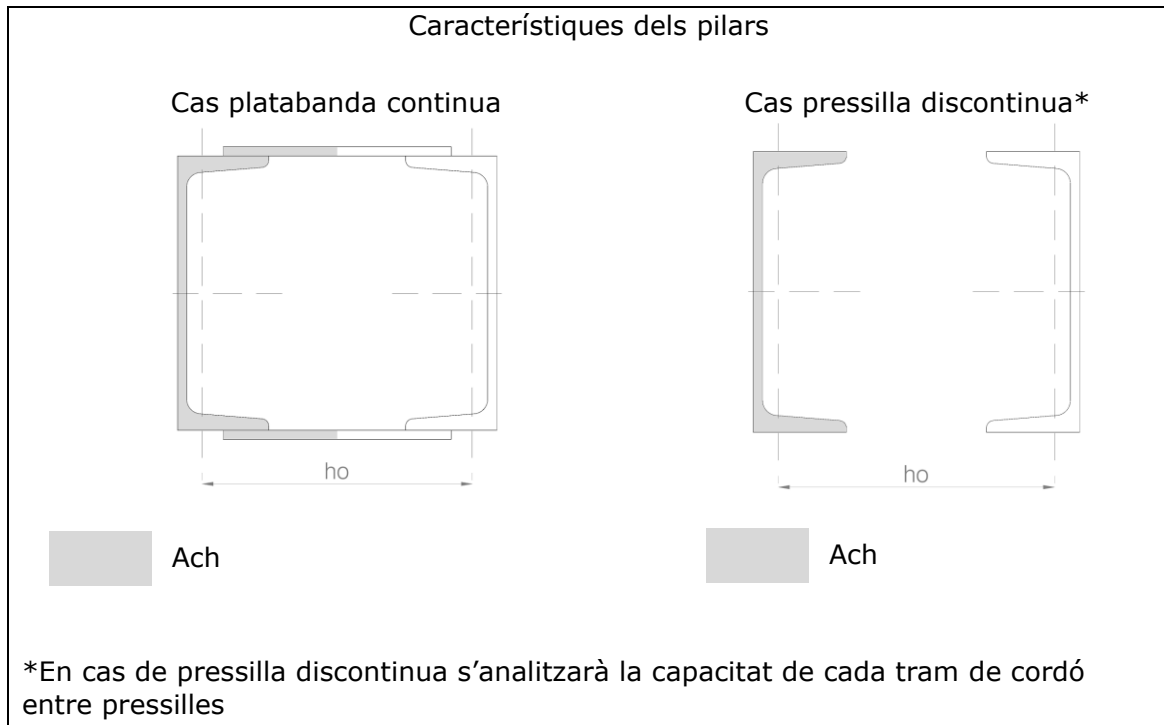
Comprovacions en Estat Límit de Servei:



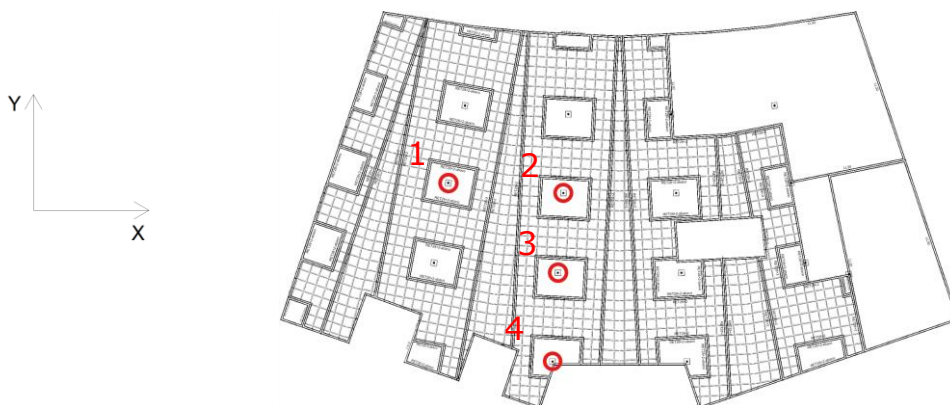
7.4.3 Estructura vertical

7.4.3.1 Pilars

S'analitzaran els pilars caracteritzats durant la inspecció de detall realitzada. Tots els pilars analitzats es componen de perfils 2xUPN de secció variable amb platabandes contínues o pressilles disposades en distàncies variables.

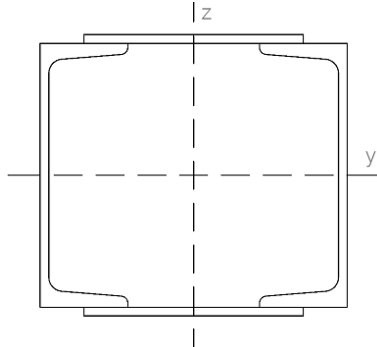


Sostre planta tercer soterrani – pilars caracteritzats



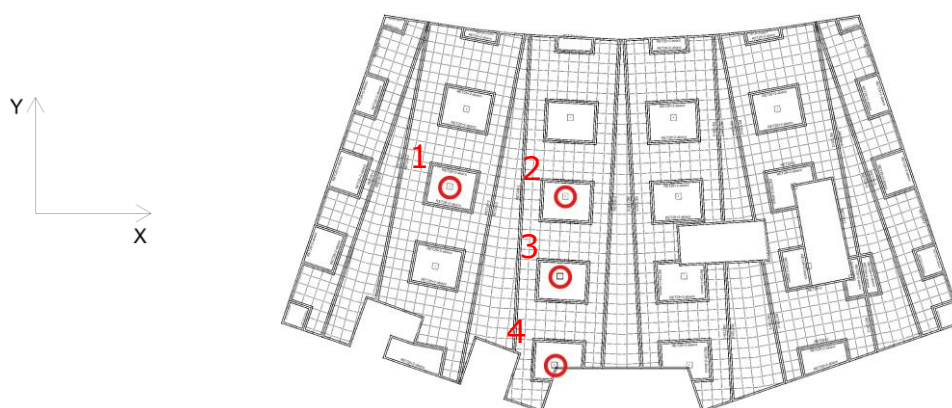
Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=25mm	-4.324,24	-9,21	-6,32	1,30	COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=20mm	-3.850,15	6,76	-4,44	1,32	COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=30mm	-3.824,53	-13,83	-5,58	1,62	COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=25mm	-685,58	-48,91	-10,34	8,23	COMPLEIX

Desenvolupament càlcul – Pilar tipus amb platabanda continua – PILAR 1

Sostre planta tercer soterrani - PILAR 1 					
Secció	Axil (kN)	Moment y (mkN)	Moment z (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=25mm	-4.324,24	-9,21	-6,32	1,30	COMPLEIX
Perfil cordón	U			E (Mpa)	210.000
Cordón	UPN-300	I_y (mm ⁴)	494.090.000	G	80769,23
Ach (mm ²)	12.207,00	I_y	201,19	f_{yk}	260
nc	2	I_z (mm ⁴)	332.750.000	γ_{M1}	1,1
Aeb (mm ²)	24414	I_z	165,10	f_{yd}	236,36
ho (mm)	296				
<u>Comprobación de los cordones</u> a) Esfuerzo axial en la sección central del cordón eo(mm) 7,5 <i>Imperfección inicial</i> Md (Nmm) 33.335.546 <i>Momento debido a la imperfección inicial</i> N1d (N) 2.212.297 <i>Esfuerzo axial que debe soportar un cordón</i> b) Esfuerzo axial y momento en la secciones extremas del cordón N1d (N) 2.162.120 Vd (N) 27.927 <i>Sólo válido en caso de Med externo=0</i> M1d (Nmm) 2164351,902 c) Comprobación del cordón c.1) En la sección cental (N1d≠0; Med=0) Esfuerzos a) λ_{ch} 0,020 χ 1,000 Nb,Rd (N) 2.885.291 Coef. de rendimiento 0,767 OK $N1d(a) / Nb.Rd(c,1)$ Factor seguretat 1,30					

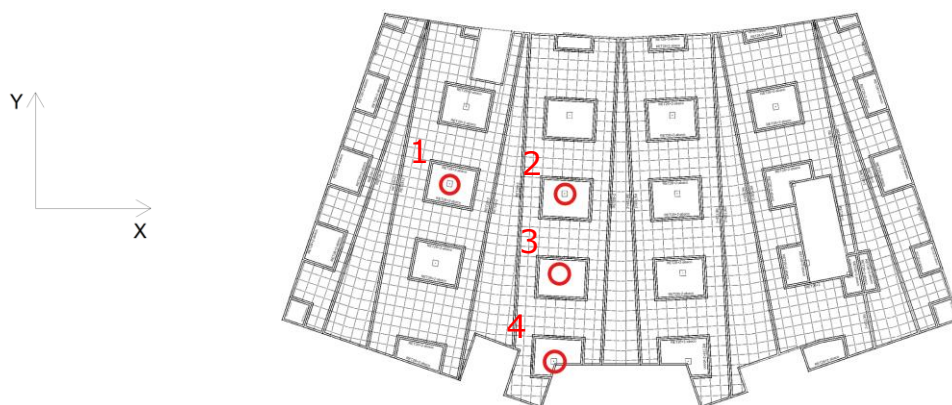
c.2)	En los extremos (N1d≠0; M1d≠0)		<i>Esfuerzos b)</i>	
c.2,a)	Pandeo			
	$(N1d/(\chi \cdot A_{ch})) + ((k_{yy} \cdot M1d)/(W_{pl,y})) < f_{yd}$			
	W _{el} (Iz)	395.000,0	W _{ply} (Iz)	602.200,0
	181	<	236,36	
c.2,b)	Plastificación			
	$(N1d/(A_{ch})) + ((M1d)/(W_{pl,y})) < f_{yd}$			
	181	<	236,36	

Sostre planta segon soterrani – pilars caracteritzats



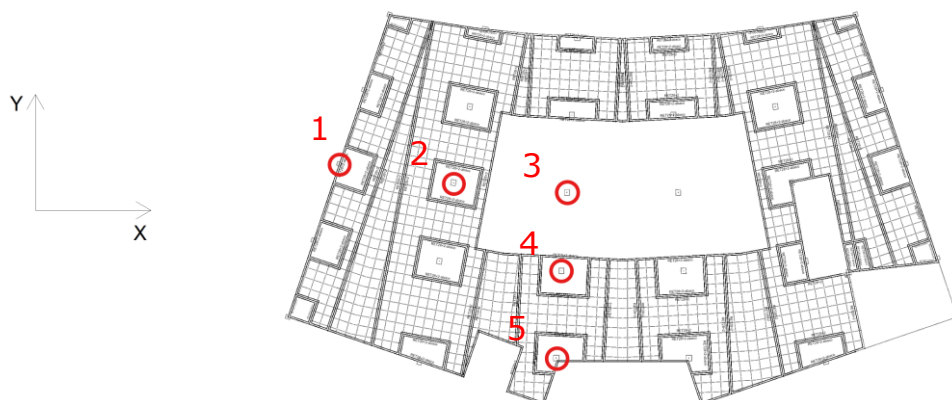
Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=25mm	-3.899,33	-23,77	-7,41	1,45	COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=15mm	-3.447,62	-6,67	4,23	1,33	COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=30mm	-3.357,18	-21,93	5,31	1,85	COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=25mm	-816,59	-82,67	-27,50	6,91	COMPLEIX

Sostre planta primer soterrani – pilars caracteritzats



Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	- 3.469,43	-54,44	12,70	1,13	COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-3.034,46	21,25	13,06	1,29	COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=20mm	-2.844,50	-15,69	50,16	1,78	COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=20mm	-831,51	-74,98	-43,53	6,10	COMPLEIX

Sostre planta baixa – pilars caracteritzats

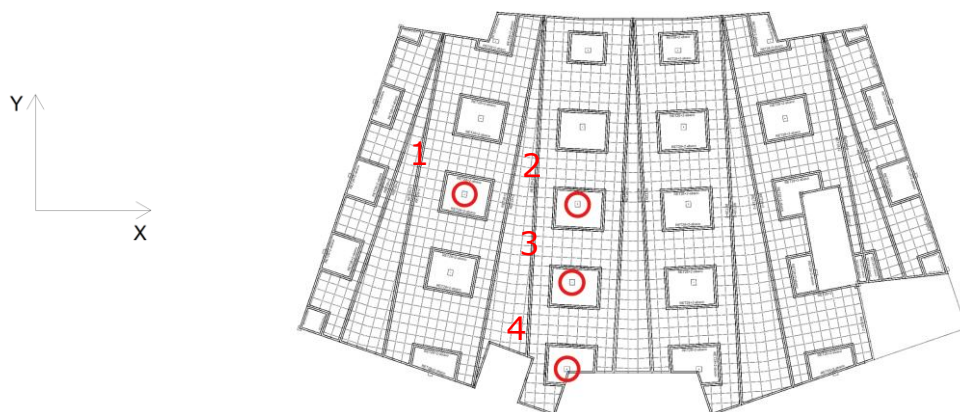


Pilar 1 2xUPN 260 + Platabanda continua e=10mm	Axil Nd (kN) -1.545,11	Moment Mdy (mkN) -110,04	Moment Mdz (mkN) -47,17	FS 1,85	COMPLEIX
Pilar 2 2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	Axil Nd (kN) -2.835,60	Moment Mdy (mkN) 26,56	Moment Mdz (mkN) -72,86	FS 1,30	COMPLEIX
Pilar 3 2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	Axil Nd (kN) -2.499,53	Moment Mdy (mkN) -14,72	Moment Mdz (mkN) 19,34	FS 1,54	COMPLEIX*
Pilar 4 2xUPN 300 + Platabanda continua e=20mm	Axil Nd (kN) -2.187,82	Moment Mdy (mkN) 53,48	Moment Mdz (mkN) -57,76	FS 2,16	COMPLEIX
Pilar 5 2xUPN 300 + Platabanda continua e=20mm	Axil Nd (kN) -402,86	Moment Mdy (mkN) -112,24	Moment Mdz (mkN) -59,72	FS 8,86	COMPLEIX

*En el cas del pilar 3 s'ha considerat una altura de doble alçada.



Sostre planta primera – pilars caracteritzats

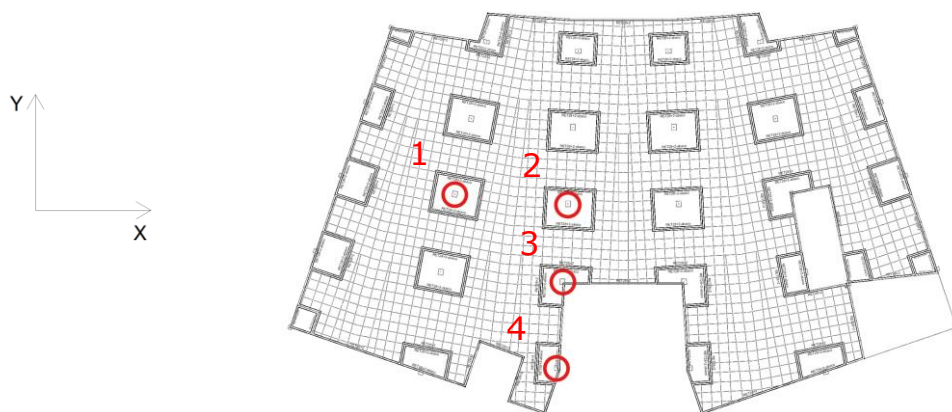


Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-2.543,47	-38,69	71,54	1,44	COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-2.499,53	-14,72	19,34	1,54	COMPLEIX*
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-1.983,37	-54,46	71,55	1,81	COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-273,30	-98,31	-63,96	8,99	COMPLEIX

*En el cas del pilar 2 s'ha considerat una altura de doble alçada.



Sostre planta segona – pilars caracteritzats



Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Pressilles e=10mm c/900	-2.136,01	5,68	-73,47	Cordó 1,20 Entre Pressilles 0,60	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Pressilles e=10mm c/900	-1.956,65	17,22	-55,48	Cordó 1,33 Entre Pressilles 0,65	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-1.629,27	-30,86	102,24	2,07	COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Pressilles e=10mm c/900	-116,80	60,70	35,73	Cordó 14,22 Pressilla 6,67	COMPLEIX COMPLEIX

Desenvolupament càlcul – Pilar tipus amb pressilla – PILAR 1

Sostre planta segona - PILAR 1

Secció	Axil (kN)	Moment y (mkN)	Moment z (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Pressilles e=10mm c/900	-2.136,01	5,68	-73,47	Cordó 1,20 Entre Pressilles 0,60	COMPLEIX NO COMPLEIX
Perfil cordón	U			E (Mpa)	210.000
Cordón	UPN-300	$I_y(\text{mm}^4)$	163.440.000	G	80769,23
Ach (mm ²)	5.957,50	I_y	165,63	f_{yk}	260
nc	2	$I_z(\text{mm}^4)$	267.640.000	γ_{M1}	1,1
Aeb (mm ²)	11915	I_z	211,95	f_{yd}	236,36
ho (mm)	296				

Predimensionado presillas

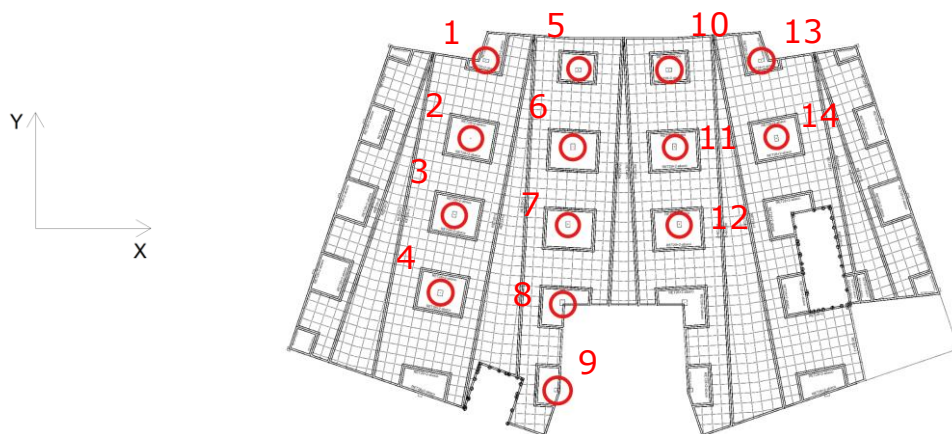
hp ó a(mm)	900	900,00
espacios	0,35	937,5

Capacidad de cada tramo de cordón entre presillas

Npl,ch (N)	1.408.136	Axil plástico (1cordón entre presillas)
Ncr,ch (N)	684833572,3	Axil crítico (1cordón entre presillas)
Lcr	810	Longitud de pandeo (dist.presillas)
λ_c	4	Esb. Mec. complementaria (dist.presillas/ i_{min})
$\lambda_{k,z}$	15	Esbeltz barra compuesta (L_{ky}/i_{eff})
$\lambda_{id,z}$	15	Esbeltz ideal
λ_E	89	Esbeltz euler
λ_{ch}	0,045	Esbeltz reducida de 1cordón (dist.presillas)
Curva de pandeo	c	
α	0,49	
ϕ	0,463	
χ	1,000	
Nch,ed (N)	1.280.124	Capacidad resistente barra (soporte compuesto empresillado)
Coef. de rendimiento	1,669	NO
Factor seguridad	0,600	

Comprobación de los cordones					
a)	Esfuerzo axil en la sección central del cordón				
	eo(mm)	7,5	Imperfección inicial		
	Md (Nmm)	16.484.176	Momento debido a la imperfección inicial		
	N1d (N)	1.169.969	Esfuerzo axil que debe soportar un cordón		
b)	Esfuerzo axil y momento en la secciones extremas del cordón				
	N1d (N)	1.068.005			
	Vd (N)	13.810	Sólo válido en caso de Med externo=0		
	M1d (Nmm)	3107194,004			
c)	Comprobación del cordón				
c.1)	En la sección cental (N1d≠0; Med=0)			Esfuerzos a)	
	λch	0,045			
	χ:	1,000			
	Nb,Rd (N)	1.408.136			
	Coef. de rendimiento	0,831	OK	N1d(a) / Nb.Rd(c,1)	
	Factor seguridad	1,20			
c.2)	En los extremos (N1d≠0; M1d≠0)			Esfuerzos b)	
c.2,a)	Pandeo				
	$(N1d/(\chi^* A_{ch})) + ((k_{yy} * M1d)/(W_{pl,y})) < f_{yd}$				
	Wel (Iz)	1.534.700,0		Wply (Iz)	1.751.600,0
		181	<	236,36	
c.2,b)	Plastificación				
	$(N1d/(A_{ch})) + ((M1d)/(W_{pl,y})) < f_{yd}$				
		181	<	236,36	

Sostre planta tercera – pilars caracteritzats



Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 180 + Pressilles e=10mm c/700	-1.015,68	16,61	-20,44	Cordó 1,30 Entre Pressilles 0,60	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.453,26	6,11	-78,20	Cordó 1,23 Entre Pressilles 0,57	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.719,26	6,92	-64,06	Cordó 1,07 Entre Pressilles 0,50	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Platabanda continua e=10mm	-1.547,06	64,55	104,44	Cordó 2,16	COMPLEIX
Pilar 5	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-1.101,65	-20,08	-19,47	Cordó 1,55 Entre Pressilles 0,74	COMPLEIX NO COMPLEIX

Pilar 6	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.289,61	14,91	-80,99	Cordó 1,36 Entre Pressilles 0,64	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 7	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.575,42	-7,29	47,84	Cordó 1,19 Entre Pressilles 0,56	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 8	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 300 + Pressilles e=10mm c/900	-1.300,13	-37,92	122,80	Cordó 1,76 Entre Pressilles 0,81	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 9	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-125,97	-23,92	3,60	Cordó 13,23 Entre Pressilles 6,48	COMPLEIX COMPLEIX
Pilar 10	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-1.104,03	-22,90	-32,97	Cordó 1,50 Entre Pressilles 0,69	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 11	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.270,99	10,48	-66,92	Cordó 1,41 Entre Pressilles 0,66	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 12	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.415,25	24,51	-49,64	Cordó 1,31 Entre Pressilles 0,86	COMPLEIX NO COMPLEIX



Pilar 13	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 180 + Pressilles e=10mm c/700	-1.049,09	9,28	28,97	Cordó 1,19 Entre Pressilles 0,55	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 14	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Platabanda continua e=10mm	-923,00	-6,57	69,43	1,65	COMPLEIX

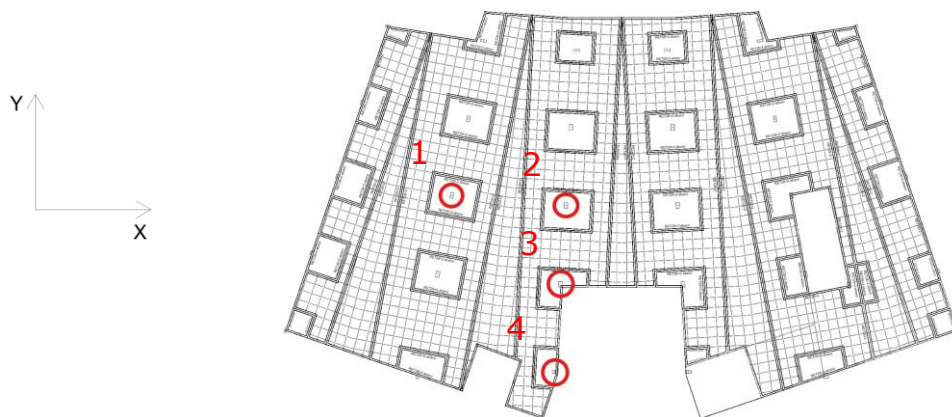


Sostre planta quarta – pilars caracteritzats



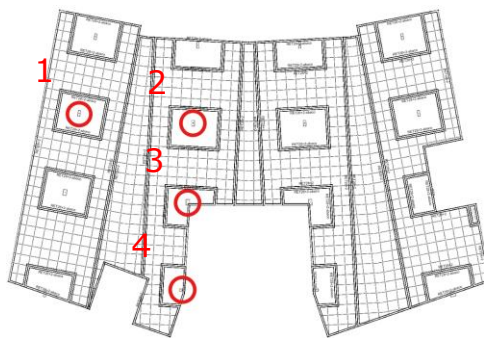
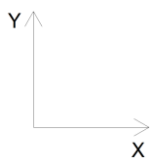
Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-1.310,65	7,95	-59,85	Cordó 1,23 Entre Pressilles 0,57	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-1.207,94	6,52	-47,78	Cordó 1,52 Entre Pressilles 0,70	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 240 + Pressilles e=10mm c/900	-965,04	-23,92	111,18	Cordó 1,66 Entre Pressilles 0,77	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 200 + Pressilles e=10mm c/700	-108,77	-20,54	1,08	Cordó 13,97 Entre Pressilles 6,45	COMPLEIX COMPLEIX

Sostre planta quinta – pilars caracteritzats



Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 180 + Pressilles e=10mm c/700	-896,58	13,25	-45,67	Cordó 1,33 Entre Pressilles 0,62	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-831,79	-12,36	24,02	Cordó 2,00 Entre Pressilles 0,92	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-635,78	-26,16	97,19	Cordó 2,10 Entre Pressilles 0,93	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 160 + Pressilles e=10mm c/700	-82,07	-9,93	-1,33	Cordó 13,82 Entre Pressilles 6,39	COMPLEIX COMPLEIX

Sostre planta sisena (coberta en estat reformat) – pilars caracteritzats



Pilar 1	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 140 + Pressilles e=10mm c/550	-423,20	-4,69	44,82	Cordó 1,87 Entre Pressilles 0,86	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 2	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 160 + Pressilles e=10mm c/550	-516,94	3,96	-40,14	Cordó 1,89 Entre Pressilles 0,87	COMPLEIX NO COMPLEIX
Pilar 3	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 220 + Pressilles e=10mm c/700	-312,76	-9,59	170,27	Cordó 2,63 Entre Pressilles 1,22	COMPLEIX COMPLEIX
Pilar 4	Axil Nd (kN)	Moment Mdy (mkN)	Moment Mdz (mkN)	FS	
2xUPN 140 + Pressilles e=10mm c/550	-47,59	7,56	2,22	Cordó 18,51 Entre Pressilles 9,34	COMPLEIX COMPLEIX

7.4.4 Situació d'incendi

7.4.4.1 Plantes soterrani

En base a la normativa, en planta sota rasant d'un edifici d'ús administratiu, la resistència a considerar és de 120 minuts.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio^{(1) (2)}

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con <i>altura de evacuación</i> :		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su <i>uso previsto</i> : ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120

Imatge 7-7 Normativa del CTE DB SI

7.4.4.1.1 Llosa massissa

Si consultem el Codi Estructural, el recobriment mínim requerit per a compliment de restricció de foc en soterrani R-120 és:

Resistencia al fuego normalizado	Dimensiones mínimas (mm)	
	Espesor de losa h_s	Recubrimiento mecánico a
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50
* El recubrimiento geométrico requerido por el Anejo 19 del Código Estructural será, normalmente, el valor determinante.		

Imatge 7-8 Normativa del Codi Estructural, Taula A20.5.8

Recobriment requerit	Recobriment llosa	
35 mm	~20 mm	NO COMPLEIX



Serà necessari disposar d'una capa inferior per tal de complir amb els requeriments de foc. Si consultem el CTE-DB-SI a l'apartat C.2.4, s'especifica el següent:

C.2.4 Capas protectoras

- 1 La *resistencia al fuego* requerida se puede alcanzar mediante la aplicación de capas protectoras cuya contribución a la resistencia al fuego del elemento estructural protegido se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 13381-3: 2016.
- 2 Los revestimientos con mortero de yeso pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a 1,8 veces su espesor real. Cuando estén aplicados en techos, para valores no mayores que R 120 se recomienda que su puesta en obra se realice por proyección y para valores mayores que R 120 su aportación solo puede justificarse mediante ensayo.

Imatge 7-9 Normativa del CTE DB SI

Podem comptabilitzar un gruix addicional pel morter de guix equivalent a 1,8 cops el seu gruix real. De forma que, per arribar al recobriment, seria necessari:

Recobriment requerit	Recobriment llosa	Gruix guix mínim per garantir
35 mm	~20 mm	8 mm

Si afegim un recobriment de morter de guix de 8 mm podríem garantir la resistència al foc de **R-120**.

Actualment es disposa d'una capa de morter de guix i, per tant, es considera que **l'estat actual compleix amb els requisits de la normativa vigent**.

7.4.4.1.2 Forjat reticular

En aquest cas, es tracta d'un forjat reticular i, per tant, és necessari garantir unes dimensions mínimes i recobriments dels nervis. Al Codi Estructural, Tabla A20.5.11, s'especifica el següent:

Tabla A20.5.11 Dimensiones mínimas y recubrimientos mecánicos mínimos para losas nervadas de dos vanos de hormigón armado o pretensado con al menos una arista restringida

Resistencia al fuego normalizado	Medidas mínimas (mm)			
	Posibles combinaciones de la anchura de los nervios $b_{\min.}$ y recubrimiento mecánico a			Espesor de la losa h_s y recubrimiento mecánico a en el ala
1	2	3	4	5
REI 30	$b_{\min} = 80$ $a = 10^*$	-	-	$h_s = 80$ $a = 10^*$
REI 60	$b_{\min} = 100$ $a = 25$	120 15*	≥ 200 10*	$h_s = 80$ $a = 10^*$
REI 90	$b_{\min} = 120$ $a = 45$	160 25	≥ 250 15*	$h_s = 100$ $a = 15^*$
REI 120	$b_{\min} = 160$ $a = 45$	190 40	≥ 300 30	$h_s = 120$ $a = 20$
REI 180	$b_{\min} = 310$ $a = 60$	600 50	-	$h_s = 150$ $a = 30$
REI 240	$b_{\min} = 450$ $a = 70$	700 60	-	$h_s = 175$ $a = 40$
$a_{sd} = a + 10$				
Para losas nervadas pretensadas, el recubrimiento mecánico a debería incrementarse de acuerdo con el punto (5) del apartado 5.2.				
a_{sd} designa el recubrimiento mecánico medio del paramento lateral del nervio expuesto al fuego.				
* El recubrimiento geométrico requerido por el Anejo 19 será, normalmente, el valor determinante.				

Imatge 7-10 Normativa del Codi Estructural, Taula A20.5.11

S'exigeix una amplada mínima de nervi de 160 mm i un recobriment mecànic de 45 mm.

L'amplada de nervi és de 100 mm i el gruix de la paret dels revoltos ceràmics confrontants és de 10 mm. Prenent en compte que la normativa permet considerar doble el gruix de paret dels revoltos confrontants (CTE-DB-SI apartat C.2.3.5 – 3), l'ample a considerar resultaria en 140 mm i, per tant, no s'arriba al mínim exigint de 160 mm.

Amb l'objectiu de complir amb els requeriments exigits, es proposa realitzar una capa de formigó projectat, el gruix del qual s'hauria de determinar en fase de projecte.

7.4.4.2 Plantes sobre rasant

En forjats sobre rasant les restriccions en forjats reticulars contemplen un ample mínim de nervi de 120 mm. i un recobriments mecànic de 45 mm.

L'ample del nervi dels forjats objecte d'estudi és de 100 mm., però si comptem (doble) els 10 mm. a ambdós costats del gruix del revoltó ceràmic, obtenim un gruix superior als 120 mm requerits.

Pel que fa al recobriments a garantir, prenent en compte que, per assegurar la vida útil serà necessari realitzar una capa de morter reparador (veure apartat "7.4.5 Durabilitat"), aquesta ja serà suficient per tal de garantir la resistència al foc sol·licitada.

7.4.5 Durabilitat

S'executen assaigs per part de Socotec per tal de determinar, entre d'altres factors, l'estat límit de durabilitat de l'armadura passiva tenint en compte la carbonatació present.

La principal indicació que es pretén aconseguir amb aquesta mesura es conèixer si la carbonatació ha arribat o no fins l'armadura, el que permetrà establir si ha pogut provocar o contribuir al desenvolupament de la corrosió, en el cas que s'hi hagi produït.

La mesura de la profunditat de la capa carbonatada als formigons es basa en la determinació de la reducció de l'alcalinitat que suposa la carbonatació, la qual pot posar-se de manifest mitjançant un indicador de pH, que la fa visible pel canvis de coloració. Aquest mètode no permet fer distinció entre la pèrdua d'alcalinitat provocada per la carbonatació o per altres causes com l'exposició als àcids o a altres gasos àcids.

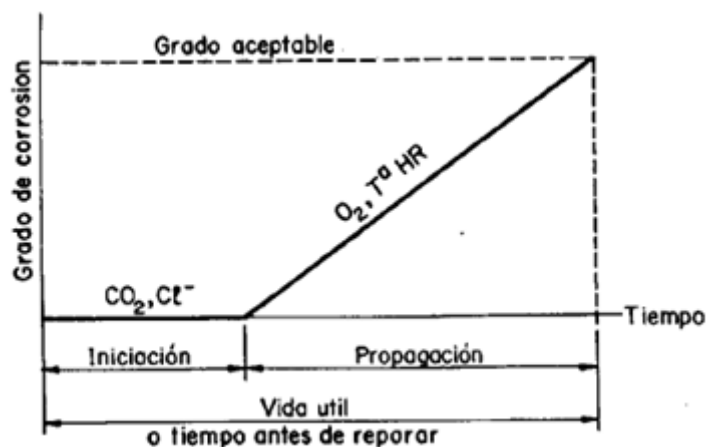
La fenolftaleïna gira de incolor a porpra en l'interval 8,5-10. Si el color que adquireix la superfície amb l'indicador es rosat correspon a un pH entre 8 i 9,5; Quan l'indicador és de color vermell-porpra correspon a un pH entre 9,5 a 10. Aquest indicador es incolor en valors de pH inferiors a 8,5 i valors superiors a 10.

El pH d'un formigó amb ciment pòrtland té un pH superior a 12; si pateix carbonatació el pH disminuirà. La passivació de l'acer embegut en formigó pot produir-se quan el pH és superior a 11,4.

La vida útil d'una estructura és el període de temps en què l'estructura conserva els requisits de projecte sobre seguretat, funcionalitat i estètica sense costos inesperats de manteniment. Aquesta és la suma de el període d'iniciació i el període de propagació. Sent el període d'iniciació (tu) de la corrosió, el temps que l'agressiu triga a arribar a fins a l'armadura i despassivar-la. El període de propagació (tp) és el temps en què l'armadura es corroeix lliurement, fins que arriba a un grau de deteriorament inacceptable des del punt de vista de la seguretat o funcionalitat o estètica; la velocitat de corrosió dependrà de la resistència mecànica, la concentració de CO₂, la temperatura, el temps de curat, el tipus de ciment o la humitat relativa.

Un cop l'estructura és reparada, s'estableixen els requisits mecànics, estructurals i ambientals que s'han considerat per a realitzar aquesta reparació.





Imatge 7-11 Model de vida útil de Tuutti

A continuació es procedeix a efectuar la diagnosi de l'estructura de formigó de l'edifici objecte d'estudi:

A partir del resultats obtinguts s'extreuen les següents conclusions en estat actual:

- **Estructura sota rasant**

Ambient	Recobriment geomètric mitjà	Profunditat de carbonatació (percentil 95)	
XC3	13,30 mm	27,50 mm	Armadura Despassivada
Vida útil residual per a la fissuració del recobriment			13 anys

- **Estructura sobre rasant**

Ambient	Recobriment geomètric mitjà	Profunditat de carbonatació (percentil 95)	
XC3	8,11 mm	25,20 mm	Armadura Despassivada
Vida útil residual per a la fissuració del recobriment			18 anys

Es requereix intervenir per a restaurar la passivitat.

8 RECOMANACIONS I CONCLUSIONS

8.1 Seguretat estructural

En aquest apartat, es descriuen les condicions dels elements analitzats, en relació a la seva seguretat estructural en estat actual i reformat, considerant els següents conceptes:

Una situació de servei és aquella que, quan es supera, afecta al confort i al benestar dels usuaris, al funcionament de l'edifici o a l'aparença de la construcció.

Una situació límit últim és aquella que, al ser sobrepassada pot ocasionar el col·lapse de l'estructura parcial o completa de l'edifici. Els resultats obtinguts en l'estat límit últim dels elements analitzats en el present informe són els següents:

8.1.1 Fonamentació

- Es considera que la fonamentació és segura, ja que la tensió del terreny obtinguda a la sabata analitzada és inferior al límit marcat en l'estudi geotècnic, amb un factor de seguretat de 1,09 (segons s'ha definit al capítol "7.4.1. Tensions de treball de la fonamentació").

Altrament, els elements estructurals i no estructurals no presenten lesions que indiquin un mal comportament en relació a la fonamentació i, en estat reformat, les càrregues es mantenen conforme a l'estat actual.

8.1.2 Estructura horitzontal

Forjat reticular

- Els forjats reticulars analitzats compleixen a flexió segons els requeriments de la normativa vigent.
- Tallant: S'ha constatat que únicament es disposa d'armat a tallant en direcció "X" en els trams pròxims a l'àbac. Tots els casos analitzats compleixen amb els requeriments de la normativa vigent.

En direcció "Y", si considerem la normativa vigent en el moment de redacció del projecte (considerem que es tracta de la normativa EH 68, en base a la data de projecte 1.972 i data de construcció 1.978 segons catastro), els nervis complirien, generalment, sense necessitat d'armat a tallant. No obstant, tot prenent com a primera referència la normativa vigent, és necessari executar reforços en la major part dels nervis que confronten els àbacs.

Es recomana reforçar els citats nervis massissant els cassetons, previ retirada dels mateixos i disposició de l'armat corresponent en el massissat.

- Punxonament: Compleixen en tots els casos analitzats els requeriments de la normativa vigent.



8.1.3 Estructura vertical - Pilars

Pilars sota rasant

- Els pilars compleixen en tots els casos els requeriments de la normativa vigent.

Pilars sobre rasant

- Els pilars sobre rasant que no disposen de platabanda contínua no compleixen de forma generalitzada.

Es recomana reforçar els pilars mitjançant platabandes en tots aquells espais entre pressilles.

8.2 Resistència al foc

Llosa massissa sota rasant – R120*

- El forjat existent, amb el recobriment disposat, no compleix amb els requisits establerts a la normativa vigent sense la disposició d'un revestiment inferior de gruix mínim 8 mm. En l'estat actual es disposa una capa de morter de guix que supera el mínim indicat i, per tant, sí que garanteix la resistència al foc exigida, sempre i quan es pugui conservar en estat reformat. En cas contrari, seria necessari aplicar un revestiment inferior continu.

Forjat reticular sota rasant – R120*

- El forjat no compleix els requisits establerts a la normativa vigent.

Per tal de garantir la resistència al foc requerida, es recomana aplicar perlita-vermiculita.

El requeriment de foc R120 també s'exigeix en plantes sobre rasant si l'ús considerat és de pública concurrència. Per tant, si l'accés en PB es manté com a tal, s'hauria de prendre la mateixa consideració que la dels forjats sota rasant.

Forjat reticular sobre rasant – R90*

- El forjat reticular disposa d'un ample de nervi de 100 mm, tenint adossades dues parets de ceràmiques del cassetó. Per aquest motiu es compleix el requisit de gruix mínim de nervi de 120 mm.

D'altra banda, si considerem el recobriment geomètric existent, els forjats no complirien aquesta premissa indicada a la normativa vigent.

Es recomana, per tant, incrementar el recobriment geomètric.



Aquest increment de recobriment es recomana efectuar-se amb morter de reparació estructural.

*Cal destacar que, en cas d'exigir-se els requeriments per compartimentació d'incendi, s'hauria de realitzar un estudi adicional en deteniment.

8.3 Durabilitat

En base als resultats obtinguts als assaigs realitzats per part de Socotec, es conclou en que, de forma generalitzada, l'armadura es troba despassivada en estat actual.

Es requereix intervenir per a restaurar la passivitat i garantir la seva vida útil de 50 anys.

Es recomana realitzar la reparació segons el següent procés constructiu:

- Eliminar revestiment continu existent en alguns forjats i realitzar la preparació del suport.
- En les cales efectuades i en les zones amb taques d'òxid, passivar l'armadura passiva i posteriorment disposar el morter de reparació estructural classe R3.

Es comunicarà a la D.F. la secció residual en cas de pèrdua de secció de l'armadura superior o igual al 10% , per ordenar les mesures correctores oportunes.

- Aplicació d'inhibidor de corrosió tipus Sika ferrogard-903 plus.
- Aplicació de morter tipus sikarep-2300 amb un gruix de 20 mm, per tal de restaurar i incrementar el recobriment geomètric de forma generalitzada.
- Aplicació de recobriments impermeabilitzants i anticarbonatació tipus sikagard-5500.
- Efectuar un manteniment al llarg de la seva vida en servei, per tal de revisar l'estat de conservació del recobriment i reparar-lo en el seu cas cada 5-10 anys, i recomanant reaplicar l'inhibidor de corrosió cada 15 anys.

I aquest és l'Informe que emeten, segons el seu lleial saber i entendre, els tècnics que sotaescriuen i que, sotmetent-lo a qualsevol altre de millor fonamentat, signen a:

Tarragona, 29 juliol de 2025,

Signat:



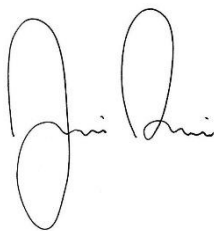
Albert Martínez Martín
Arquitecte i Cap de projectes de
WINDMILL Structural Consultants, S.L.P.

Revisat:



Ada Samà i Alcalà
Arquitecta Tècnica i Sòcia de
WINDMILL Structural Consultants, S.L.P.

Aprobat:



Josep Ramón Solé Marzo
Dr. Arquitecte i Soci Director de
WINDMILL Structural Consultants, S.L.P.

MARC NORMATIU

El disseny i anàlisi abordat en el present treball s'ha atès a tot el que estipula en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en relació als elements estructurals, destacant els següents Documents Bàsics:

- DB-SE, Documento Básico SE de seguridad estructural.
- DB-SE-AE, Documento Básico SE Seguridad estructural, Acciones en la Edificación.
- DB-SE-C, Documento Básico SE Seguridad estructural, Cimientos
- DB-SE-A, Documento Básico SE Seguridad estructural, Acero
- DB-SE-I, Documento Básico SE Seguridad estructural en caso de Incendio

Adicionalment, el treball ha quedat recolzat en les següents instruccions:

- CE 2021, Codi Estructural. Real Decreto 470/2021
- NCSE-02, Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación.

SOFTWARE

El cos principal de l'anàlisi presentat ha estat abordat amb els següents programes:

- WM-AGE (Anàlisi Global de Estructures, en primer i segon ordre, pel mètode dels Elements Finites). Aquest programa es desenvolupa a Windmill, S.L.P.



ESTIMACIÓ ECONÒMICA D'INTERVENCIIONS EN L'ESTRUCTURA

- **No inclou els enderrocs ni la reposició d'acabats**

REFORÇ D'ESTRUCTURA

DESCRIPCIÓ: Massissat de cassetons per a reforç a tallant. Inclou previ enderroc de capa superior de formigó i de cassetons. Inclou el formigonat, l'armat connectat i la resina epoxi.

	m2	Unitat kg	ud	€/m2	Import €/kg	€/ud	Import total €
	-	-	1520	-	-	395,00	600.400,00

DESCRIPCIÓ: Reforç de pilars amb pletines metàl·liques, per tal de conformar una platabanda continua.

	m2	Unitat kg	ud	€/m2	Import €/kg	€/ud	Import total €
Pletines metàl·liques	-	19.250	-	-	2,50	-	48.125,00

DURABILITAT

DESCRIPCIÓ: Restitució de passivitat i actuacions per a garantir la vida útil dels nervis. S'estima un 15% de reparació de nervis, a verificar in situ.

	m2	Unitat kg	ud	€/m2	Import €/kg	€/ud	Import total €
Rep. acer passivat	350	-	-	100,00	-	-	35.000,00
Actuacions garantir durabilitat	3665	-	-	115,00	-	-	421.475,00



INCENDI

DESCRIPCIÓ: Protecció passiva contra incendi amb perlita-vermiculita. Només a plantes soterrani i sostre planta baixa (Requeriment R-120).

	m2	Unitat kg	ud	€/m2	Import €/kg	€/ud	Import total €
	2.700	-	-	27,00	-	-	72.900,00

DESCRIPCIÓ: Protecció ignífuga (pintura) i anticorrosió dels pilars metàl·lics de l'edifici.

	m2	Unitat kg	ud	€/m2	Import €/kg	€/ud	Import total €
Prot. ignífuga R-120 i anticorrosió	200	-	-	145,00	-	-	29.000,00
Prot. ignífuga R-90 i anticorrosió	840	-	-	100,00	-	-	84.000,00

IMPORT TOTAL INTERVENCIÓ

IMPORT TOTAL (€) **1.290.900,00***

*L'import total correspon al P.E.M. de la intervenció estimada en l'estructura.



ANNEX 1 – PLA DE CALES



24.864

Diagnosi estructural de l'edifici de la Plaça Imperial Tàrraco de Tarragona

Client: Diputació de Tarragona

PLA DE RECONeixEMENT DE L'ESTRUCTURA

WM 24.864.01 Pla de cales.doc

29 juliol de 2025



1 OBJECTE

L'objecte del present document és el d'identificar i descriure les intervencions, cales i/o assajos destinats a reconèixer els trets de l'estructura necessaris per a fonamentar el projecte de referència.



2 MÈTODE

Els punts d'inspecció o assaig i la seva tipologia, queden identificats en la planta de fonamentació i als sostres successius, segons s'indica en els següents apartats.

En el cas d'elements pertanyents a l'estructura vertical, típicament murs de càrrega i pilars, es fa referència als elements que suporten el pis representat, per tant, els elements queden per sota d'aquest pis.



3 TIPOLOGIA DE LES INSPECCIONS

3.1 Fonaments

CIM-01 Sabata aïllada

Objecte:

- Reconèixer la cota de recolzament de sabates aïllades de fonamentació, l'aspecte del llit de recolzament i les dimensions principals de la sabata analitzada.
- Reconèixer la possible armadura passiva existent a la cara inferior de la sabata.
- Caracteritzar les possibles bigues riostes existents en les dues cares de la fonamentació. En els casos indicats per la Direcció Facultativa, es reconeixerà l'armat de les bigues riostes.

Procediment:

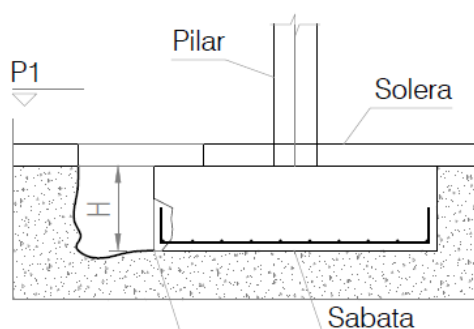
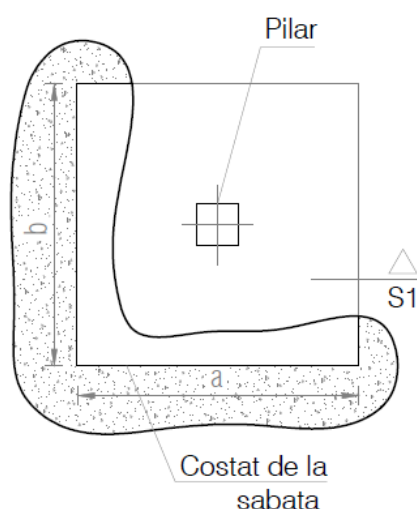
- Retirar la solera o el material que eventualment cobreixi la sabata sense danyar a la pròpia sabata. La retirada del material de cobertura de la fonamentació tindrà la intenció primera de localitzar una de les cantonades de l'element de fonamentació. Un cop localitzada la cantonada es progressarà en la retirada de material fins localitzar les dues cantonades adjacents, el que permetrà mesurar les seves dimensions en planta.
- En cas de sabates de cantonada o de vora, s'efectuarà la cala per l'interior de l'edifici objecte d'estudi, excepte en els casos indicats per la Direcció Facultativa.
- En cas de localitzar a la cala altra tipologia de fonamentació o localitzar sabates aïllades de grans dimensions, comunicar a la Direcció Facultativa per a ordenar les mesures oportunes en cada cas.
- S'excavarà la part de terreny que quedi junt a la sabata fins localitzar la seva cota de recolzament, però mai es produiran excavacions de més de 150cm de profunditat. En cas de que assolits els 150cm no s'hagin localitzat la base, es deurà avisar a la Direcció Facultativa de tal circumstància per a que defineixi la continuació dels treballs.
- Es realitzarà una cala horitzontal a la base de la fonamentació, a uns 10 cm aproximadament de la cota inferior, per tal de caracteritzar dues barres consecutives.
- Emplenat de l'excavació amb les terres extretes i execució de solera segons indicacions de la Direcció Facultativa.

A les cales realitzades en elements de formigó armat es tindran en compte els següents punts:

- S'extremarà la cura en l'eliminació de la capa de formigó en contacte amb les armadures per evitar danys a aquestes.



- En el cas que l'armadura sigui danyada correrà per compte de l'empresa adjudicatària de l'estudi objecte del present plec l'anàlisi, disseny i execució del reforç oportú per a la seva reparació.
- Per evitar, en la mesura del possible, aquest tipus de danys, s'aconsella, previ a la realització de la cala, la localització de l'armadura, ja sigui mitjançant cala prèvia o proves que permetin localitzar la posició dels armats.
- Un cop realitzada la inspecció de reconeixement de les cales per part de la Direcció Facultativa es procedirà a la reparació i posterior replè de la zona excavada amb grava i substitució de la solera.



En cas de sabates de formigó armat es realitzarà una cata per caracteritzar dues barres consecutives del possible armat inferior de la sabata

PLANTA P1

SECCIÓ S1

FON-A

Reparació:

El procediment per a la reparació de les cales realitzades en elements de formigó armat serà el següent:

- Primerament, es procedirà al despreniment per mitjans mecànics dels fragments de formigó no fermament adherits a l'element a recompondre, tractant d'aconseguir que la superfície sigui d'àrid fracturat i no d'àrid després.
- Sobre aquestes superfícies, s'aplicarà una capa d'imprimació o pont d'unió entre formigons de diferents edats, perquè l'adherència entre ambdós materials sigui correcta.
- Per al replè de la cala s'utilitzarà un morter estructural de classe R3 segons norma EN 1504-3, la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N/mm². Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.

CIM-02 Sabata corregudaObjecte:

- Reconèixer la cota de recolzament de sabates continues de fonamentació, l'aspecte del llit de recolzament i les dimensions principals de la sabata analitzada.
- Reconèixer la possible armadura passiva existent a la cara inferior de la sabata.

Procediment:

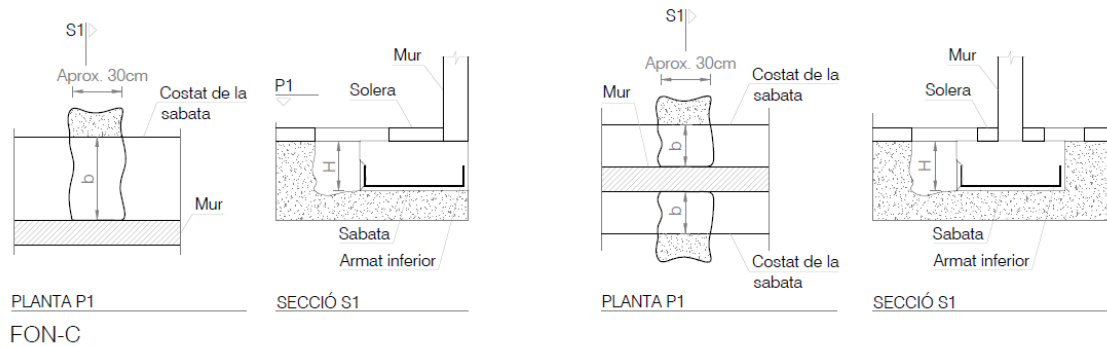
- Retirar la solera o el material que eventualment cobreixi la sabata sense danyar a la pròpia sabata. La retirada del material de cobertura de la fonamentació tindrà la intenció primera de localitzar un dels costats de l'element de fonamentació. Un cop localitzat el primer costat es progressarà en la retirada de material fins localitzar el costat oposat, el que permetrà mesurar l'amplada de la mateixa.
- En cas de sabates de vora, s'efectuarà la cala per l'interior de l'edifici objecte d'estudi, excepte en els casos indicats per la Direcció Facultativa.
- En cas de localitzar a la cala altra tipologia de fonamentació, es comunicarà a la Direcció Facultativa per a ordenar les mesures oportunes en cada cas.
- S'excavarà la part de terreny que quedi junt a la sabata fins localitzar la seva cota de recolzament, però mai es produiran excavacions de més de 150cm de profunditat. En cas de que assolits els 150cm no s'hagin localitzat la base, es deurà avisar a la Direcció Facultativa de tal circumstància per a que defineixi la continuació dels treballs.
- En el cas de sabates de formigó armat, es realitzarà una cala horitzontal a la base de la fonamentació, a uns 10 cm aproximadament de la cota inferior, per tal de caracteritzar dues barres consecutives.
- Emplenat de l'excavació amb les terres extretes i execució de solera segons indicacions de la Direcció Facultativa.

A les cates realitzades en elements de formigó armat es tindran en compte els següents punts:

- S'extremarà la cura en l'eliminació de la capa de formigó en contacte amb les armadures per evitar danys a aquestes.
- En el cas que l'armadura sigui danyada correrà per compte de l'empresa adjudicatària de l'estudi objecte del present plec l'anàlisi, disseny i execució del reforç oportú per a la seva reparació.
- Per evitar, en la mesura del possible, aquest tipus de danys, s'aconsella, previ a la realització de la cata, la localització de l'armadura, ja sigui mitjançant cata prèvia o proves que permetin localitzar la posició dels armats.
- Un cop realitzada la inspecció de reconeixement de les cates per part de la



Direcció Facultativa es procedirà a la reparació i posterior replè de la zona excavada amb grava i substitució de la solera.



Reparació:

El procediment per a la reparació de les cales realitzades en elements de formigó armat serà el següent:

- Primerament, es procedirà al despreniment per mitjans mecànics dels fragments de formigó no fermament adherits a l'element a recompondre, tractant d'aconseguir que la superfície sigui d'àrid fracturat i no d'àrid després.
- Sobre aquestes superfícies, s'aplicarà una capa d'imprimació o pont d'unió entre formigons de diferents edats, perquè l'adherència entre ambdós materials sigui correcta.
- Per al replè de la cala s'utilitzarà un morter estructural de classe R3 segons norma EN 1504-3, la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N / mm². Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.

3.2 Murs

MUR-01 Caracterització de l'armat d'intradós de mur de contenció

Objecte:

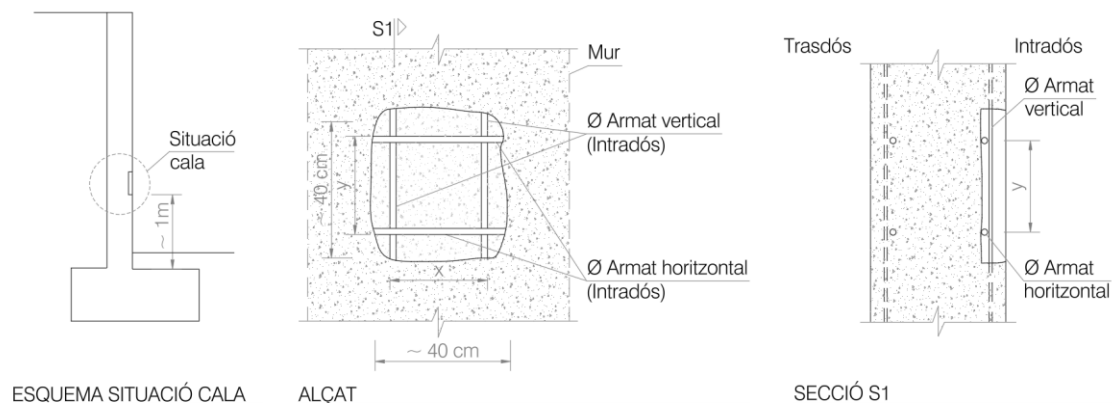
- Conèixer l'armat del mur de contenció, així com esbrinar el recobriment dels armats.

Procediment:

- Es realitzarà una cala a la base del mur amb la finalitat de caracteritzar l'armadura existent a la base del mur a l'intradós. S'aconsella efectuar la cala a 1 m de la base per evitar interceptar les esperes.

La dimensió de la cala superficial ha de permetre mesurar els recobriments geomètrics, inspeccionar l'estat de conservació de l'armadura passiva de l'intradós i mesurar amb calibre el diàmetre de l'armadura. En aquest sentit, es recomana que la perforació no tingui unes dimensions inferiors a 40x40 cm.

En el cas que l'armadura sigui danyada correrà per compte de l'empresa adjudicatària de les cales del present plec, l'anàlisi, el disseny i l'execució del reforç oportú per a la seva reparació.



ESQUEMA SITUACIÓ CALA

ALÇAT

SECCIÓ S1

MUR.FA-A

Caracterització de mur de contenció de formigó armat

Reparació:

- Un cop finalitzada la inspecció de reconeixement de les cales per part de la Direcció Facultativa es reompliran les regates amb morter estructural classe R3 segons norma EN 1504-3 amb resistència a compressió a 28 dies superior a 25 N/mm².

3.3 Pilars

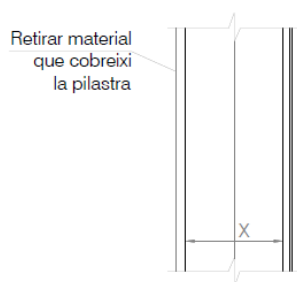
PIL-01 Reconeixement de pilars metàl·lics

Objecte:

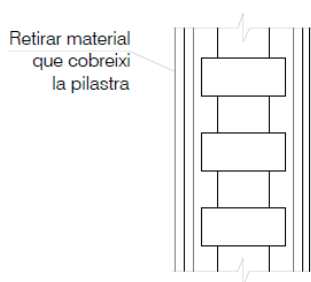
- Conèixer el tipus de secció d'un tram de perfil d'acer laminat junt amb les dimensions principals.

Procediment:

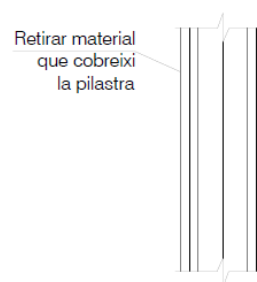
- Retirar el material que eventualment ho cobreixi de manera que resulti possible prendre les seves dimensions amb cinta mètrica.
- Mesurar les seves dues dimensions principals. En cas de ser un perfil no comercial, es mesurarà el gruix de les ales. El gruix de l'ànima es mesurarà segons indicacions de la Direcció Facultativa.
- En cas de ser pilars metàl·lics empresillats, es retirarà el material que eventualment cobreixi la base i al cap del pilar per comprovar l'existència de les platabandes d'unió citades, i es retirarà el material que eventualment cobreixi el centre del pilar per comprovar dues platabandes d'unió consecutives amb la finalitat de mesurar la separació entre ambdues i mesurar les seves dimensions principals amb cinta mètrica i el gruix amb peu de rei.



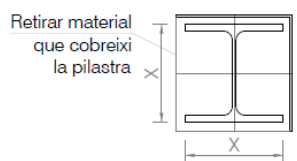
ALÇAT CAS 1 (Perfil estandar)



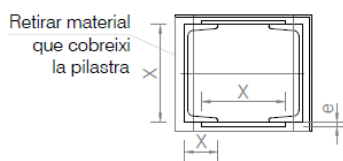
ALÇAT CAS 2 (Perfils empresillats)



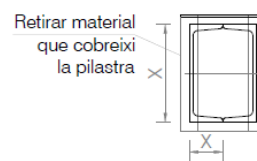
ALÇAT CAS 3 (Perfil soldats)



PLANTA CAS 1 (Perfil estandar)



PLANTA CAS 2 (Perfils empresillats)



PLANTA CAS 3 (Perfil soldats)

PIL.MET-A

3.4 Sostres

FOR-01 Reconeixement de forjats

Objecte:

- Reconèixer el tipus de forjat en un determinat va.

Procediment:

- Retirar el fals sostre o el material que eventualment cobreixi el forjat per la part inferior, en un àrea mínima de 100x100cm, de manera que resulti possible reconèixer les seves característiques principals.

FOR-RET-02 Reconeixement de l'armat inferior dels nervis

Objecte:

- Determinar les característiques bàsiques de les armadures inferiors dels nervis en ambdues direccions.

Procediment:

- Els treballs indicats en els següents paràgrafs hauran d'efectuar-se a la cara inferior dels nervis. La situació de la cala serà al centre del va o a la situació indicada per la Direcció Facultativa.
- Retirar primer el material de cobertura que pugui existir (la superfície mínima a retirar serà de 100x100 cm), de tal forma que resulti possible reconèixer la posició i amplada de com a mínim dos nervis.
- En el cas de que l'armadura sigui danyada anirà a càrrec de l'empresa adjudicatària de les cales del present plec, l'anàlisi, el disseny i l'execució del reforç oportú per a la seva reparació.
- Es retirarà el recobriment de formigó en la direcció perpendicular a l'eix del nervi, practicant una regata d'amplada igual al nervi i d'uns 10 cm de longitud segons l'eix del nervi.
- La profunditat de la regata serà la suficient per mesurar amb peu de rei el diàmetre de totes les barres de la capa d'armats més propera a la superfície de formigó i no superior en cap cas a 5 cm.
- Un cop finalitzada la inspecció de reconeixement de les cales per part de la Direcció Facultativa, es procedirà a la reparació de l'element estructural, d'acord al següent criteri de reparació.

Reparació:

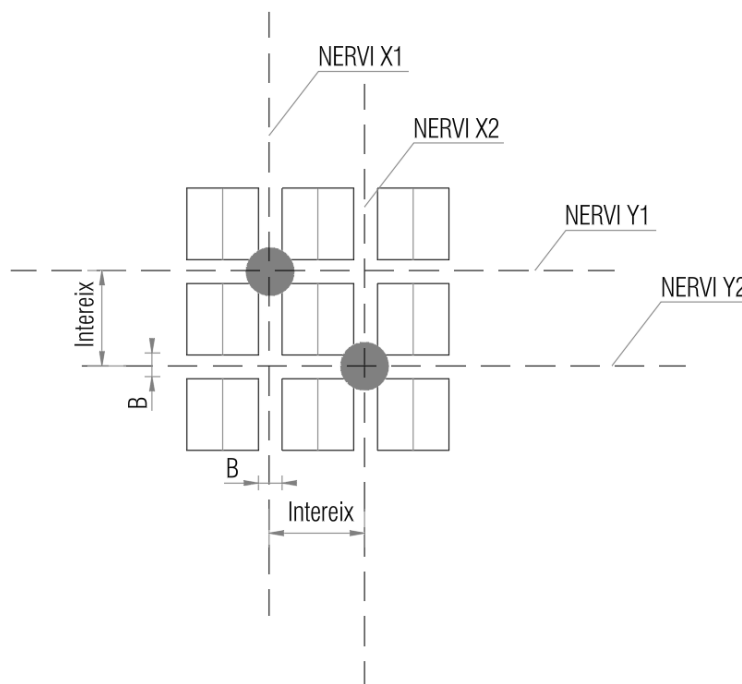
- Es procedirà al despreniment per mitjans mecànics dels fragments de formigó no adherits firmament a l'element a recompondre, tractant d'aconseguir que la superfície sigui d'àrid fracturat i no d'àrid després.



- Sobre aquestes superfícies, s'aplicarà una capa d'imprimació o pont d'unió entre formigons de diferents edats, per a que l'adherència entre ambdós materials sigui correcta.

- Per al reblert de la cala s'utilitzarà un morter estructural de classe R3 o R4 segons norma EN 1504-3, amb la resistència a compressió a 28 dies superior a 25 N/mm² i sent la resistència del morter igual o superior a la resistència a compressió de l'estructura existent. Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitats pel fabricant.

NOTA: Els punts on s'han de realitzar les cales es troben senyalitzats amb un cercle gris.



CARA INFERIOR

FORJAT RETICULAR

FOR-RET-03

Reconeixement de l'armat superior dels nervis i punxonament

Objecte:

- Determinar les característiques bàsiques de les armadures superiors dels nervis en ambdues direccions i l'armat de punxonament dels pilars.

Procediment:

- Els treballs indicats en els següents paràgrafs hauran d'efectuar-se a la cara superior dels nervis. La situació de la cala serà a l'àbac, tangent a un dels costats del pilar, o al centre del va o a la situació indicada per la Direcció Facultativa.

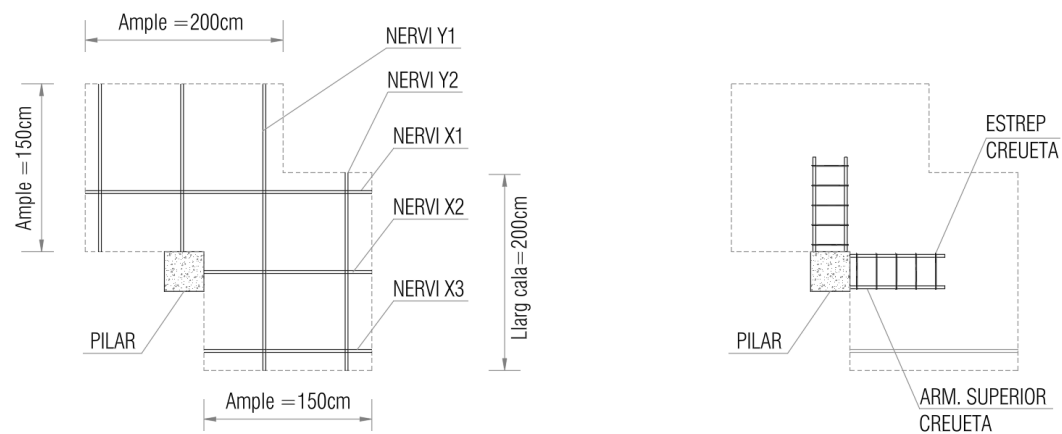


- Retirar primer el material de cobertura que pugui existir (la superfície mínima a retirar serà de 100x100 cm), de tal forma que resulti possible reconèixer la posició i amplada de com a mínim dos nervis.
- En el cas de que l'armadura sigui danyada anirà a càrrec de l'empresa adjudicatària de les cales del present plec, l'anàlisi, el disseny i l'execució del reforç oportú per a la seva reparació.
- Es retirarà el recobriment de formigó a la zona descrita en l'àbac o a la direcció perpendicular a l'eix del nervi, practicant una regata d'amplada igual al nervi i d'uns 10 cm de longitud segons l'eix del nervi.
- La profunditat de la regata serà la suficient per mesurar amb peu de rei el diàmetre de totes les barres de la capa d'armats més propera a la superfície de formigó i no superior en cap cas a 5 cm.
- Un cop finalitzada la inspecció de reconeixement de les cales per part de la Direcció Facultativa, es procedirà a la reparació de l'element estructural, d'acord al següent criteri de reparació.

Reparació:

- Es procedirà al despreniment per mitjans mecànics dels fragments de formigó no adherits firmament a l'element a recompondre, tractant d'aconseguir que la superfície sigui d'àrid fracturat i no d'àrid després.
- Sobre aquestes superfícies, s'aplicarà una capa d'imprimació o pont d'unió entre formigons de diferents edats, per a que l'adherència entre ambdós materials sigui correcta.
- Per al reblert de la cala s'utilitzarà un morter estructural de classe R3 o R4 segons norma EN 1504-3, amb la resistència a compressió a 28 dies superior a 25 N/mm² i sent la resistència del morter igual o superior a la resistència a compressió de l'estructura existent. Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitats pel fabricant.



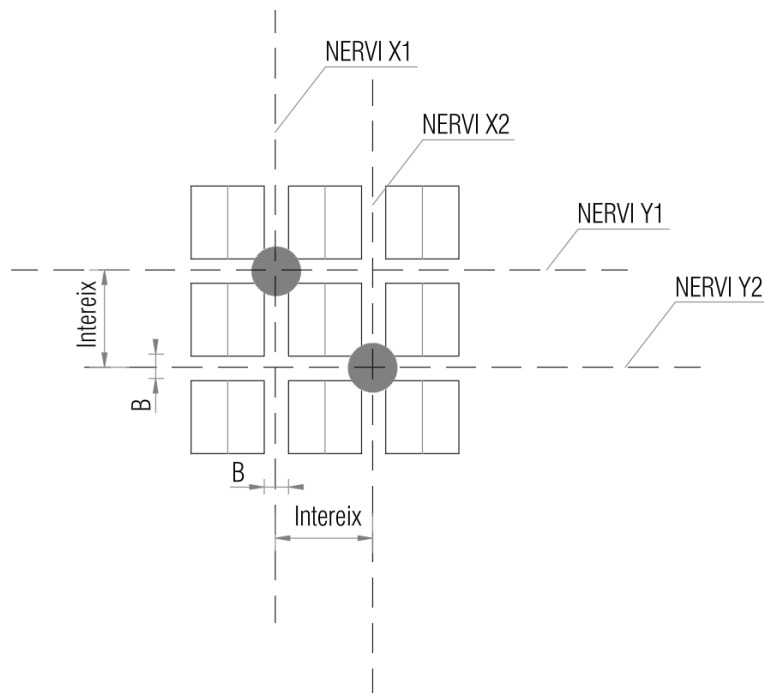


ARMAT SUPERIOR NERVIS I ÀBAC

PUNXONAMENT

CARA SUPERIOR

FORJAT RETICULAR

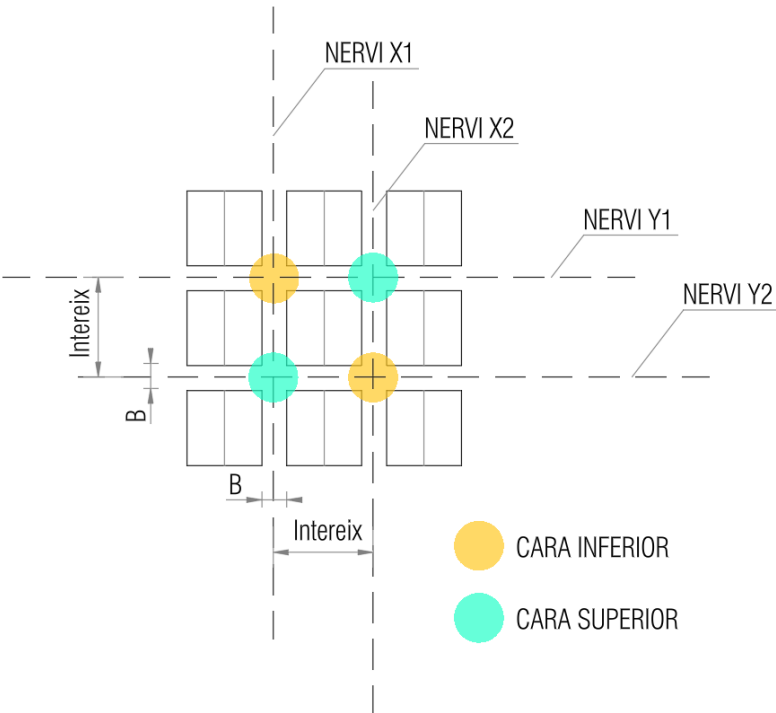


CARA SUPERIOR CENTRE DEL VA

FORJAT RETICULAR



NOTA: En cas de coincidir una cala superior i inferior a la mateixa àrea del va, les cales a efectuar es realitzaran seguint el següent esquema:



CARA INFERIOR I SUPERIOR CENTRE DEL VA
FORJAT RETICULAR

4 ASSAJOS

ASS-MET.A Assaig a tracció en proveta extreta en perfil metàl·lic

Objecte:

Assaig a tracció segons normativa UNE-EN ISO 6892, incloent:

- Límit elàstic
- Càrrega unitària en ruptura
- Allargament en ruptura
- Assaig de soldabilitat

Inclou l'extracció de la proveta per part del laboratori.

La longitud de la proveta ha de complir els requisits que estableix l'annex D de la normativa UNE-EN ISO 6892.

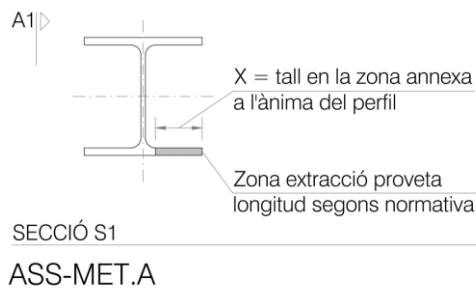
Procediment:

- La proveta s'extraurà a l'ala del perfil, amb una longitud de 60 cm.

Previ a l'extracció, la direcció facultativa i/o els tècnics responsables, hauran de validar les zones d'extracció de provetes.

Reparació:

- Reposar secció amb xapes d'acer, amb característiques geomètriques i mecàniques equivalents.



ASS-FA.PC-A Determinació de la profunditat de carbonatació in situ. I/regata prèvia i treballs de reparació.

Objecte:

- Determinació de la profunditat de carbonatació in situ d'acord a la normativa UNE-EN 14630 i UNE 112011, previ regata en formigó endurit i posterior treballs de reparació.

Procediment:

- Execució de regata prèvia per a inspeccionar visualment la coloració interior del formigó i determinar si l'element estructural està fabricant amb ciment Portland o aluminós. En cas d'estar realitzat amb ciment aluminós, la Direcció Facultativa decidirà si continuar amb l'assaig, tenint en consideració que la

normativa UNE 14630: Determinación de la profundidad de carbonatación en un hormigón endurecido por el método de fenolftaleína considera que aquest assaig és vàlid per formigons fabricats amb ciment Pòrtland, no sent convenient per formigons fabricats amb ciments aluminosos.

- Execució de regata per a retirar el recobriment geomètric d'una armadura passiva i determinar, immediatament després d'executar la regata, la profunditat de carbonatació, per laboratori acreditat, en el recobriment geomètric de l'armadura passiva. Execució en els punts indicats per la Direcció Facultativa i d'acord a la normativa vigent.

- Mesurar i anotar el canvi instantani de color, en el seu cas, 30 segons després de la polvorització de la fenolftaleïna. Mesurar el recobriment geomètric de l'armadura passiva i el diàmetre de l'armadura, i inspeccionar l'estat de conservació de l'armadura i les possibles lesions en l'element estructural, sent necessari situar en un plànol la situació de l'element estudiat.

Reparació de formigó extret.

- Replè de formigó extret mitjançant morter estructural de classe R3 ó R4 segons norma EN 1504-3, amb la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N/mm² i sent la resistència del morter igual o superior a la resistència a compressió de l'estructura existent. Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.

ASS-FA.CL-A

Determinació del perfil de clorurs en proveta testimoni extreta. Inclou la extracció de la proveta.

Objecte:

- Determinació del perfil de clorurs en proveta testimoni extreta, execució d'acord a la normativa UNE 112011. Inclou l'extracció de la proveta i els posteriors treballs de reparació.

Procediment:

- Extracció de proveta mitjançant sonda rotativa de suport i posterior reparació de trepant realitzant.

- Determinar l'avanç dels clorurs a la proveta extreta d'acord a la normativa UNE 112011. Execució de perfil o gradient de clorurs en 3 o més profunditats; amb la finalitat de determinar el gradient de clorurs des de la superfície fins a l'interior i identificar el llinar de clorurs que produeix la despassivació de les armadures.

Reparació:

- Replè de formigó extret mitjançant morter estructural de classe R3 ó R4 segons norma EN 1504-3, amb la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N/mm² i sent la resistència del morter igual o superior a la resistència a compressió de l'estructura existent. Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.



ASS-FA.A

Extracció i assaig d'una mostra d'armadura passiva amb determinació de característiques mecàniques

Objecte:

· Extracció de mostra de barra d'armadura passiva segons indicacions de la Direcció Facultativa i posterior assaig a laboratori acreditat per determinar les següents característiques mecàniques: límit elàstic, càrrega de ruptura, allargament de ruptura, allargament sota càrrega màxima d'acord a la normativa UNE-EN 15630-1; així com determinar les característiques geomètriques de les barres llises d'acord a la normativa UNE 36097 ó de les barres corrugades d'acord a la normativa UNE 36088.

Procediment:

· Extracció de mostra d'acer segons indicació de la Direcció Facultativa, previ retirada el recobriment geomètric del formigó que la rodeja. La longitud segons normativa i d'acord als requisits indicats pel laboratori d'assaig acreditat.

· Posterior reparació segons indicacions la Direcció Facultativa.

· Empalmament d'armadura passiva, per solapament o per soldadura, segons el cas i indicacions de la Direcció Facultativa, d'acord a l'article 69.5.2 Empalme de las armaduras pasivas de la normativa EHE-08.

Reparació:

· Replè de formigó extret mitjançant morter estructural de classe R3 segons norma EN 1504-3, la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N/mm². Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.

ASS-FA.PT

Extracció i assaig a compressió de proveta testimoni de formigó endurit

Objecte:

· Extracció de proveta testimoni de formigó endurit mitjançant sonda rotativa de suport i posterior assaig a laboratori acreditat per determinar la resistència a compressió de la proveta testimoni, d'acord a la normativa UNE-EN 12504-1, així com la determinació de la naturalesa de l'àrid.

· Diàmetre i longitud de proveta d'acord a la normativa UNE-EN 12504-1 i als criteris indicats als següents paràgrafs.

Procediment:

· Previ a l'extracció de la proveta es realitzarà una regata prèvia per inspeccionar el tamany màxim de l'àrid de l'element estructural.

· Previ a l'extracció, es recomana detectar la posició de les armadures existents. El testimoni no serà adequat per a un assaig de resistència en el cas de que el testimoni contingui barres d'armadura en el seu eix longitudinal.



- Extracció de proveta, als punts indicats per la Direcció Facultativa, de diàmetre nominal de 100 ó 150 mm, amb diàmetre de testimoni igual o superior a 3 TMA (Tamany màxim de l'àrid), i amb una relació entre longitud i diàmetre igual a 2,0.
- Reparació mitjançant el replè dels trepants produïts.
- Assaig a laboratori acreditat per determinar la resistència a compressió de la proveta testimoni, d'acord a la normativa UNE-EN 12504-1.

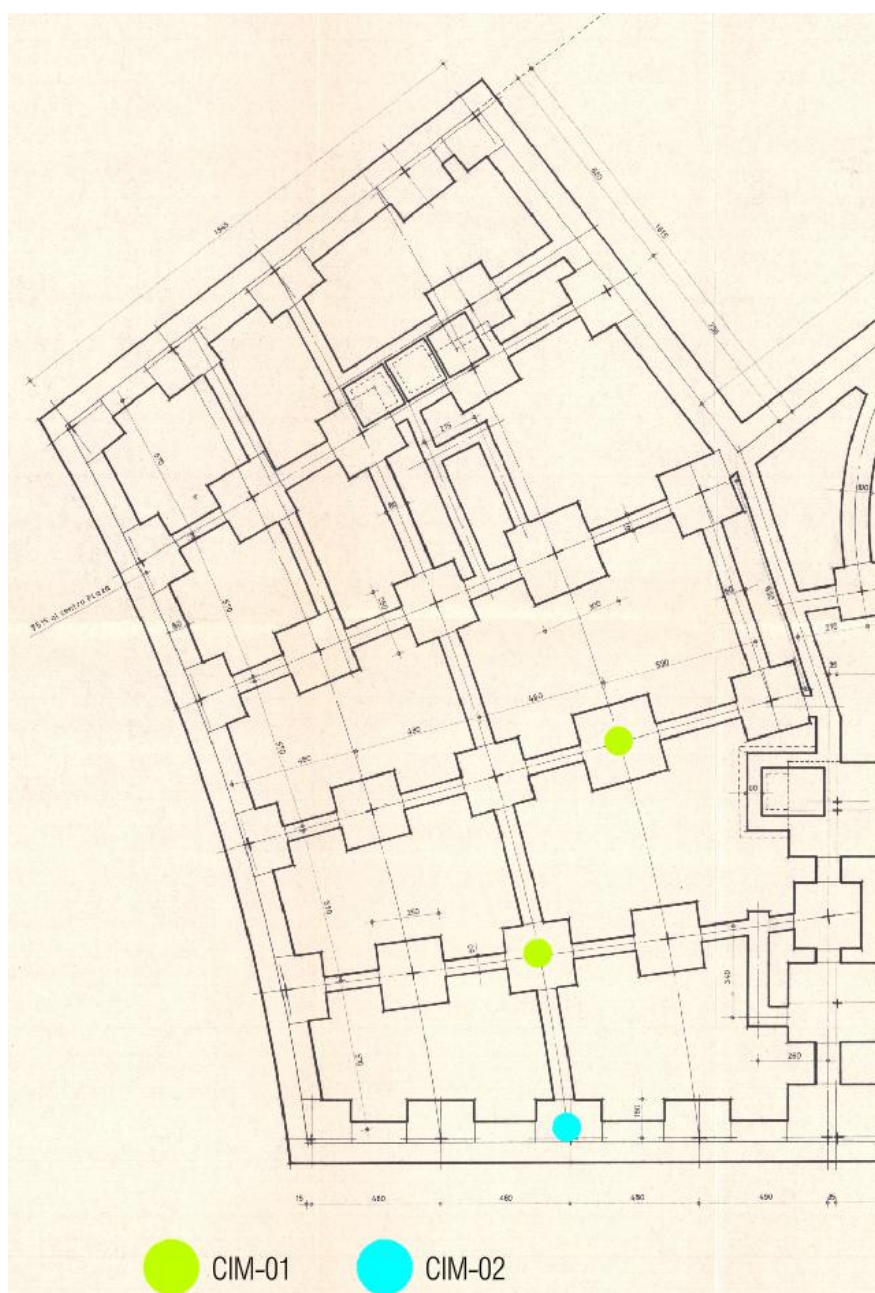
Reparació:

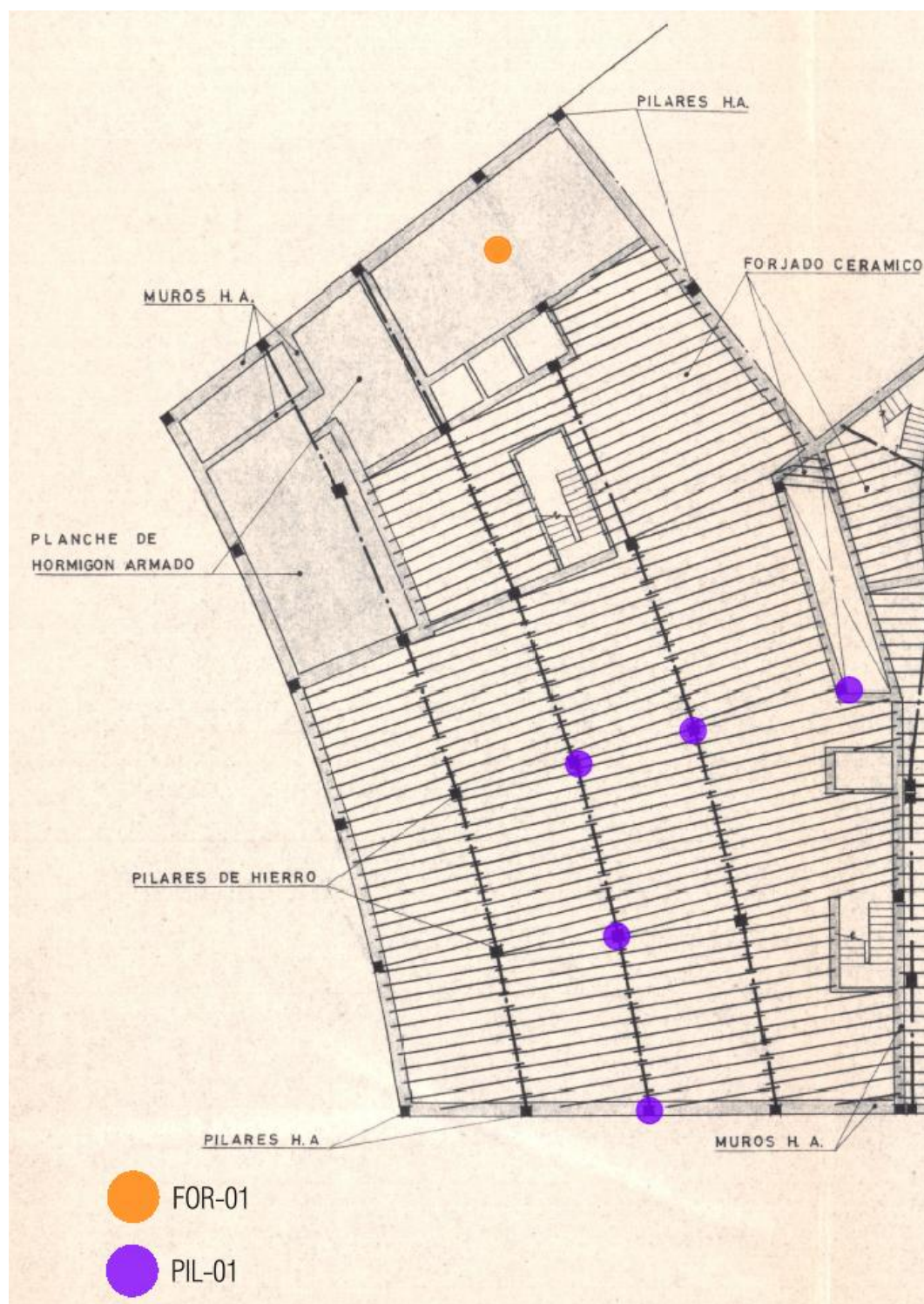
- Replè del trepant realitzat mitjançant morter estructural de classe R3 ó R4 segons norma EN 1504-3, amb la resistència a compressió a 28 dies superior és de 25 N/mm² i sent la resistència del morter igual o superior a la resistència a compressió de l'estructura existent. Per al correcte curat del morter, s'han de seguir específicament les instruccions de curat facilitades pel fabricant.

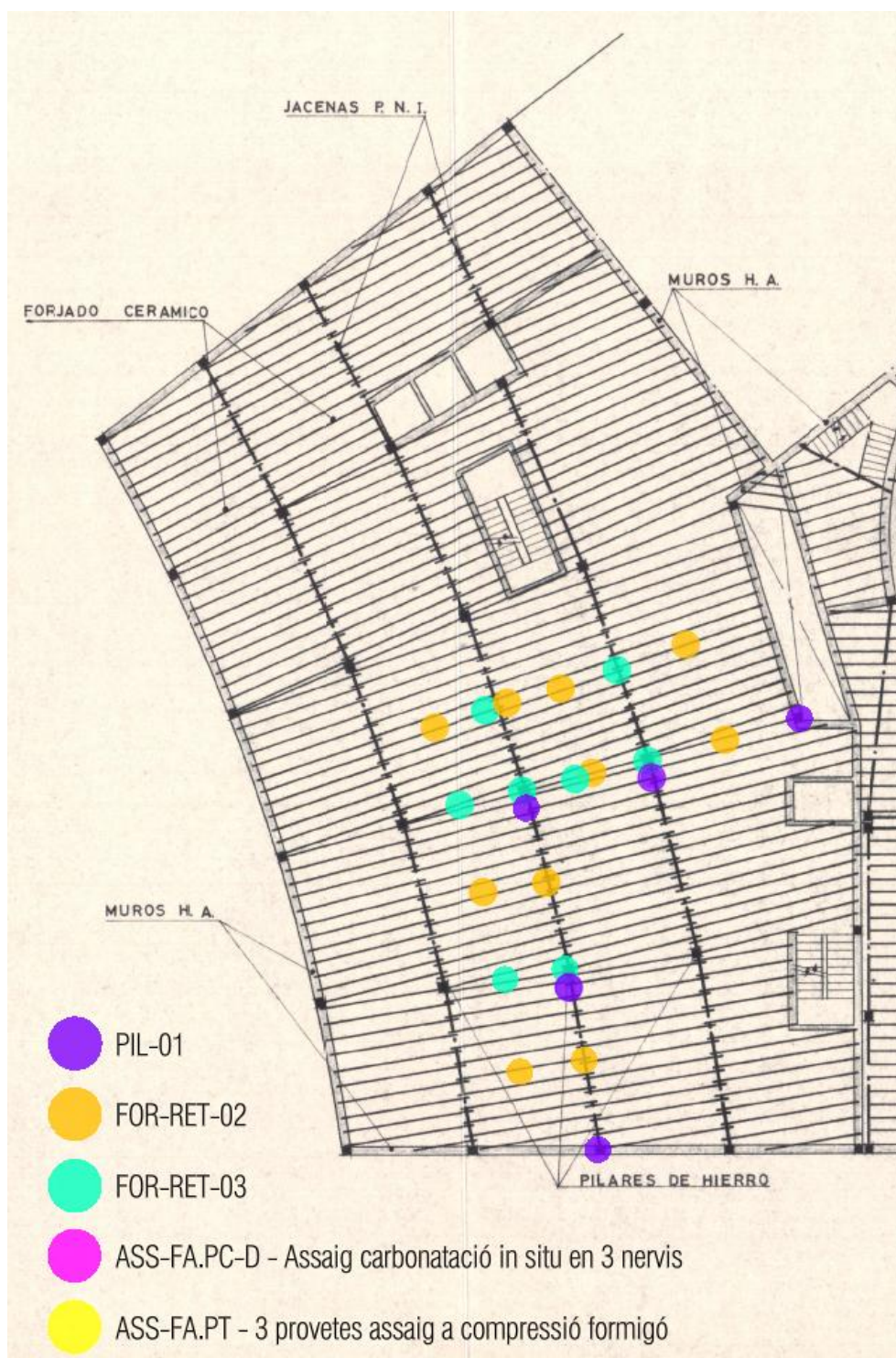
5 SITUACIÓ DELS PUNTS D'INSPECCIÓ

Llegenda

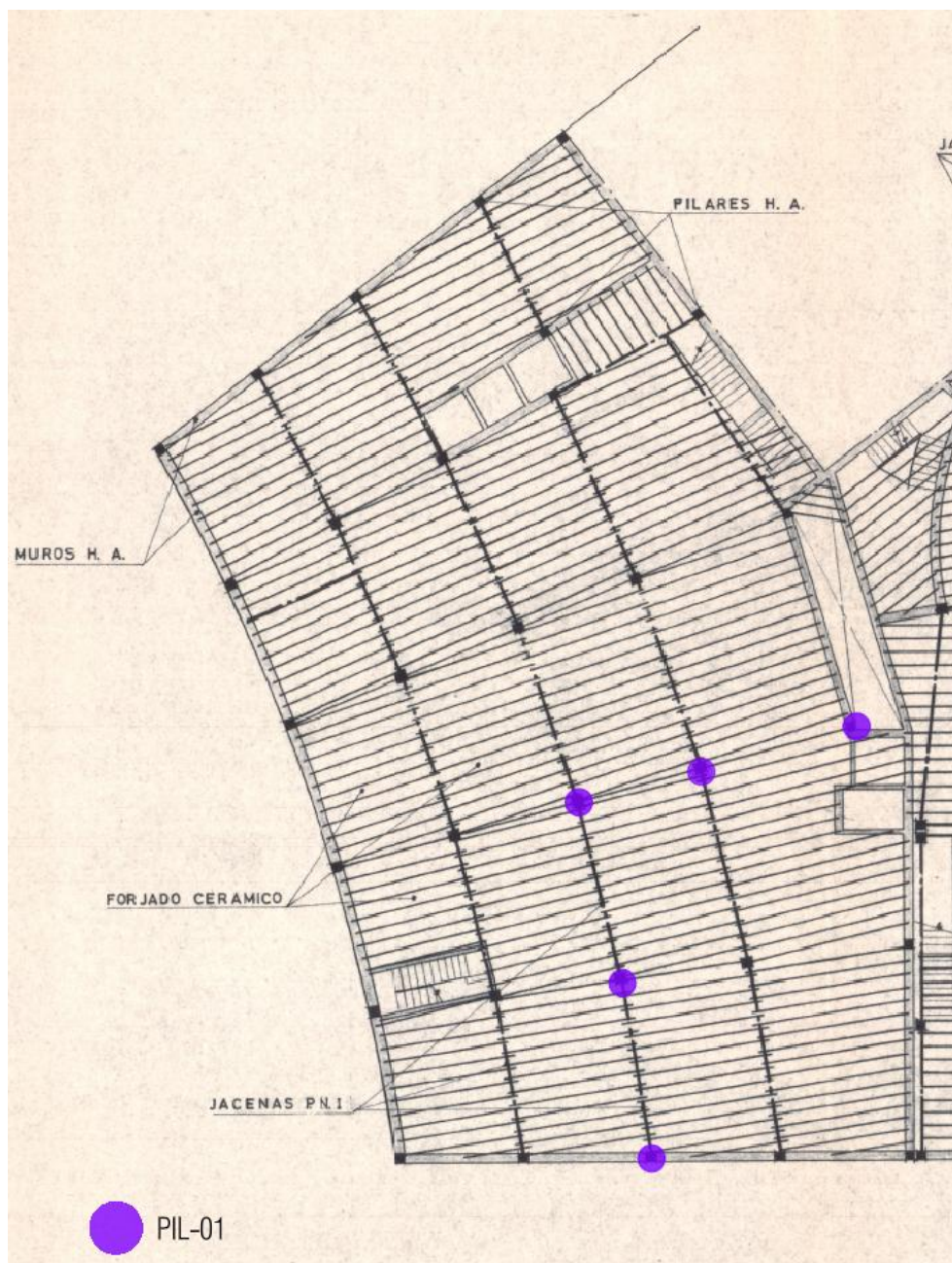
 CIM-01	 CIM-02	 ASS-MET.A
 FOR-01		 ASS-FA.PC-D
 FOR-RET-02 POSITIUS - CARA INFERIOR		 ASS-FA.CL-A
 FOR-RET-03 NEGATIUS/PUNXONAMENT - CARA SUPERIOR	 ASS-FA.A	
 PIL-01	 ASS-FA.PT	



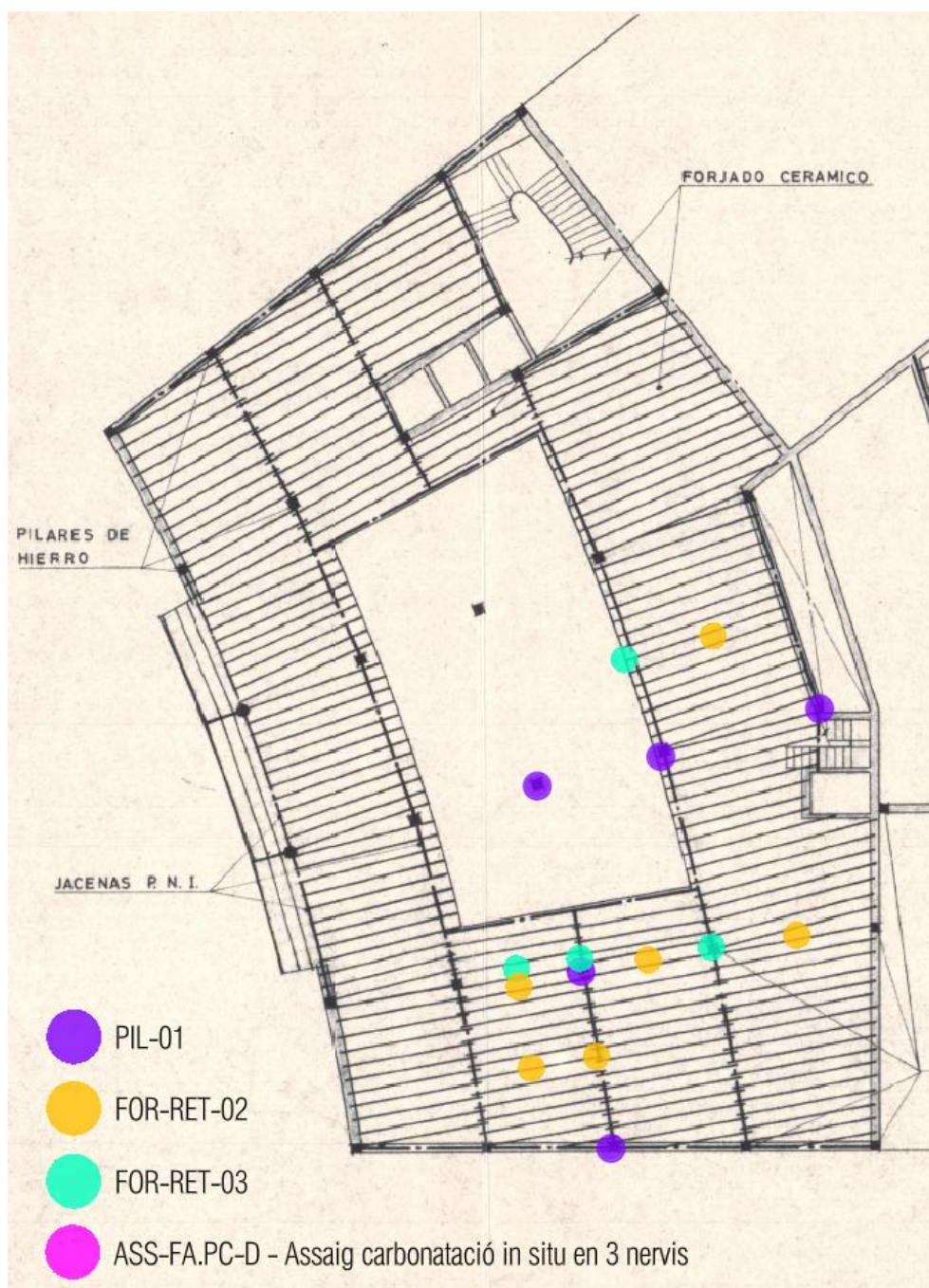
Planta fonamentació*Sostre 3er soterrani*



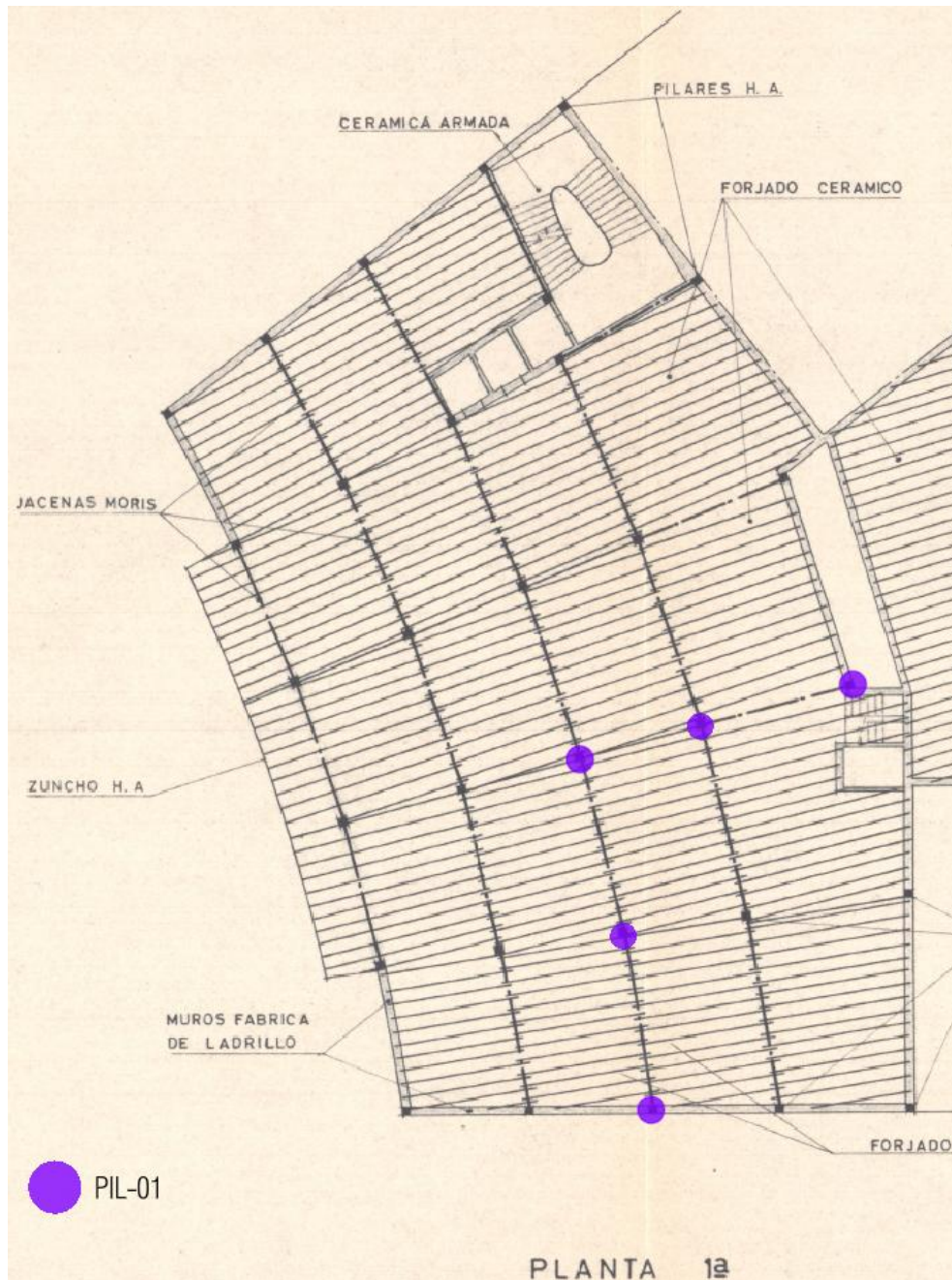
Sostre 2on soterrani



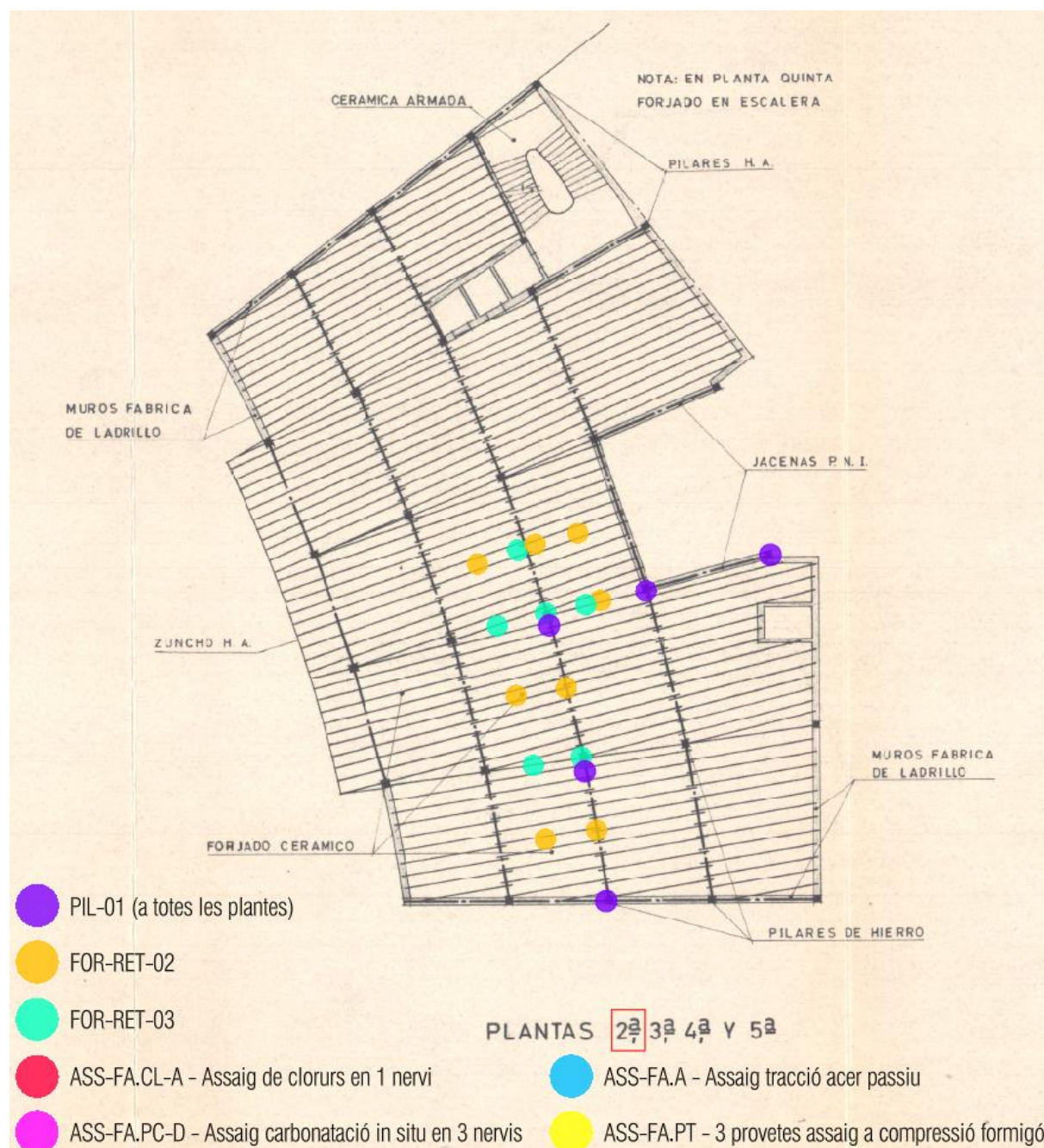
Sostre 1er soterrani



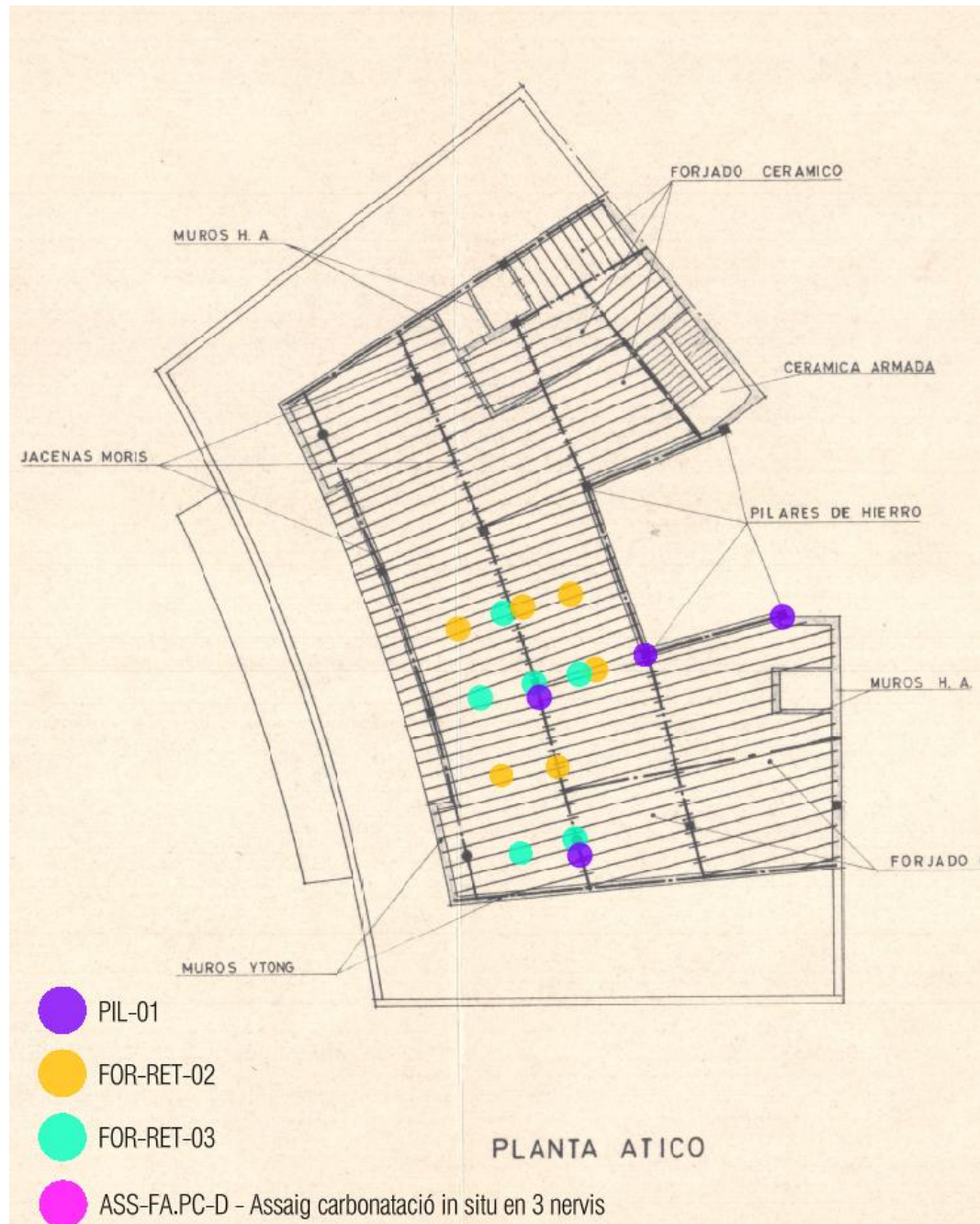
Sostre planta baixa

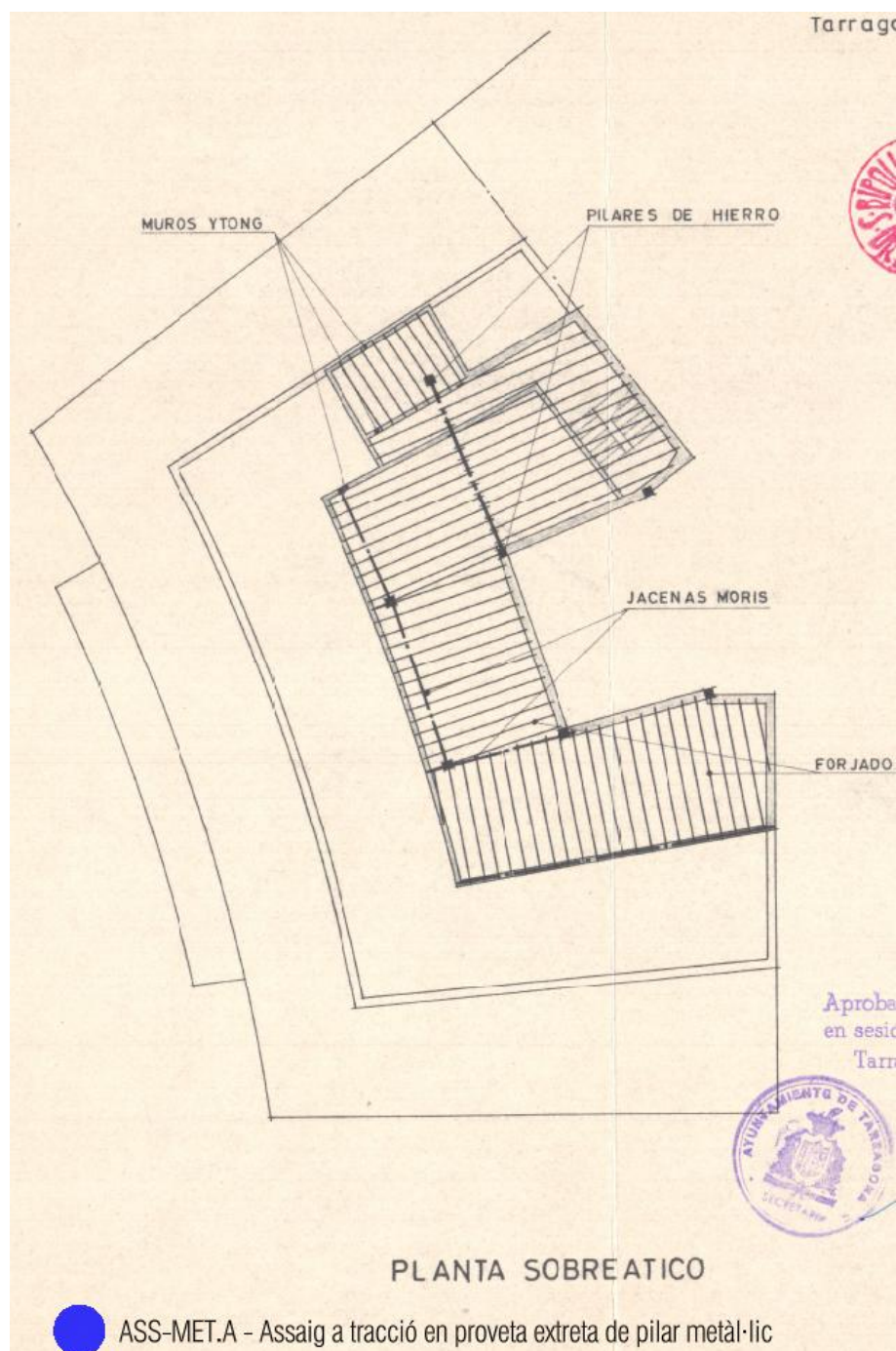


Sostre planta primera



Sostre planta tipus (segona)

*Sostre planta àtic*



Sostre planta sobreàtic

ANNEX 2 – INFORME SOCOTEC



Client

DIPUTACIÓ DE TARRAGONA

Passeig de Sant Antoni 100, 43003 -Tarragona

Document

Maig 2025

Cales i assaigs per a la diagnosi estructural del edifici situat a la Plaça Imperial Tarraco núm. 10 de Tarragona.



Expedient

22885

Cales i assaigs a l'estructura de l'edifici situat a la plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Cales i assaigs a l'estructura de l'edifici situat a la plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Índex

1.	Antecedents.....	3
2.	Objecte	3
3.	Abast	3
4.	Documentació aplicable	3
5.	Personal i mitjans	3
5.1	Mitjans humans.	3
5.2	Mitjans tècnics.	3
6.	Resultats obtinguts.....	4
6.1	Extracció y assaig a compressió de provetes testimoni.....	4
6.2	Cales de reconeixement en estructura. Forjats.	6
6.3	Assaigs sobre mostres d'acer.	6
6.4	Determinació del contingut de clorurs. Perfil de clorurs.	7
7.	Annexes.....	7
-	A1. Actes d'extracció i assaig a compressió de provetes testimoni de formigó endurit.	
-	A2. Fitxes de les cales realitzades en forjats.	
-	A3. Actes dels assaigs realitzats sobre mostres d'acer.	

1. Antecedents

El mes de març del 2025 l'Empresa WINDMILL, STRUCTURAL CONSULTANTS S.L.P. es va posar en contacte amb SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU per sol·licitar una campanya de cales i assaigs a l'edifici situat a la Plaça Imperial Tarraco núm. 10 de Tarragona.

En resposta a aquesta sol·licitud es va redactar una proposta tècnica econòmica de referència P31571, que va ser acceptada pel sol·licitant.

El dia 8 de maig del 2025 un equip tècnic de SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU es va desplaçar a l'edifici de referència per tal de realitzar les activitats previstes.

2. Objecte

L'objecte del present informe és descriure les activitats realitzades, així com presentar els resultats obtinguts.

3. Abast

Tot seguit, s'exposa el conjunt d'activitats realitzades.

- Sis (6) unitats d'extracció de proveta testimoni de formigó endurit de forjat (àbacs) per a assaig a compressió.
- Dotze (12) unitats de realització de cala de reconeixement a forjat per a la determinació dels gruixos de recobriment i profunditat de carbonatació.
- Una (1) unitat d'assaigs complets sobre una mostra d'acer laminat (facilitada pel peticionari).
- Una (1) unitat d'assaig a tracció sobre una mostra d'acer corrugat (facilitada pel peticionari).
- Una (1) unitat d'assaig de perfil de clorurs sobre una mostra de formigó de forjat (proveta testimoni).

4. Documentació aplicable

- Oferta nº 31571 emesa per SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU.
- Norma UNE-EN 12504-1:2020/AC: 2021. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.
- Norma UNE-EN 12390-3:2020. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- Norma UNE EN ISO 6892-1:2017. Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.
- Norma UNE 112011:2011. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE EN 112010/2011. Corrosión en armaduras. Determinación de cloruros en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE-EN 10083-2. Aceros para temple y revenido. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados.

5. Personal i mitjans

5.1 Mitjans humans.

- Equip Tècnic per a l'execució de cales i presa de mostres in situ.
- Tècnics de laboratori per a l'assaig de les mostres.
- Tècnic superior per a la supervisió dels treballs.

5.2 Mitjans tècnics.

- Perforadora HILTI per a l'extracció de provetes testimoni.

- Detector de metalls o pacòmetre PROCEQ.
- Premsa SUZPECAR DE 20 T per a compressió.
- Dissolució de fenolftaleïna al 1%.
- Material i instrument propis d'un laboratori de construcció.
- Màquina a tracció HOYTOM 16M12485.

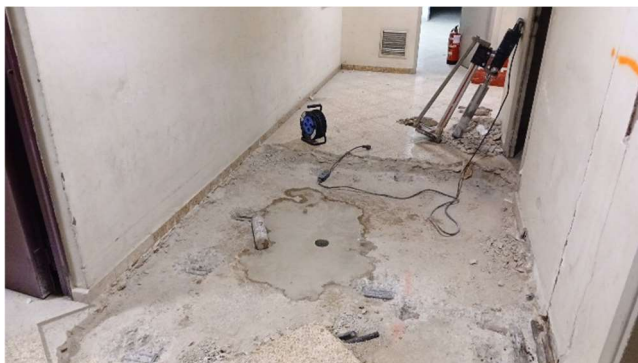
6. Resultats obtinguts.

6.1 Extracció y assaig a compressió de provetes testimoni.

Les operacions d'extracció i tall es realitzen d'acord amb la norma UNE-EN 12504-1:2020/AC:2021. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión. L'extracció no ha de pertorbar l'adherència entre la pasta de ciment i els àrids, per la qual cosa cal que el formigó tingui una resistència suficient per suportar aquestes operacions sense alterar la seva configuració.

Abans de procedir a l'extracció de provetes testimoni cal assegurar que la proporció de material a extreure no contingui armadures principals que puguin disminuir la resistència mecànica de l'element que conté el formigó a assajar. Per tal d'evitar-les, en la mesura del que és possible, primer es procedeix a la detecció de les possibles armadures situades a la zona a perforar, mitjançant un pacòmetre.

Les localitzacions es detallen als plànols adjunts a l'annex núm. 2. Una vegada triat el punt d'extracció, es fixa adequadament la perforadora tubular diamantada, es connecta el sistema de refrigeració de la broca i es procedeix a extreure la mostra evitant moviments laterals que poguessin trencar-la. Les provetes extretes per a la realització de l'assaig de compressió han de tenir un diàmetre igual o superior a tres vegades la mida nominal màxim de l'àrid.



Testimoni 1



Testimoni 2



Testimoni 3



Testimonis 4 i 5



Testimoni 6

Les provetes es traslladen al laboratori; l'assaig a compressió es realitza segons la norma UNE-EN 12390-3:2020: Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

El primer que es fa es tallar les bases de les provetes per fer-les planes i paral·leles. Per això s'utilitza una serra de diamant o d'un material abrasiu que no afecti al formigó per excés de calor o per cops. El procés de tall es realitza de manera que les bases de la proveta siguin llises i perpendiculars a l'eix longitudinal.

Les provetes testimoni s'escairen mitjançant polit en les seves dues cares planes i s'assagen segons la norma mencionada. Es tindrà especial precaució en mesurar el diàmetre i l'altura de la proveta abans del trencament amb una precisió d'un mil·límetre per poder calcular la seva esveltesa que ha de ser igual a 2. Quan això no és possible, s'apliquen els coeficients d'esveltesa de la norma UNE 83304:1984.

A l'annex A3 d'aquest informe es presenta l'acta de laboratori dels assaigs realitzats.

El vigent Codi Estructural senyala en els comentaris de l'article 57.8 que "Mancant dades específiques per a cada cas, una pràctica habitual és considerar que la resistència del formigó mesurada sobre testimonis és almenys un deu per cent inferior a l'obtinguda sobre provetes normalitzades a causa de la influència de tots aquests factors (*), encara que aquesta disminució pot ser més gran, especialment en condicions de compactació i curat molt desfavorables".

(*) Els factors a què fa referència el comentari són:

- El nivell de dany causat pel procés d'extracció mateix.
- L'esveltesa de la proveta testimoni, l/d.
- La presència d'armadures al testimoni.
- La direcció de l'eix del testimoni respecte de la direcció de formigonat.
- El contingut d'humitat del testimoni.
- L'edat del formigó al moment de l'assaig.
- L'efecte de curat del formigó de l'estructura, per diferències amb les condicions de curat en condicions de saturació de les provetes normalitzades.

Per això s'ha incrementat en un percentatge igual els valors obtinguts en l'assaig a compressió de les provetes testimoni:

TESTIMONI NÚM.	LOCALITZACIÓ	f_c , MPa	f_c , MPa Majorat 10%
1	Forjat sostre Sot -2	19,0	21,1
2	Forjat sostre Sot -2	17,0	18,9
3	Forjat sostre Sot -2	17,9	19,9
4	Forjat sostre Planta 2a	19,1	21,2
5	Forjat sostre Planta 2a	19,2	21,3
6	Forjat sostre Planta 2a	23,8	26,4

6.2 Cales de reconeixement en estructura. Forjats.

Les cales realitzades tenen com a objectiu determinar gruixos de recobriment i profunditats de carbonatació. A l'annex núm. 2 s'exposa les fitxes de les cales realitzades amb les dades obtingudes

6.3 Assaigs sobre mostres d'acer.

Durant la jornada d'inspecció a obra personal a càrrec del Peticionari va lliurar als tècnics de SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU dues mostres d'acer referenciades com:

Mostra-1: Acer laminat extret del passamà metàl·lic de pilar a planta sobreàtic, per a la realització del assaig a tracció, anàlisi química (soldabilitat) i anàlisi microgràfic.

Mostra-2: Acer d'armar extret en paviment de soterrani 1, per a la realització del assaig a tracció.

Els assaigs han estat realitzats al laboratori de **Servimetal**, segons consta als expedients núm. 02-005-2025 i 03-05-2025 (veure annex núm. 3).

Tot seguit, s'exposa un resum dels resultats obtinguts.

Mostra-1. Acer laminat.

Composició química, %:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
0,18	0,021	0,575	0,012	0,021	0,007	Neg.	0,024

La mostra analitzada correspon a la qualitat C22 s/EN 10083-2 (1996). Acer amb bona soldabilitat.

Assaig a tracció:

Límit elàstic 0.2% (Rp), N/mm ²	Resistència a tracció (Rm), N/mm ²	Allargament (A), % 30 m/m
384,7	470,4	21,2

A l'**assaig microgràfic** la mostra presenta microinclusions de SMn (Sulfur de manganés) distribuïdes de forma homogènia. No s'hi observa presència de macroinclusions.

Mostra-2. Acer corrugat. Assaig a tracció.

Límit elàstic 0.2% (Rp), N/mm ²	Resistència a tracció (Rm), N/mm ²	Allargament (A), % 30 m/m
470,4	520,7	20,9

6.4 Determinació del contingut de clorurs. Perfil de clorurs.

S'ha determinat la concentració de clorurs al testimoni núm. 1 a tres profunditats diferents, començant des de la superfície. Per això s'han tallat rodanxes de 2 cm de gruix, determinant llavors la concentració de clorurs de 0 a 2 cm, de 2 a 4 cm i de 4 a 6 cm de profunditat.

Cada mostra es prepara prèviament mitjançant picada fins a una mida de partícula inferior a 160 µm.

L'assaig per determinar el contingut de clorurs al formigó es basa en l'addició d'un volum conegut d'ió plata sobre la mostra dissolta en àcid nítric i, mitjançant una valoració per retrocés, determinar-ne l'excés amb tiocianat (mètode Volhard).

Profunditat	Contingut de clorurs (%)
0-2 cm	0,02
2-4 cm	0,02
4-6 cm	0,02

El concentració de clorurs es considera relativament baixa. No hi ha indicis d'atac extern de clorurs.

7. Annexes

- A1. Actes d'extracció i assaig a compressió de provetes testimoni de formigó endurit.
- A2. Fitxes de les cales realitzades en forjats.
- A3. Actes dels assaigs realitzats sobre mostres d'acer.

SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU
Barcelona, a 3 de juny del 2025



Jose Carlos Morgado
Llicenciat en C. Químiques



Erika V. Bedoya Beltrán
Arquitecta Técnica
Cap Departament Assaigs Estructurals

Número de ACTA	Número ALBARÁN	Número de REGISTRO	FECHA INFORME
2025/40166	78757	EE.2025/203	03/06/2025

Cales i assaigs a l'estructura de l'edifici situat a la plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Annex 1

Actes d'extracció i assaig a compressió de provetes testimoni de formigó endurit

DATA D' ACTA Fecha de acta	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ Fecha muestreo/inspección
29/05/2025	2025/40166	1	78757-3	EE.2025/203	08/05/2025

CLIENT / Cliente

10505: Diputació de Tarragona, Paseo de sant Antoni, 100,,
43003-TARRAGONA, Tarragona

DOCUMENT / Documento

Acta de resultats dels assaigs realitzats a la mostra presa en data 08/05/2025 i amb les següents dades d'identificació:

Acta de resultados de los ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 08/05/2025 y con los siguientes datos de identificación:

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: TESTIMONI DE FORMIGÓ / TESTIGO DE HORMIGÓN

DESCRIPCIÓ / Descripción: PROVETES TESTIMONI DE FORMIGÓ ENDURIT Ø75 mm

PROCEDENCIA: Formigó de forjats.

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

(*) Extracció amb sonda rotativa de 100 mm de diàmetre i 250 mm de llargària, tall, escairament i assaig a compressió d'una proveta testimoni de formigó endurit, segons les normes UNE-EN 12504-1:2020/AC:2021 i UNE-EN 12390-3:2020.

Reposició del forat practicat amb morter d'altres prestacions en quant a la resistència i a l'adherència.

(*) Assaig inclòs a la Declaració Responsable.

EXPEDIENT / Expediente 31571 / 22885

Realització d'assaigs en edificació a Tarragona Plaza imperial Tarraco, 10 TARRAGONA

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent. Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer. BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC. Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya amb codi d'inscripció CAT-L-104 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015 L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA Fecha de acta	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ Fecha muestreo/inspección
29/05/2025	2025/40166	1	78757-3	EE.2025/203	08/05/2025

Testimonis de formigó endurit. Ø100 mm i 250 mm S/UNE-EN 12504-1:2020/AC:2021 i UNE-EN 12390-3:2020							
DADES DE L'EXTRACCIÓ							
Data de l'extracció:	08/05/2025						
Data de l'assaig a compressió	19/05/2025						
Forma i temps de conservació de les provetes testimoni	En ambient de laboratori..						
Mètode de preparació:	Tall i polit						
Edat del formigó: dies	>28	>28	>28	>28	>28	>28	>28
Longitud abans del tallat: mm	31	31	31	32	30	30	30
Mida màxima estimada de l'àrid: mm	12	12	12	12	12	12	12
Armadures? (veure observacions):	No	No	No	No	No	No	No
Altres anomalies? (veure a observacions):	No	No	No	No	No	No	No

GEOMETRIA DELS TESTIMONIS (Cilíndrics):							
TESTIMONI Núm.	1	2	3	4	5	6	
Diàmetre mm	73	73	73	73	73	73	73
Alçada mm	142	142	142	142	142	142	142
Relació alçada/diàmetre (s/norma UNE 12390-1:1,95:1-2,05:1)	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Massa (en condicions de recepció) kg	1,329	1,308	1,333	1,317	1,310	1,313	1,313
Densitat (s/norma UNE-EN 12390-7): kg/m³	2237	2202	2244	2217	2205	2210	2210

CARACTERÍSTIQUES MECÀNQUES							
TESTIMONI Núm.	1	2	3	4	5	6	
Càrrega de trencament kN	79,41	71,10	74,84	79,84	80,36	99,52	
Tensió de trencament N/mm²	19,0	17,0	17,9	19,1	19,2	23,8	
Factor d'esveltesa (*)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Tensió de trencament corregida N/mm²	19,0	17,0	17,9	19,1	19,2	23,8	
Relació alçada/diàmetre	SEGONS NORMA	SEGONS NORMA	SEGONS NORMA	SEGONS NORMA	SEGONS NORMA	SEGONS NORMA	

Localització: 1: Forjat Sostre P. -2	Localització: 2: Forjat Sostre P. -2
Localització: 3: Forjat Sostre P. -2	Localització: 4: Forjat Sostre P. 2
Localització: 5: Forjat Sostre P. 2	Localització: 6: Forjat Sostre P. 2
Localització: :	Localització: :
Localització: :	Localització: :

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

VÍ P DTOR. DEL LABORATORI (O)



Jose Carlos Morgado Sánchez
Licenciado en C. Químicas



Érika V. Bedoya Beltrán

Número de ACTA	Número ALBARÁN	Número de REGISTRO	FECHA INFORME
2025/40166	78757	EE.2025/203	03/06/2025

Cales i assaigs a l'estructura de l'edifici situat a la plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Annex 2

Fitxes de les cales realitzades en forjats.



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

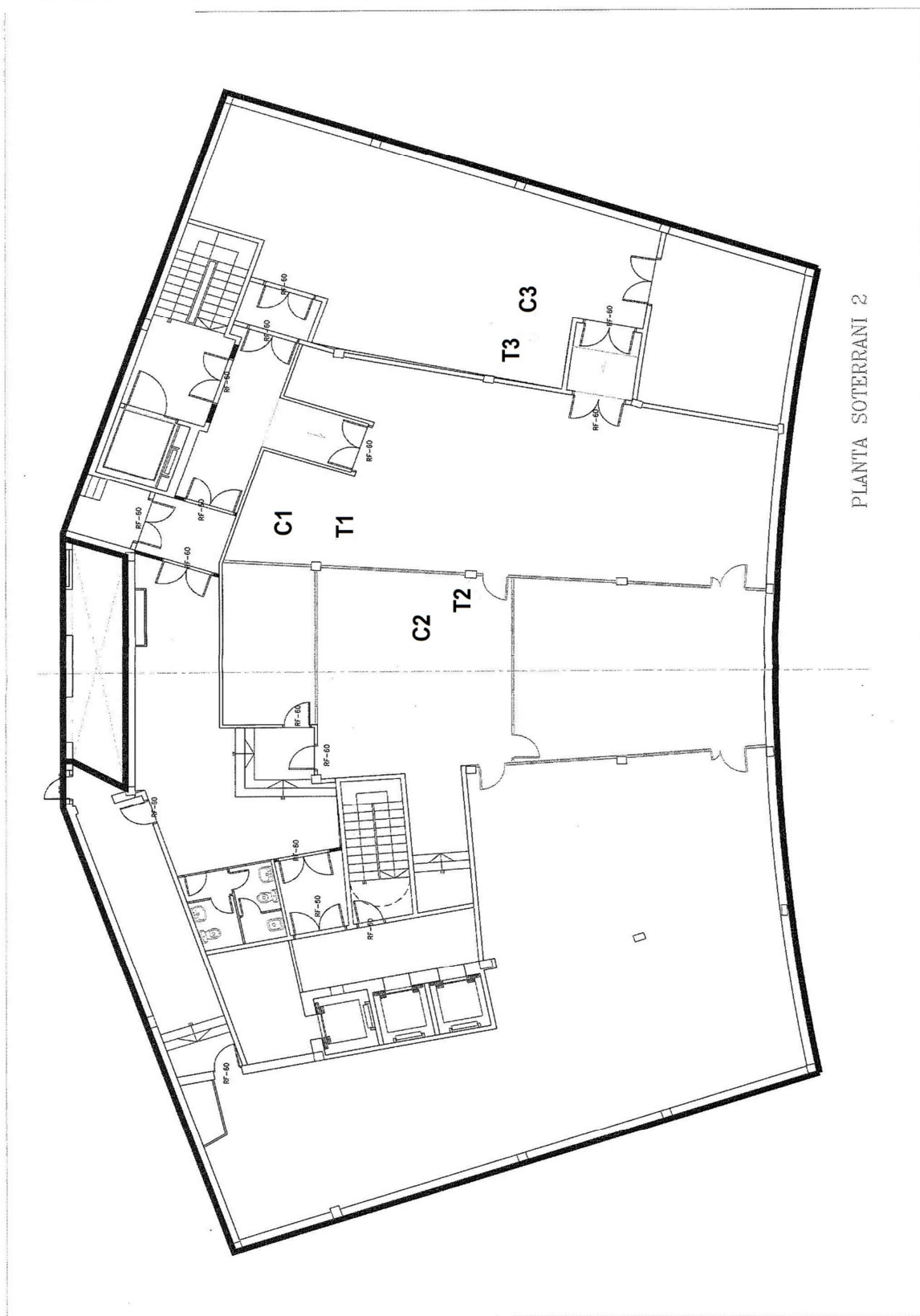
CLAVE FICHA

Forjats

Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Plànols



PLANTA SOTERRANI 2

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

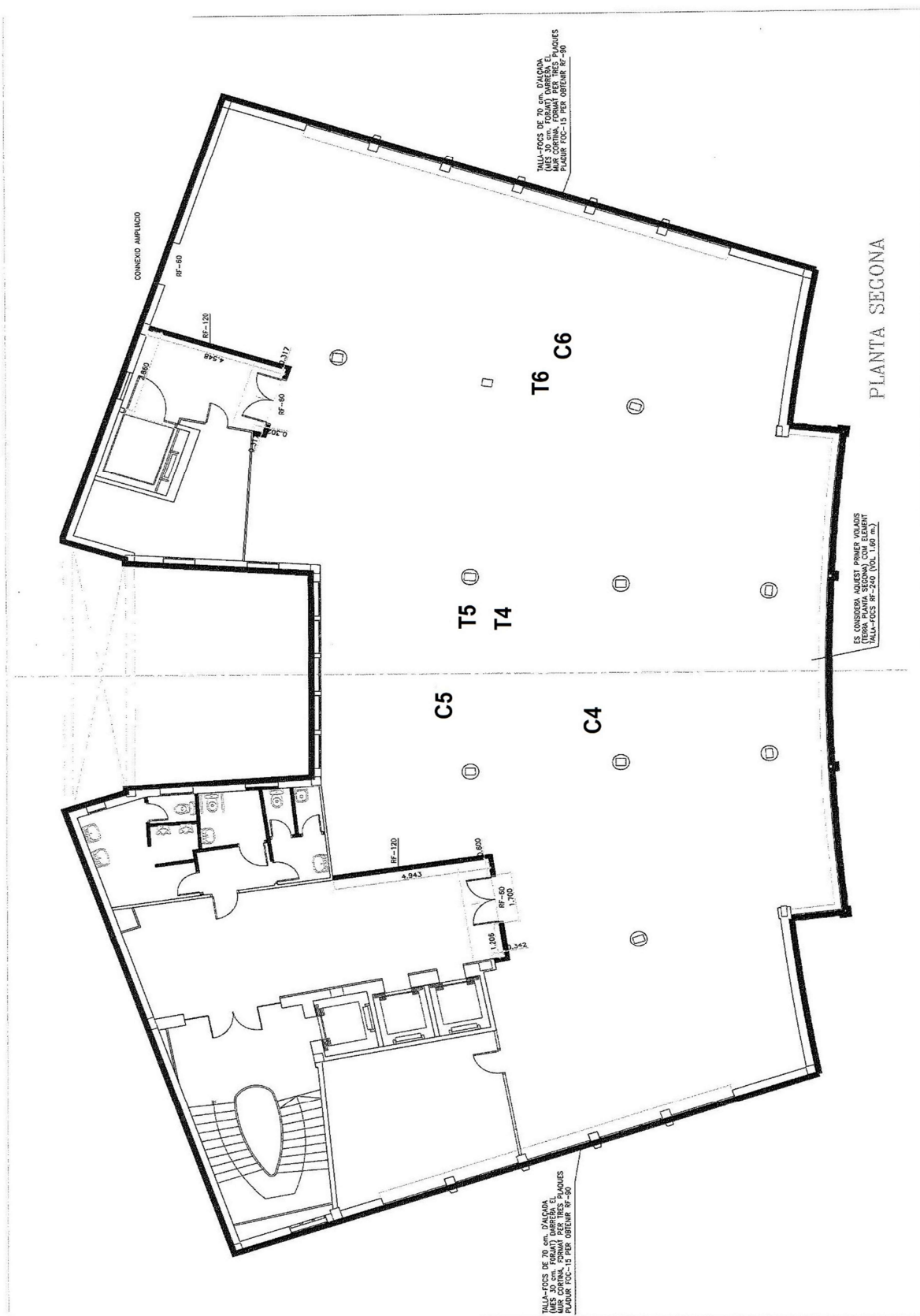
CLAVE FICHA

Forjats

Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Plànols



OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

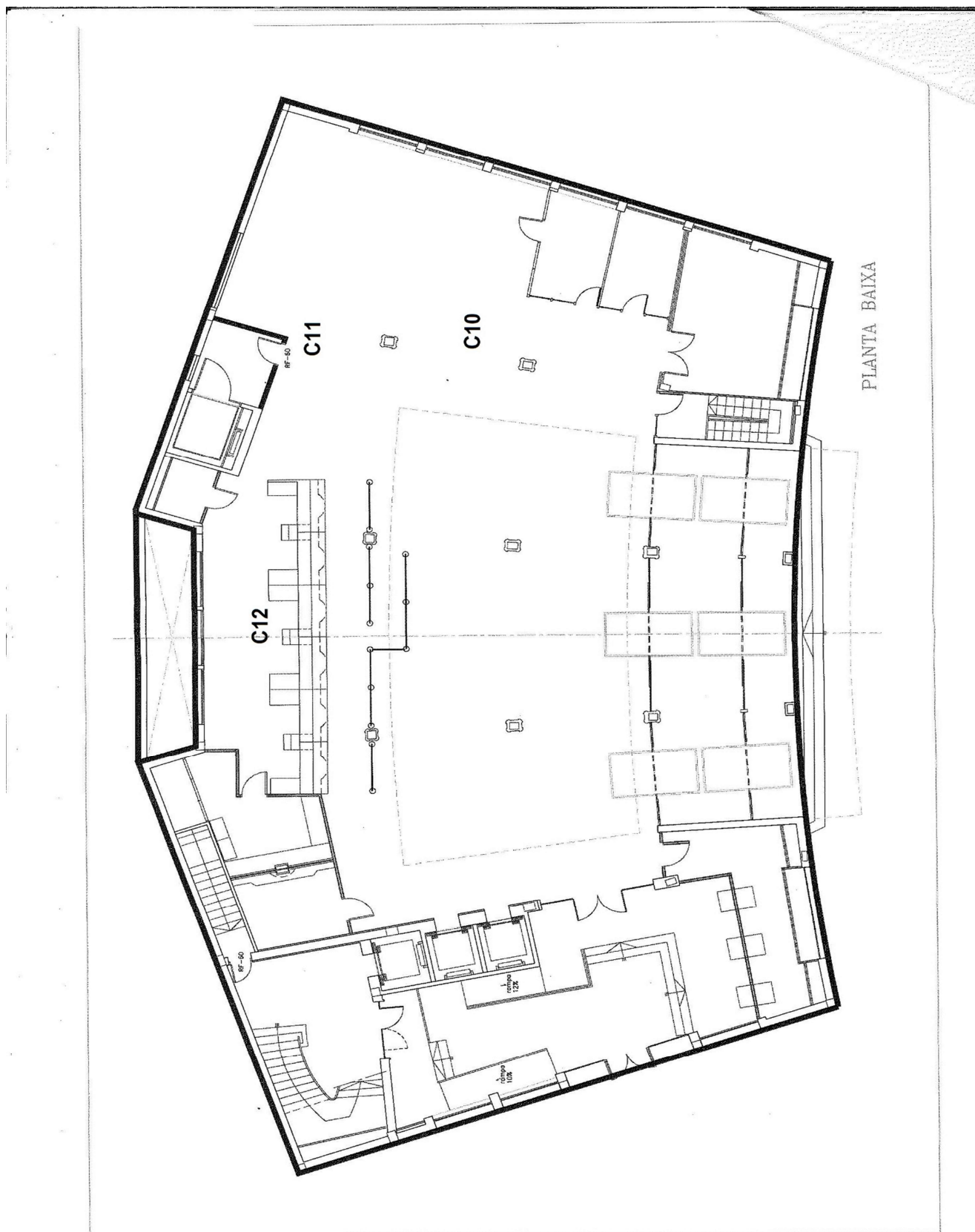
CLAVE FICHA

Forjats

Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Plànols



OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

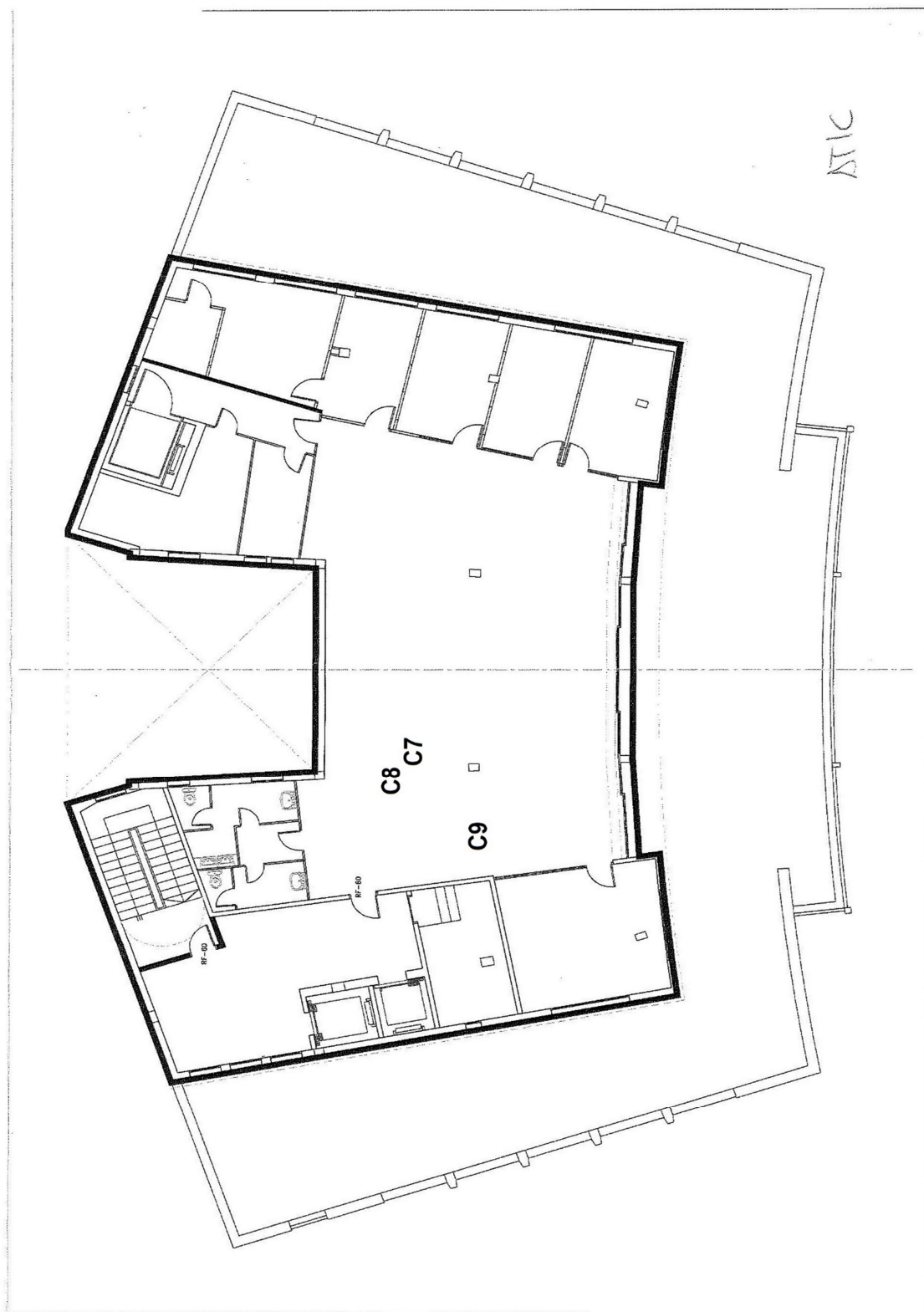
CLAVE FICHA

Forjats

Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Plànols



OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

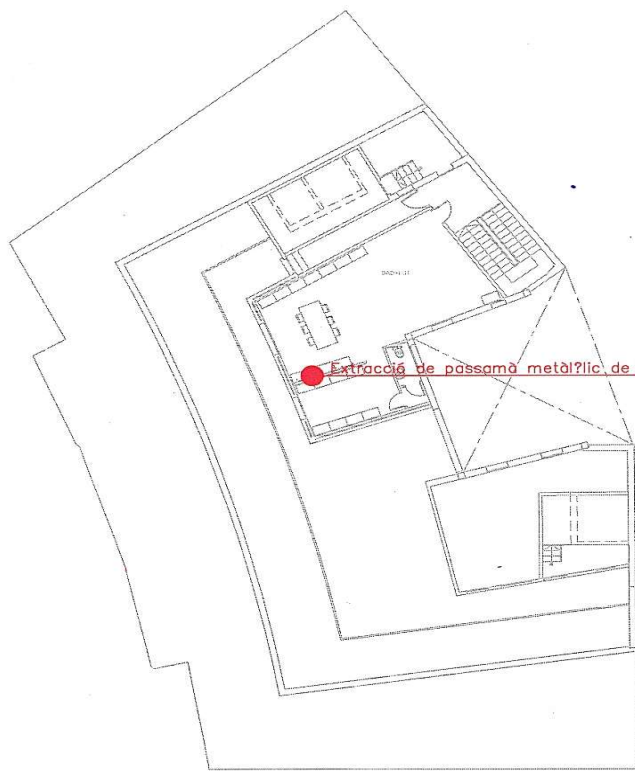
FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Plànols

Mostres
d'acer

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.



Extracció de passamà metàl·lic de pilar de planta sobreàtic

IMPERIAL TARRACO

11 PLANTA BADALOT

ESTAT ACTUAL

11-05-2012



Extracció de barra corrugada en paviment de sotàno -1

IMPERIAL TARRACO

03 SOTERRANI -1

ESTAT ACTUAL

11-05-2012

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C1



Forjat planta Sot. 2

Cala oberta. Nervi.



Recobrint mínim $\varnothing 12 = 10$ mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 22 mm.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

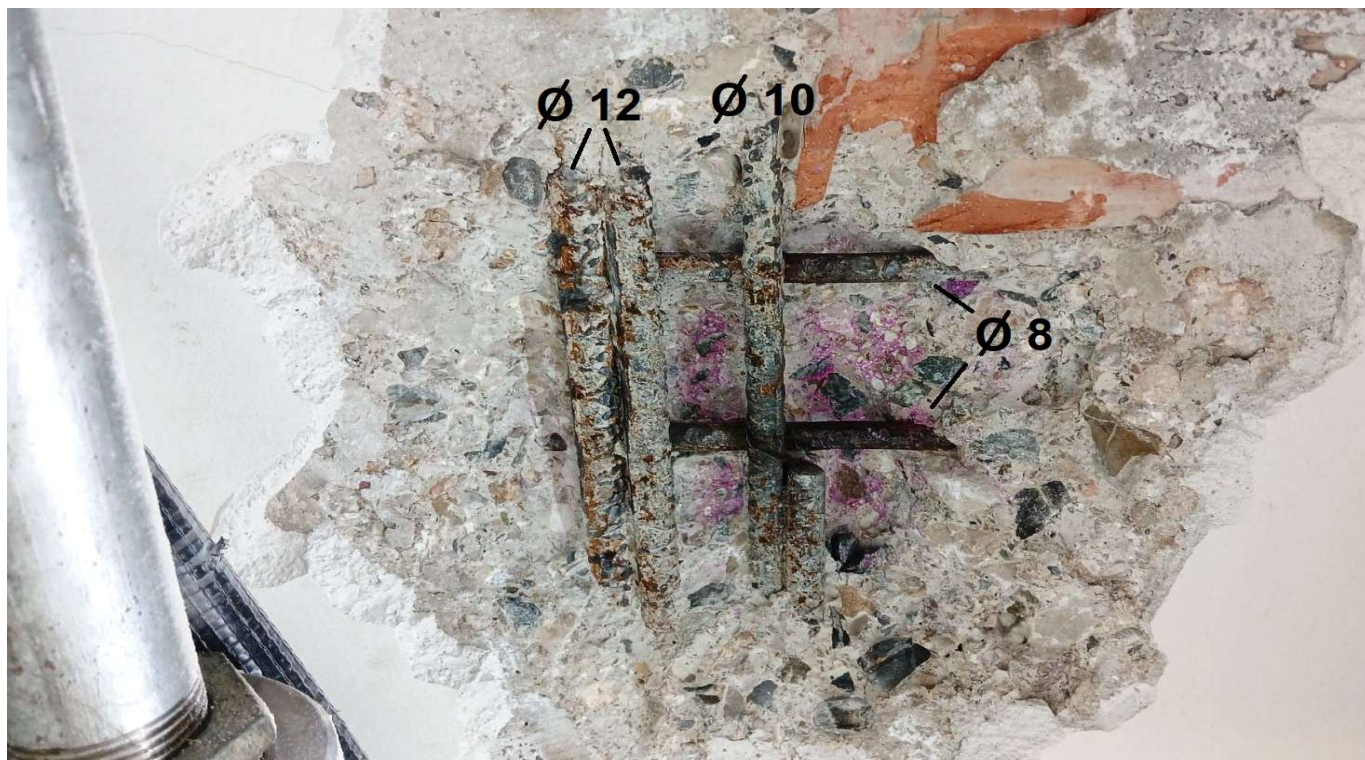
Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C2



Forjat planta Sot. 2.



Cala oberta. Nervi.

Recobriment mínim = 15 mm. Amb corrosió superficial.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 23 mm.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C3



Forjat planta Sot. 2.



Cala oberta. Nervi.

Recobriments mínims $\varnothing 8 = 15 \text{ mm}$. Amb corrosió superficial.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació $\approx 28 \text{ mm}$.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

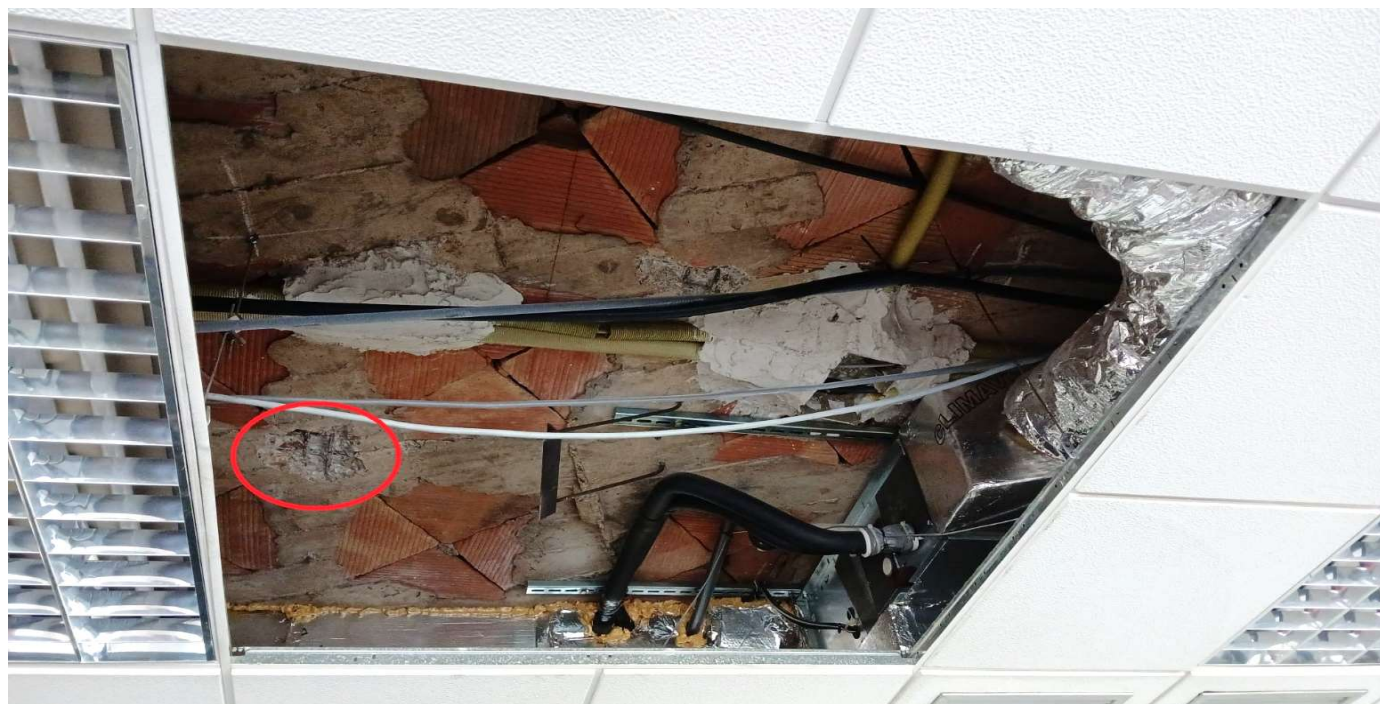
CLAVE FICHA

Forjats

Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C4



Forjat planta 2a.



Cala oberta. Nervi.

Recobriments mínim $\varnothing 8 \approx 17 \text{ mm}$.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació $\approx 7 \text{ mm}$.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

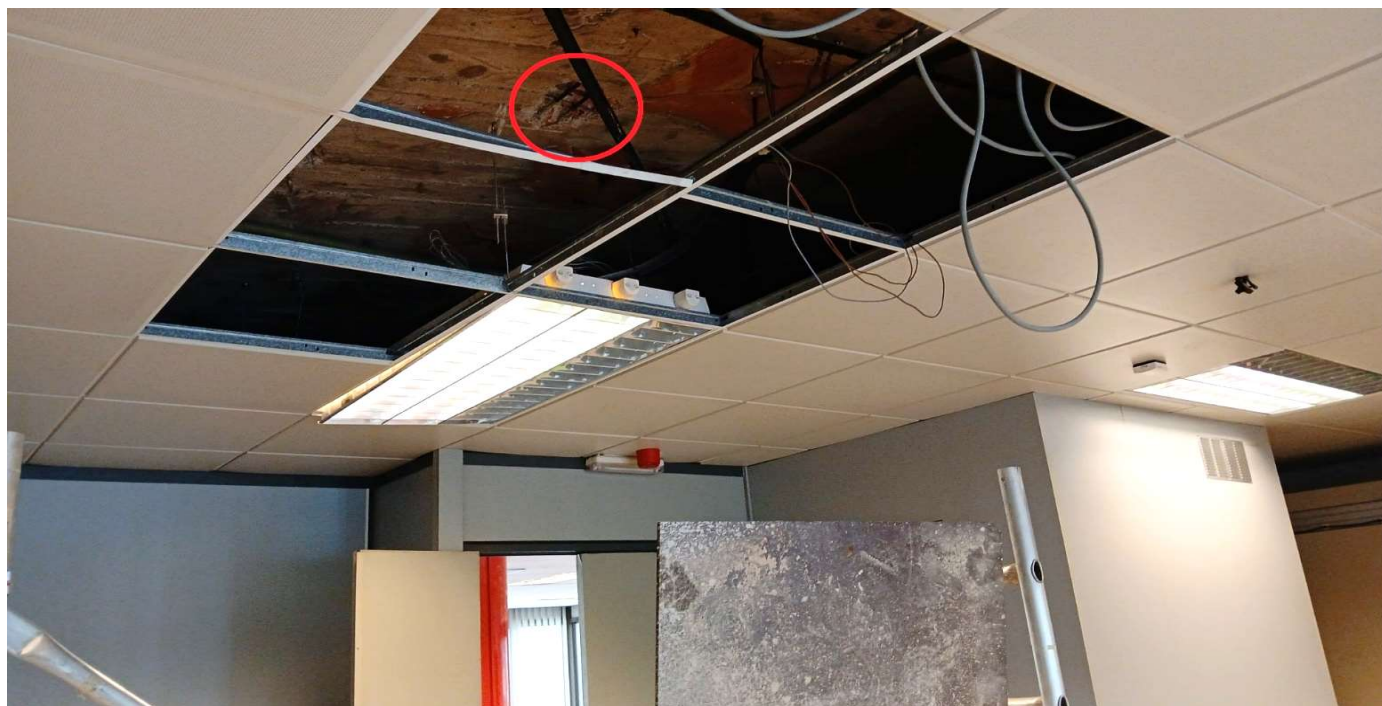
FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

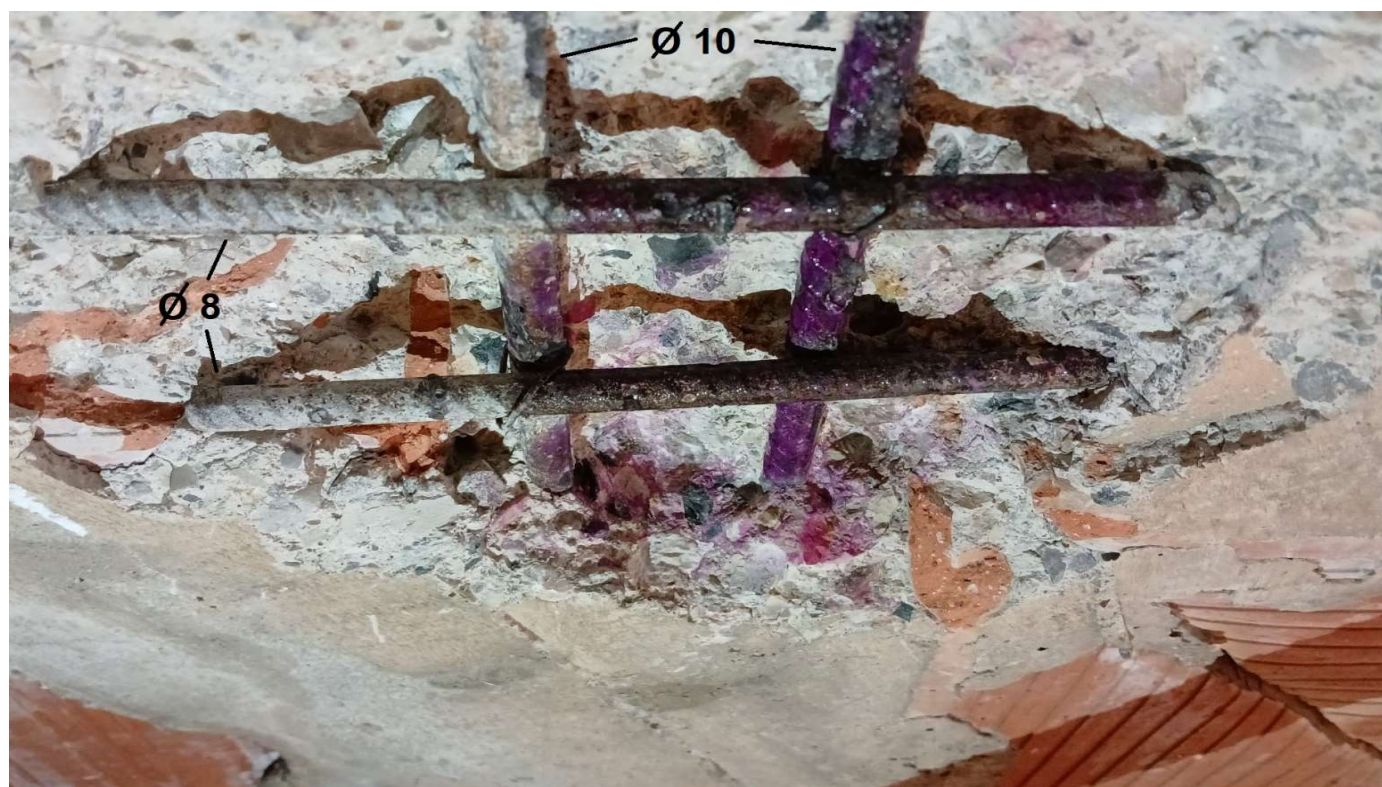
Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C5



Forjat planta 2a.



Cala oberta. Nervi.

Recobriment mínim $\varnothing 8 \approx 16 \text{ mm}$.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació $\approx 10 \text{ mm}$.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

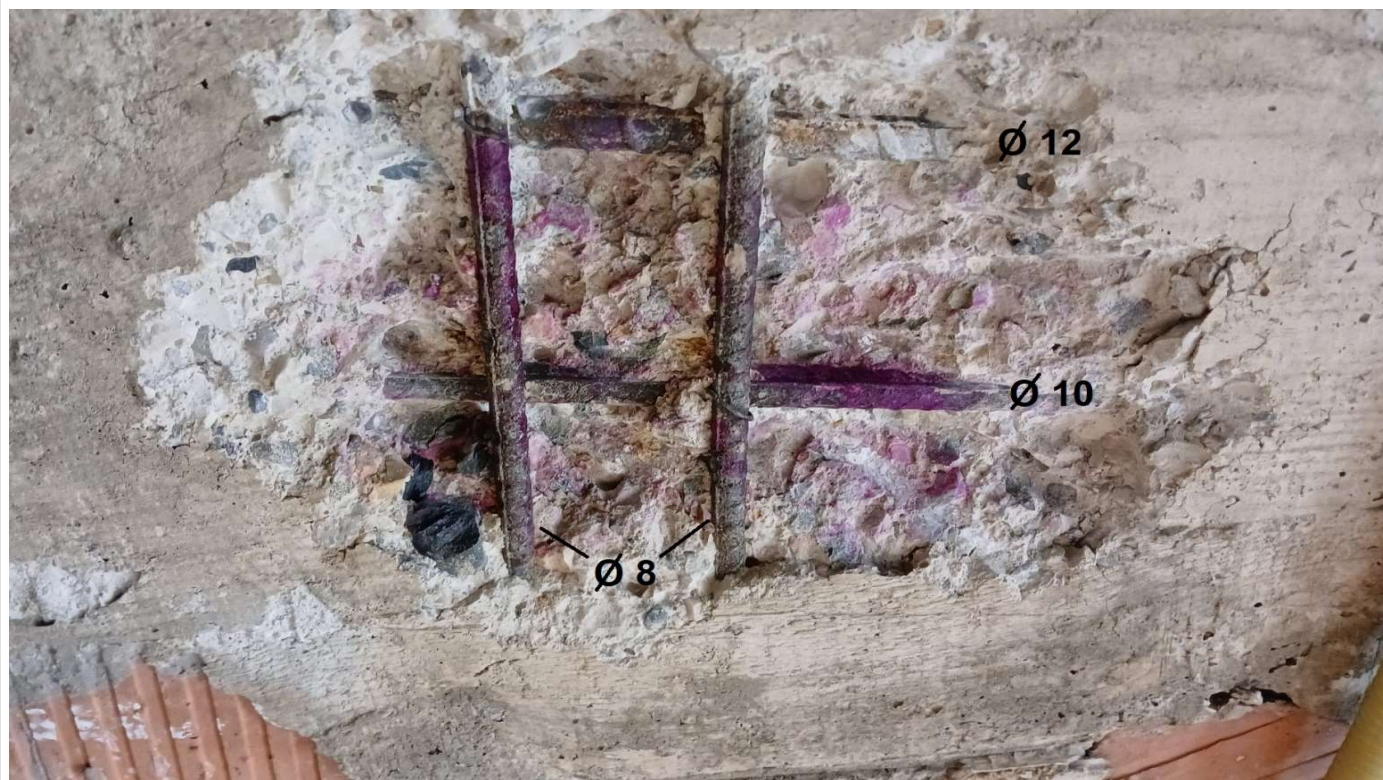
Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C6



Forjat planta 2a.



Cala oberta. Nervi.

Recobrint mínim $\varnothing 8 \approx 7 \text{ mm}$.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació $\approx 6 \text{ mm}$.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

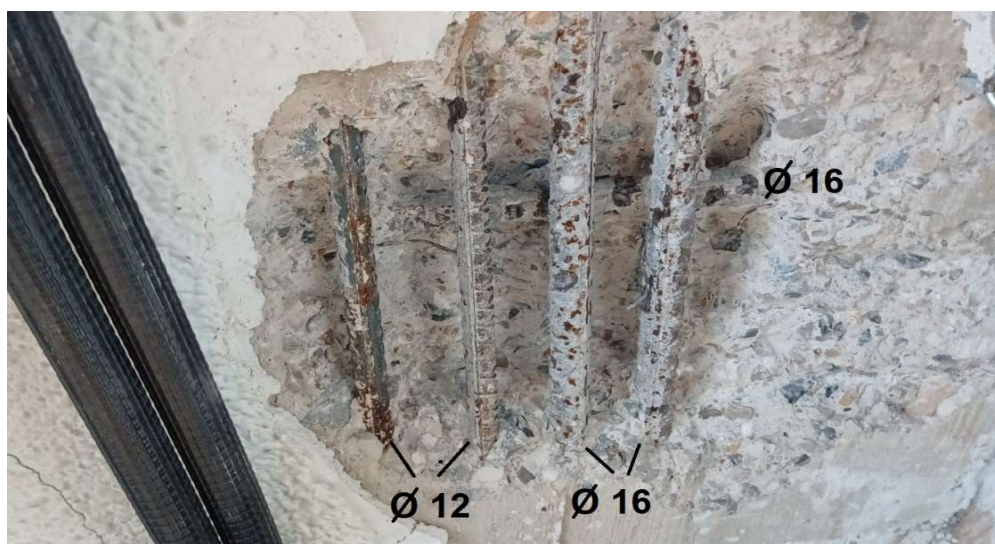
Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C7



Forjat planta àtic.

Cala oberta.



Recobriment mínim = 5 mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 18 mm.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

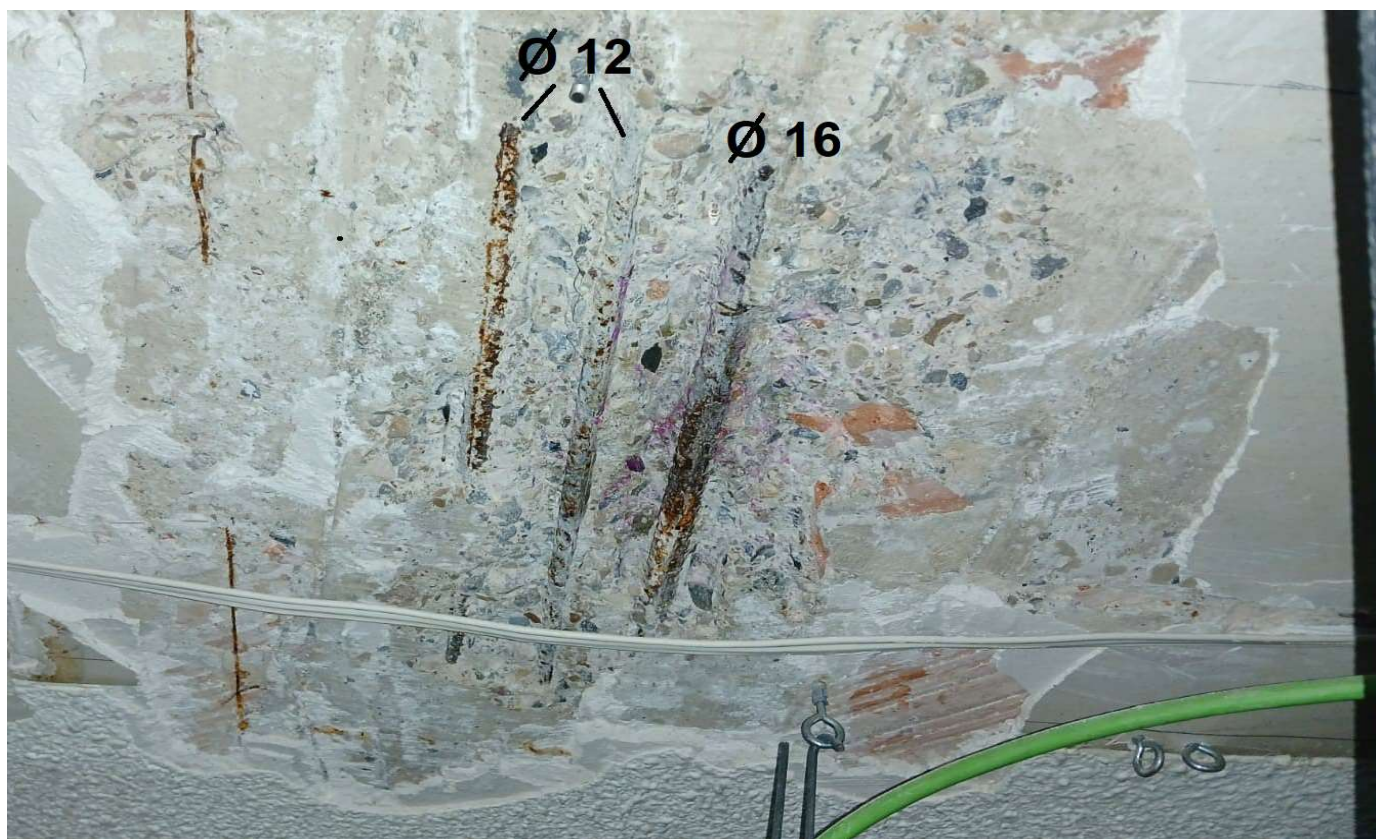
Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C8



Forjat planta àtic.



Cala oberta.

*Recobriment mínim ≈ 3 mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 15 mm.*

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C9



Forjat planta àtic.



Cala oberta.

*Recobriment mínim $\varnothing 16 = 5$ mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 18 mm.*

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

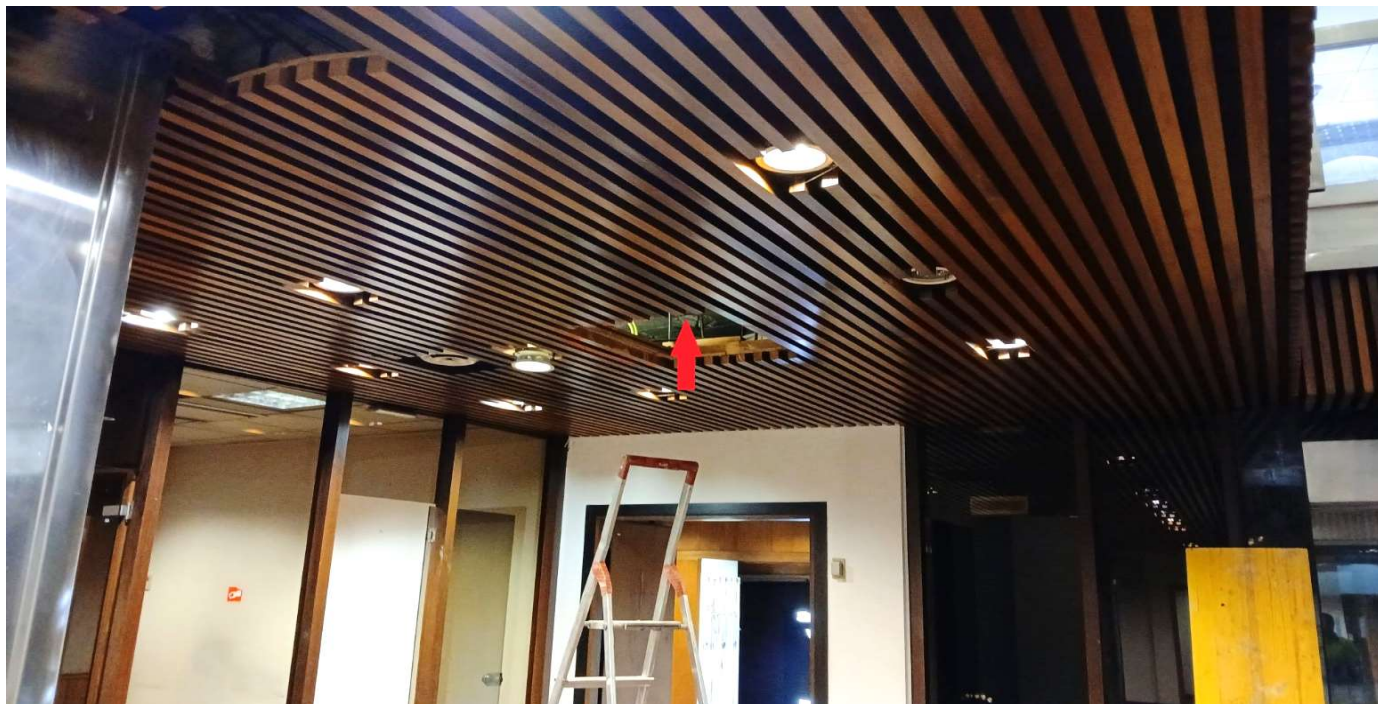
FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

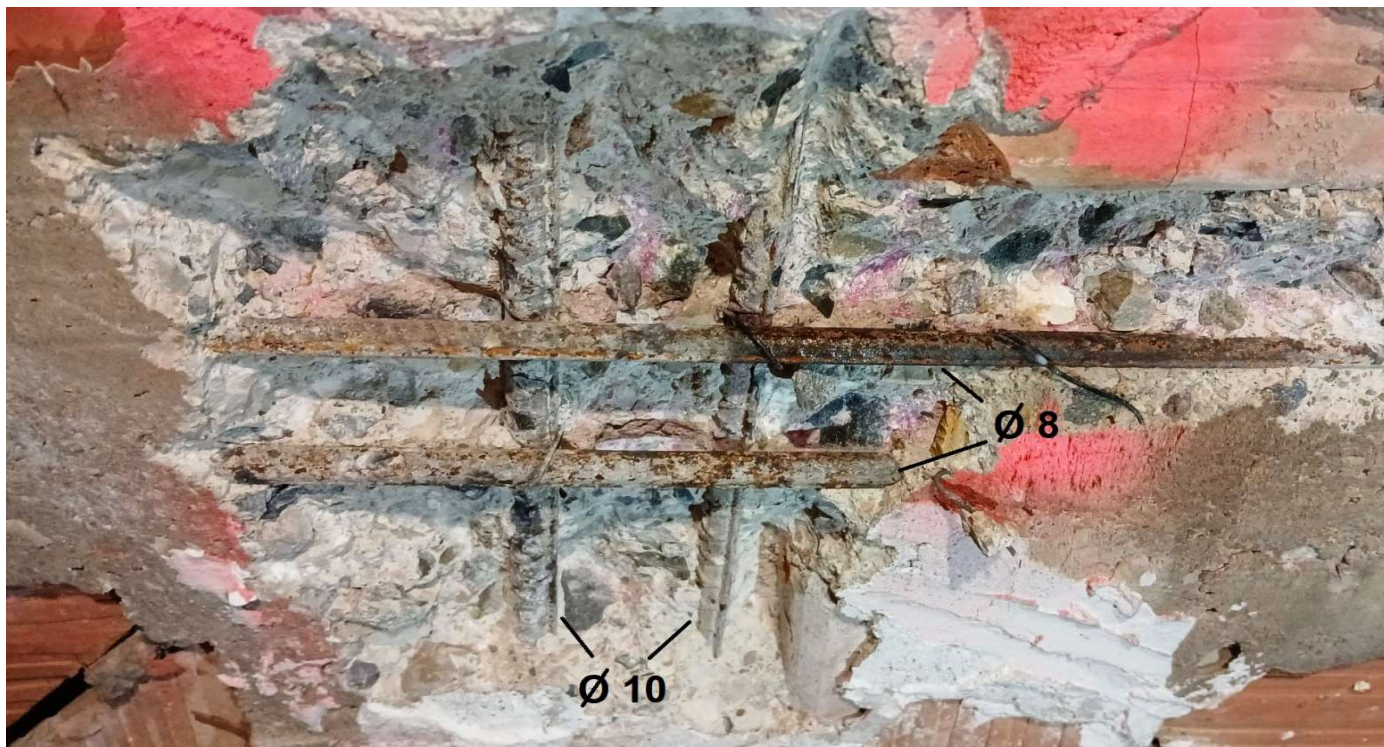
Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C10



Forjat planta baixa.



Cala oberta.

*Recobriment mínim $\varnothing 8 = 5$ mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 15 mm.*

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Exp. nº: 22885

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C11



Forjat planta baixa.



Cala oberta.

Recobriments mínim $\varnothing 10 = 10$ mm.

Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 13 mm.

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Informe: 2025/40166

Registro: EE.2025/203

FITXA D'INSPECCIÓ DE CALES
CALA EN ESTRUCTURA.

CLAVE FICHA

Forjats

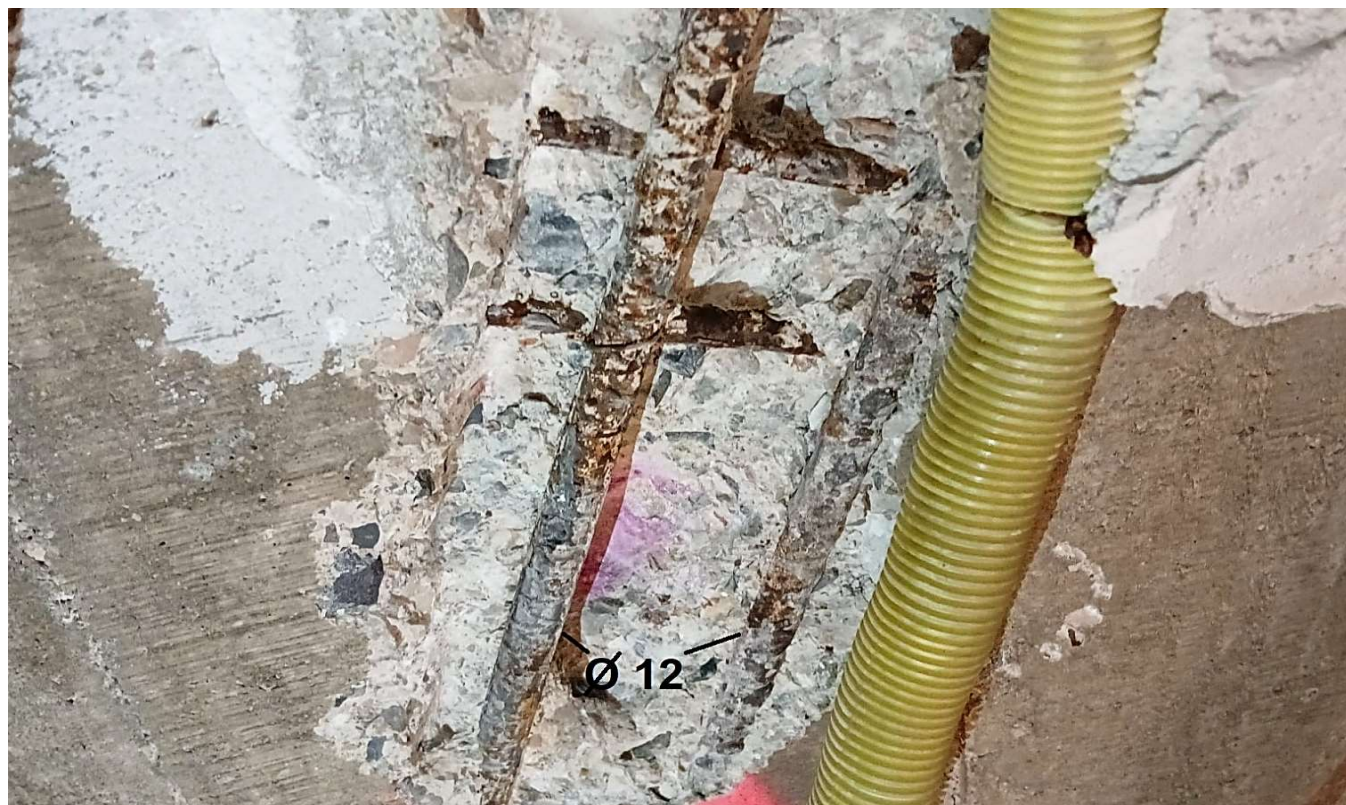
Exp. nº: 22885

Estudi de l'estructura de l'edifici situat a la
plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Carbonatació
C12



Forjat planta baixa.



Cala oberta.

*Recobriment mínim $\varnothing 12 = 5$ mm. Amb corrosió superficial.
Ruixat amb fenolftaleïna. Profunditat de carbonatació ≈ 30 mm.*

OBSERVACIONES:



SOCOTEC

Número de ACTA	Número ALBARÁN	Número de REGISTRO	FECHA INFORME
2025/40166	78757	EE.2025/203	03/06/2025

Cales i assaigs a l'estructura de l'edifici situat a la plaça Imperial Tarraco 10 de Tarragona.

Annex 3

Actes dels assaigs realitzats sobre mostres d'acer.



SERVIMETAL

INVESTIGACION, ANALISIS, CONSULTING Y ASESORAMIENTO METALURGICO

Análisis Químicos – Físicos – Metalográficos – Investigación – Asesoramiento Metalúrgico
Ctra. de Cornellà, 142 2.2. Tel 93 372 16 11 E-mail servimetalcalidad@hotmail.com 08950 ESPLUGAS DE LL. (Barna) N.I.F. J66600644

BAC ENGINEERING
CONSULTANCY GROUP, S.L.
C/ Àvila, nº 138 Porta 3^a
08018 BARCELONA

Su Referencia Personal

Esplugas, 31 de mayo de 2025

INFORME DE LABORATORIO

Nº 002-05-2025

DETERMINAR COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ESTRUCTURA MICROGRÁFICA EN 1
MUESTRA REFERENCIA GENERAL: OBRA 31571 – PLAZA IMPERIAL TARRACO.

➤ **MOSTRA “1”, ACER LAMINAT, PASSAMÀ PILAR PLATA SOBREÀTIC**



➤ **MOSTRA “1”**

1. COMPOSICIÓN QUÍMICA %:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
0,18	0,021	0,575	0,012	0,021	0,007	Neg.	0,024

Por su composición química, la muestra analizada corresponde a la calidad C22 s/EN 10083-2 (1996). Acero con buena soldabilidad.

2. ESTRUCTURA MICROGRÁFICA

Granos de ferrita y perlita (Fotomicrografía nº 1).



Fotomicrografía nº 1



Cliente:

BAC ENGINEERING

Informe:

002-05-25

Página

3 de 4

Se observan microinclusiones de SMn (sulfuro de manganeso) (Fotomicrografía nº 2).



Fotomicrografía nº 2

3. TAMAÑO DE GRANO: s/ASTM E-112

Nominal 7 (Fotomicrografía nº 3)



Fotomicrografía nº 3



Cliente: **BAC ENGINEERING**

Informe: **002-05-25**

Página

4 de 4

4. ENSAYO DE TRACCIÓN: s/UNE EN ISO 6892-1: 2017, Método B

LIMITE ELASTICO 0.2% (Rp) N/mm ² Yield strength	RESISTENCIA A LA TRACCION (Rm) N/mm ² Tensile strength	ALARGAMIENTO (A) % 30 m/m Elongation
384,7	470,4	21,2

Temperatura de ensayo 20°C

COMENTARIOS

La muestra analizada corresponde a la calidad C22 s/EN 10083-2 (1996).

La muestra analizada presenta microinclusiones de SMn (Sulfuro de manganeso) distribuidas de forma homogénea.

No hemos observado en la muestra estudiada la presencia de macroinclusiones.

El acero de la muestra tiene una buena soldabilidad. Es aconsejable que en este tipo de acero se realice una buena preparación-limpieza de las zonas a soldar.

Para estas soldaduras se recomienda utilizar un electrodo de recubrimiento Básico, con un precalentamiento entre 150-200°C.

FIRMA/AUTORIZADO
Juan Alarcón Hernández
Ingeniero metalúrgico

JUAN ALARCÓN HERNÁNDEZ
INGENIERO METALÚRGICO



SERVIMETAL

INVESTIGACION, ANALISIS, CONSULTING Y ASESORAMIENTO METALURGICO

Análisis Químicos – Físicos – Metalográficos – Investigación – Asesoramiento Metalúrgico
Ctra. de Cornellà, 142 2.2. Tel 93 372 16 11 E-mail servimetalcalidad@hotmail.com 08950 ESPLUGAS DE LL. (Barna) N.I.F. J66600644

BAC ENGINEERING

CONSULTANCY GROUP, S.L.

C/ Ávila, nº 138 Porta 3^a

08018 BARCELONA

Su Referencia **Personal**

Esplugas, **31 de mayo de 2025**

INFORME DE LABORATORIO

Nº 003-05-2025

**DETERMINAR COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ESTRUCTURA MICROGRÁFICA EN 1
MUESTRA REFERENCIA GENERAL: OBRA 31571 – PLAZA IMPERIAL TARRACO.**

MOSTRA “2”, ACER CORRUGAT Ø 12 mm, PAVIMENT SÒT – 1



Cliente: **BAC ENGINEERING**

Informe: **003-05-25**

Página

2 de 2

1. ENSAYO DE TRACCIÓN: s/UNE EN ISO 6892-1: 2017, Método B

LIMITE ELASTICO 0.2% (Rp) N/mm ² Yield strength	RESISTENCIA A LA TRACCION (Rm) N/mm ² Tensile strength	ALARGAMIENTO (A) % 30 m/m Elongation
470,4	520,7	20,9

Temperatura de ensayo 20°C

Ensayo realizado con máquina de tracción HOYTOM N° 16M12485

FIRMA/AUTORIZADO
Juan Alarcón Hernández
Ingeniero metalúrgico

JUAN ALARCÓN HERNÁNDEZ
INGENIERO METALÚRGICO