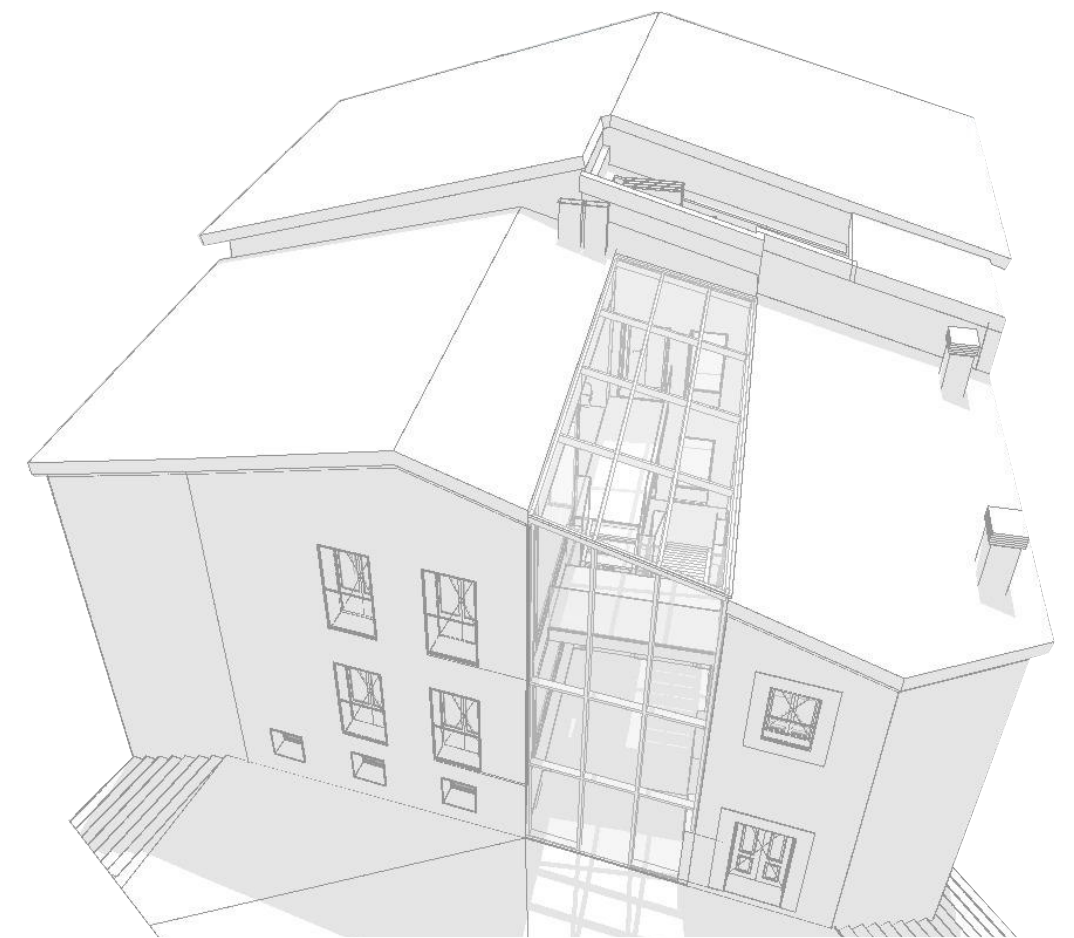




DOCUMENT: PROJECTE BÀSIC-EXECUTIU v1.01
Novembre 2022

VOLUM 4/4: VI. DOCUMENTS I PROJECTES COMPLEMENTARIS
PROJECTE DE REFORMA DE CAN SIÀ
C/ de Pare Claret, 4 – 17406 Viladrau

VI DOCUMENTS I PROJECTES COMPLEMENTARIS

- DC1 MEMÒRIA ESTRUCTURA
- DC2 ESTUDI DE RESIDUS
- DC3 INSTRUCCIONS D'ÚS I MANTENIMENT
- DC4 PLA DE CONTROL DE QUALITAT
- DC5 CEE EN FASE DE PROJECTE

DC1 MEMÒRIA ESTRUCTURA

ÍNDEX

MEMÒRIA DE CàLCUL DE L'ESTRUCTURA 3

1. INTRODUCCIÓ 3

2. GEOMETRIA..... 3

2.2. Sistemes de coordenades 3

2.3. Definició de la geometria 3

2.4. Eixos de càlcul..... 3

2.5. Barres i tirants..... 3

2.6. Criteri de signes dels llistats de sol·licitacions de barres..... 4

3. CÀRREGUES..... 4

3.2. Hipòtesis de càrregues 4

3.3. Regles de combinació entre hipòtesis 4

3.4. Opcions 5

3.5. Mètode de càlcul sísmic segons la Norma NCSE-94 i NCSE-02. 5

4. SECCIONS 7

4.2. Definició de les característiques geomètriques i mecàniques dels perfils..... 7

4.3. Seccions d'inèrcia variable: carteles 8

5. CàLCUL DE SOL·LICITACIONS..... 8

5.2. Modelització de murs resistents i forjats 8

5.3. Element finit utilitzat 9

5.4. Principis fonamentals del càlcul matricial. 10

6. COMBINACIÓ D'ACCIONS..... 10

6.2. Normatives..... 10

7. CàLCUL DE L'ARMAT 12

7.2. Criteris d'armat 12

Consideracions sobre l'armat de seccions..... 13

7.3. Mènsules curtes..... 13

7.4. Paràmetres de càlcul de l'armat 13

8. COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ACER 13

8.2. Criteris de comprovació 13

8.3. Cas particular de les seccions d'inèrcia variable: carteles 16

8.4. Perfils Conformats..... 16

8.5. Paràmetres de comprovació de l'acer..... 16

9. COMPROVACIÓ DE BIGUES MIXTES..... 16

9.2. Camp d'aplicació i normativa..... 16

9.3. Rigidesa equivalent i eficàcia de la connexió de tallant 16

9.4. Ample eficaç del cap de formigó..... 16

9.5. Càlcul a flexió 16

9.6. Càlcul a tallant i torsió..... 17

9.7. Càlcul a rasant: connectors de tallant 17

10. COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ALUMINI 17

10.2. Criteris de comprovació 17

10.3. Paràmetres de comprovació de l'alumini 20

11. CàLCUL DE LA FONAMENTACIÓ 20

11.2. Geometria 20

11.3. Càrregues..... 20

11.4. Càlcul de la tensió admissible 20

11.5. Càlcul estructural del fonament 21

12. CàLCUL DE FORJATS UNIDIRECCIONALS 21

12.2. Criteris de càlcul 21

12.3. Armadures..... 22

12.4. Paràmetres de càlcul de forjats unidireccionals..... 22

13. CàLCUL DE MURS DE SOTERRANI I DE CONTENCIÓ EN MÈNSULA 22

13.2. Murs de Soterrani 22

13.3. Murs de Contenció i en Mènsula..... 23

13.4. Paràmetres de càlcul de murs de soterrani i de contenció en mènsula 23

14. CàLCUL DE FORJATS RETICULARS I LLOSES MASSISES DE FORJAT 23

14.2. Modelització 24

14.3. Dimensions dels diferents elements..... 24

14.4. Criteris d'armat..... 24

14.5. Càlcul de l'armat de nervis..... 25

14.6. Càlcul de l'armat d'àbacs 25

14.7. Càlcul de l'armat de bigues de vora o interiors 25

14.8. Paràmetres de càlcul de l'armat 26

14.9. Creixements..... 26

14.10. Grafisme de les sortides gràfiques de resultats 26

14.11. Limitacions de disseny. Pilars d'acer..... 26

14.12. Forjats reticulars i lloses sobre murs de soterrani..... 26

15. CàLCUL DE LLOSES DE FONAMENTACIÓ I DE BIGUES FLOTANTS 26

15.2. Tipologies de lloses de fonamentació i bigues flotants..... 26

15.3. Coeficient de balast. 26

15.4. Càlcul de lloses de fonamentació i bigues flotants. 27

15.5. Paràmetres de càlcul de l'armat. 27

16. CàLCUL D'ESCALES I RAMPES..... 27

16.2. Elements d'una escala / rampa 27

16.3. Consideracions sobre el càlcul d'armat de les escales i rampes..... 27

17. CàLCUL DE MURS RESISTENTS DE FORMIGÓ 28

17.2. Esveltesa i guerdament 28

17.3. Limitacions constructives..... 28

17.4. Ancoratges i reforços de vora 29

18. CàLCUL I COMPROVACIÓ DE MURS RESISTENTS DE FÀBRICA 29

18.2. Àmbit d'aplicació..... 29

18.3. Propietats de murs de fàbrica 29

18.4. Materials..... 30

18.5. Càlcul de la fàbrica no armada 30

18.6. Axial més flexió 32

18.7. Tallant..... 32

18.8. Reforç per integritat estructural 32

18.9. Càlcul de la fàbrica armada..... 32

18.10. Càlcul de la fàbrica confinada..... 34

18.11. Dintells 34

18.12. Dintells de formigó armat (murs de Termoargila i de blocs de formigó)..... 34

18.13. Dintells d'acer (murs de material diferent a Termoargila) 34

18.14. Càrregues concentrades 35

18.15. Regates i Rebaixos..... 35

19. CàLCUL I ARMAT DE SABATES DE MURS RESISTENTS..... 35

19.2. Càlcul de la tensió admissible sobre el terreny 35

19.3. Comprovació a lliscament 36

19.4. Comprovació a bolcada 36

19.5. Càlcul estructural del fonament..... 36

20. CàLCUL I ARMAT D'ENCEPS I PILOTS..... 36

20.2. Sistema d'eixos. Coordenades..... 36

20.3. Conceptes de càlcul 36

20.4. Càlcul estructural del fonament..... 37

21. COMPROVACIÓ DE BARRES DE FUSTA 39

21.2. Accions de càlcul 40

21.3. Càlcul d'esforços..... 40

21.4. Estats límit últims (E.L.U.) 40

21.5. Estat límit de servei (E.L.S.)..... 40

21.6. Estabilitat de les peces: Guerdament per flexió i compressió combinades..... 40

21.7.	Estabilitat de les peces: Bolcada lateral de bigues	41
21.8.	Classes resistents de fusta	42
21.9.	Valors de càlcul de les propietats del material	43
21.10.	Barres d'inèrcia variable	43
21.11.	Barres corbes o amb intradós corb	43
22.	FORJATS DE XAPA.....	43
22.2.	Introducció.....	43
22.3.	Tipologies de forjats de xapa.....	43
22.4.	Criteris de càlcul	44
22.5.	Comprovació de seccions	44
23.	RESISTÈNCIA AL FOC DE L'ESTRUCTURA	45
23.2.	Generalitats	45
23.3.	Determinació dels efectes de les accions durant l'incendi	45
23.4.	Determinació de la resistència al foc	46
23.5.	Resistència al foc dels elements de formigó armat.....	46
23.6.	Resistència al foc dels elements d'acer	47
23.7.	Resistència al foc dels elements d'alumini.....	47
23.8.	Resistència al foc dels elements de fusta	47
23.9.	Resistència al foc de les estructures de fàbrica.....	48
23.10.	Resistència al foc de les bigues mixtes	49
1.	ANEXOS.....	50
1.1.	Datos de Cálculo.....	50
1.1.1.	Informe de datos de cálculo	50
1.2.	Geometría.....	51
1.3.	Acciones-Cargas	51
1.3.1.	Informe de cargas.....	51
1.4.	Combinación de Acciones	52
1.5.	Listados y Gráficas de Esfuerzos	52
1.5.1.	Informe de solicitudes	52
1.6.	Listado y Gráfica de Desplazamientos	56
1.6.1.	Informe de desplazamientos	56
1.7.	Reacciones en Cimentación	58
1.7.1.	Informe de acciones zapatas	58
1.7.2.	Informe de reacciones.....	59
1.8.	Comprobación de Dimensionado	60
1.8.1.	Informes uniones	60
1.8.2.	Informe de placas de anclaje	60
1.8.3.	Informe nudos andamios	62
1.8.4.	Informe de comprobación acero	62
1.9.	Cimentaciones.....	62
1.10.	Períodos y Frecuencias propias de vibración	62
1.10.1.	Informe de períodos y frecuencias	62
1.11.	Comprobación a Fuego.....	62
1.11.1.	Informe de comprobación a fuego	62
1.12.	Condiciones Técnicas específicas	67

MEMÒRIA DE CàLCUL DE L'ESTRUCTURA

Aquesta és la memòria de càlcul de l'estructura per a les següents normes d'Espanya:

- Accions: CTE DB SE i CTE DB SE-AE
- Sisme: NCSE-94 i NCSE-02
- Formigó armat i en Masa: EHE-08
- Unidireccionals prefabricats: EHE-08
- Acer estructural: CTE DB SE-A o EAE
- Bigues Mixtes: EN 1994-1-1
- Alumini: EN 1999-1-1
- Fonaments: CTE DB SE-C
- Fàbrica: CTE DB SE-F
- Fusta: CTE DB SE-M
- Resistència al foc: CTE DB SI, EHE-08, EN 1994-1-2 i EN 1999-1-2

1. INTRODUCCIÓ

El càlcul de l'estructura ha estat realitzat mitjançant el programa TRICALC de Càlcul Espai al d'Estructures Tridimensionals, versió 15.0, de l'empresa Graitec Spain S.L. - ARKTEC, amb domicili a Caleruega, 81 – E28033 Madrid (Espanya).

2. GEOMETRIA

2.2. Sistemes de coordenades

S'utilitzen tres tipus de sistemes de coordenades:

- **SISTEMA GENERAL:** Es el sistema de coordenades utilitzat per situar elements en l'espai. Està constituït per l'origen de coordenades Og i els eixos Xg, Yg i Zg formant un trèdre. Els eixos Xg i Zg defineixen el pla horitzontal de l'espai i els plans formats per XgYg i YgZg són els verticals.
- **SISTEMA LOCAL:** Es el sistema de coordenades propi de cadascun dels nusos d'una barra de l'estructura i depèn exclusivament de la seva situació i orientació en l'espai. Cadascuna de les barres té un eix de coordenades local per a cadascun dels seus nusos, als quals hom denominarà [Oli,Xli,Yli,Zli] i [Olj,Xlj,Ylj,Zlj]. Els eixos locals es defineixen de la següent manera:

- Eixos Locals en el NUS i:

L'origen de coordenades Oli està situat en el nus i.

L'eix Xli es defineix com el vector de direcció ji.

L'eix Yli es selecciona perpendicular als eixos Xli i Zg de forma que el producte vectorial de Zg amb Xli coincideixi amb Yli.

L'eix Zli es determina per la condició d'ortogonalitat que ha de complir el trèdre format per Xli, Yli i Zli.

- Eixos Locals en el NUS j:

L'origen de coordenades Olj està situat en el nus j.

L'eix Xlj es defineix com el vector de direcció ij.

L'eix Ylj es selecciona perpendicular als eixos Xlj i Zg de forma que el producte vectorial de Zg amb Xlj coincideixi amb l'eix Ylj.

L'eix Zlj es determina per la condició d'ortogonalitat que ha de complir el trèdre format per Xlj, Ylj i Zlj.

- **SISTEMA PRINCIPAL:** Es el sistema de coordenades que coincideix amb el sistema d'eixos principals d'inèrcia de la secció transversal d'una barra. Mitjançant una rotació de valor s'obté un angle b entre els eixos Ylocal i Yprincipal del seu nus de menor numeració, mesurat des de l'eix Ylocal en direcció a Zlocal.

El sistema de coordenades general [Og,Xg,Yg,Zg] s'utilitza per definir les següents magnituds:

- Coordenades dels nusos.
- Condicions de suport dels nusos en contacte amb la fonamentació (suports, encastaments, ressorts i assentaments).

- Càrregues contínues, discontinües, triangulars i puntuals aplicades en les barres.
- Forces i moments en els nusos.
- Desplaçaments en els nusos i reaccions d'aquells en contacte amb el terreny, obtinguts després del càlcul.

El sistema de coordenades principal [Op,Xp,Yp,Zp] s'utilitza per definir les següents magnituds:

- Càrregues de temperatures, amb gradient tèrmic al llarg de l'eix Yp o Zp de la secció.
- Càrregues del tipus moments flectors i torsors en barres.
- Resultats de sol·licitacions d'una barra.
- Gràfiques de les sol·licitacions principals.

2.3. Definició de la geometria

L'estructura ha estat definida com una malla tridimensional composta per barres i nusos. Hom considera que les barres són de directriu recta, de secció constant entre els seus nusos extrems i de longitud igual a la distància entre els eixos locals de dits extrems.

Les **unions de les barres** en els nusos poden ser de diferents tipus:

- *UNIONS RIGIDES*, en les que les barres transmeten girs i desplaçaments als nusos.
- *UNIONS ARTICULADES*, en les que les barres transmeten desplaçaments als nusos però no girs.
- *UNIONS ELÀSTIQUES*, en les que es defineix un percentatge en els tres girs, en eixos principals de la barra.

Les **condicions de suport** imposades als nusos de l'estructura en contacte amb la fonamentació, condicions de suport, permeten limitar el gir i/o desplaçament en els eixos generals. Segons les diferents combinacions dels sis possibles graus de llibertat per nus, es poden definir diferents casos:

- *NUSOS LLIURES*: desplaçaments i girs en els tres eixos de coordenades (-----).
- *NUSOS ARTICULATS*: sense desplaçaments, girs en els tres eixos (XYZ---).
- *NUSOS ENCASTATS*: sense desplaçaments ni girs (XYZXYZ).
- *SUPORTS VERTICALS*: desplaçaments respecte els eixos Xg i Zg, girs en els tres eixos (-Y-----).
- *SUPORTS HORITZONTALS EN X*: desplaçaments respecte els eixos Ygi Zg, girs en els tres eixos (X-----).
- *SUPORTS HORITZONTALS EN Z*: desplaçaments respecte els eixos Xgi Yg, girs en els tres eixos (--Z---).
- *RESSORTS o SUPORTS ELASTICS*: desplaçaments respecte els eixos Xg/Yg/Zg definits per les constants de rigidesa Kdx/Kdy/Kdz, girs respecte dits eixos definits per les constants de rigidesa Kgx/Kgy/Kgz. Es possible definir en un nus condicions de suport i ressorts, en diferents eixos.

Hom ha previst *ASSENTAMENTS* en nusos, tenint en compte per al càlcul de sol·licitacions els esforços produïts pel desplaçament de dits nusos.

Els codis expressats al final de cada tipus de suport, es recullen en diferents llistats del programa.

2.4. Eixos de càlcul

Es permet considerar com a eixos de càlcul o les barres que l'usuari defineixi (les línies que uneixen dos nusos) o l'eix físic (geomètric) de les seccions de les barres (veure LLISTAT D'OPCIONs).

En el primer cas, si es considera necessari, es podran introduir de forma manual en el càlcul els efectes que puguin produir la diferència de situació entre els eixos de càlcul i els eixos físics de les seccions transversals de les barres, mitjançant la introducció d'accions addicionals, forces i moments, o mitjançant la modelització dels nusos com elements amb dimensió.

En el cas de considerar com a eixos de càlcul els eixos geomètrics de les peces, es poden utilitzar com a llum de les barres diferents criteris, entre els que es troba l'adoptat per la Instrucció EHE-08, la distància entre suports.

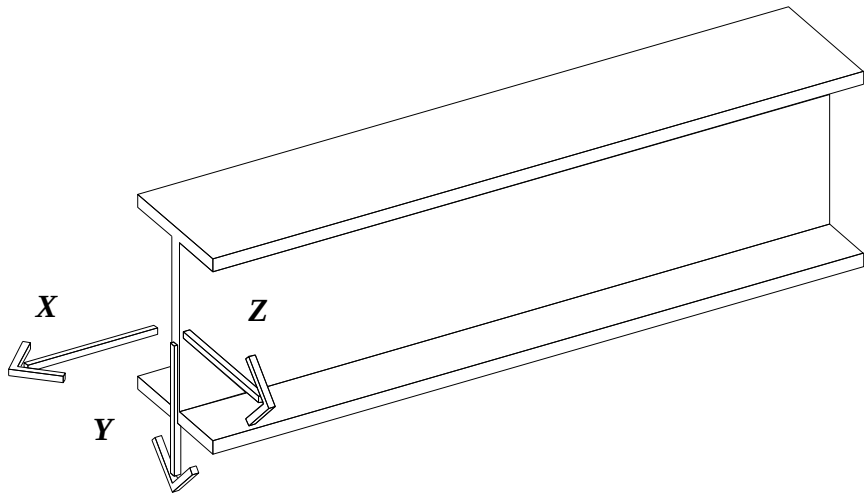
2.5. Barres i tirants

Existeix la possibilitat de treballar amb tirants, de forma que el programa consideri que les barres definides com a tals, sols absorbeixin esforços de tracció no aportant cap rigidesa quan es sotmetin a compressió. El càlcul dels tirants ha de fer-se en el càlcul en 2n ordre, ja que sols posteriorment a un càlcul en 1er ordre és possible detectar les combinacions en les que els tirants estan treballant a compressió, i llavors eliminar-los de la matriu de rigidesa de l'estructura, i tornar a calcular l'estructura. La

llibertat de geometria per a definir les barres-tirant dins de l'estructura és total: poden unir-se nusos a distinta cota, façanes de naus, nusos en la mateixa planta,... sense necessitat de formar requadres rectangulars arriostrats.

2.6. Criteri de signes dels llistats de sol·licitacions de barres

Els llistats de 'Sol·licitacions' i 'Per Seccions', que s'obtenen majorats, es realitzen segons els eixos principals de la secció en el nus inicial de cada barra (Xp, Yp, Zp). El nus inicial d'una barra és el de menor numeració. El criteri de signes utilitzat és el següent:



Eixos principals de la secció en el nus inicial de una barra

- **Axils (Fx).** Un valor negatiu indicarà compressió, mentre que un positiu, tracció.
- **Tallants Y (Vy).** Un valor positiu indicarà que la tensió de talladura d'una rebanada, a la cara que es veu des del nus inicial, té el mateix sentit que l'eix Yp.
- **Tallants Z (Vz).** Un valor positiu indicarà que la tensió de talladura d'una rebanada, en la cara que es veu des del nus inicial, té el mateix sentit que l'eix Zp.
- **Moments Flectors Y (My) (plànol de flexió perpendicular a l'eix Yp).** En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Yp) no sigui horitzontal (és a dir, el seu eix Yp no és vertical), s'utilitza el següent criteri: els moments situats per sobre de la barra (la fibra traccionada és la superior) són negatius, mentre que els situats per sota (la fibra traccionada és la inferior) són positius.
En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Yp) sigui horitzontal (el seu eix Yp és vertical), i en el cas de pilars, s'utilitza el següent criteri: els moments situats cap a l'eix Zp positiu són positius, mentre que els situats cap a l'eix Zp negatiu són negatius.
- **Moments Flectors Z (Mz) (plànol de flexió perpendicular a l'eix Zp).** En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Zp) no sigui horitzontal (és a dir, el seu eix Zp no és horitzontal), s'utilitza el criteri: els moments situats per sobre de la barra (la fibra traccionada és la superior) són negatius, mentre que els situats per sota (la fibra traccionada és la inferior) són positius.
En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Zp) sigui horitzontal (el seu eix Zp és horitzontal), i en el cas de pilars, s'utilitza el següent criteri: els moments situats cap a l'eix Yp positiu són positius, mentre que els situats cap a l'eix Yp negatiu són negatius.
- **Moments torsors (Mx).** El moment torsor serà positiu si, vista la secció des de l'eix Xp de la barra des del seu nus inicial, gira en el sentit de les agulles del rellotge.

3. CÀRREGUES

3.2. Hipòtesis de càrregues

Hipòtesis de càrregues contemplades:

- HIPÒTESI 0: CÀRREGUES PERMANENTS
- HIPÒTESIS 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10.:SOBRECÀRREGUES ALTERNATIVES
- HIPÒTESIS 3, 4, 25 i 26: VENT.

Hom considera l'acció del vent sobre l'edifici segons quatre direccions perpendiculars. Dintre de cada direcció es té en compte que el vent actua en els dos sentits possibles, és a dir, en hipòtesis 3 i -3, 4 i -4, 25 i -25, i 26 i -26.

- HIPÒTESIS 5, 6 i 24: SISME.

Hom considera l'acció del sisme sobre l'edifici segons dues direccions horitzontals perpendiculars, una en hipòtesi 5 definida per un vector de direcció [x,0,z] donada i una altra en hipòtesi 6 definida pel vector de direcció perpendicular a l'anterior. Dins de cada direcció es té en compte que el sisme actua en els dos sentits possibles, és a dir, en hipòtesis 5 i -5 i en hipòtesis 6 i -6. Si es selecciona norma NCSE, les direccions d'actuació del sisme són les dels eixos generals; opcionalment es poden considerar l'actuació del sisme vertical en hipòtesi 24 i -24 definida pel vector [0,Yg,0].

Per a verificar els criteris considerats per determinar l'acció del sisme (segons NTE-ECS i NBE-PDS1/74 o segons NCSE-94 o NCSE-02): veure LLISTAT D'OPCIONS.

- HIPÒTESIS 11 a 20: CÀRREGUES MÒBILS.
- HIPÒTESI 21: TEMPERATURA.
- HIPÒTESI 22: NEU.
- HIPÒTESI 23: CÀRREGA ACCIDENTAL.

Per verificar els coeficients de majoració de càrregues aplicats a cada hipòtesi de càrrega: veure LLISTAT D'OPCIONS.

3.3. Regles de combinació entre hipòtesis

- HIPÒTESI 0: CÀRREGUES PERMANENTS

Totes les combinacions realitzades consideren les càrregues introduïdes en hipòtesi 0.

- HIPÒTESIS 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10: SOBRECÀRREGUES ALTERNATIVES

Es combinen les càrregues introduïdes en hipòtesis 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10 de forma separada i conjunta. Mai no es realitzen combinacions de càrregues introduïdes en hip. 1 i 2 amb càrregues introduïdes en hip. 7 i 8, o càrregues introduïdes en hip. 7 i 8 amb càrregues en hip. 9 i 10.

- HIPÒTESIS 3, 4, 25 i 26: VENT

Mai no es considera l'acció simultània de les càrregues introduïdes en hip. 3, 4, 25 i 26.

- HIPÒTESIS 5, 6 i 24: SISME

Mai no es considera l'actuació de forma conjunta de les càrregues introduïdes en hip. 5 i 6 (només si s'activa l'opció "considerar la regla del 30%"), ni d'aquestes amb l'hipòtesi 24, sisme vertical.

- HIPÒTESIS 11 A 20: CÀRREGUES MÒBILS

No es realitza cap combinació en la qual aparegui l'acció simultània de les càrregues introduïdes en aquestes hipòtesis.

- HIPÒTESI 21: TEMPERATURA

Les càrregues d'aquesta hipòtesi es combinen amb les introduïdes en hip. 23. No es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

- HIPÒTESI 22: NEU

Les càrregues d'aquesta hipòtesi no es combinen amb les introduïdes en hip. 23. Tampoc es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

- HIPÒTESI 23: CÀRREGA ACCIDENTAL

Les càrregues d'aquesta hipòtesi no es combinen amb les introduïdes en hipòtesis 21 i 22. Tampoc es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

Els coeficients de combinació entre hipòtesis aplicats venen definits en el LLISTAT D'OPCIONS. També és possible obtenir el llistat de les combinacions realitzades en una estructura, material i estat límit concrets.

Les combinacions d'hipòtesi efectuades de forma automàtica pel programa, es desglossen a l'apartat corresponent a cada normativa i material.

3.4. Opcions

S'han utilitzat les opcions de càrregues recollides en el llistat d'OPCIONS que acompanya a la estructura, en particular les relatives a:

- Consideració o no automàtica del pes propi de les barres de la estructura.
- Consideració de les càrregues introduïdes a l'hipòtesi 3, 4, 25 i 26 (Vent ACTIU), i en les hipòtesi 5, 6 i 24 (Sisme ACTIU).
- Sentit positiu i negatiu(±) considerat en les hipòtesi 3, 4, 25, 26, 5, 6 i 24.

3.5. Mètode de càlcul sísmic segons la Norma NCSE-94 i NCSE-02.

El càlcul de les càrregues sísmiques es realitza mitjançant una anàlisi modal espectral de l'estructura, mètode proposat com a preferent per la Norma NCSE-94 i NCSE-02 (Art.3.6.2.).

Tricalc introdueix en l'estructura, sobre cada pla horitzontal on hi hagi un forjat unidireccional, reticular o llosa massissa, dues càrregues puntuals (segons les dues direccions dels eixos horitzontals generals X e Y) aplicades a una distància (excentricitat definida per la norma) del centre de masses del pla, i dos moments com a resultat de situar aquestes càrregues en el nus de major numeració del pla per a que coincideixin amb un nus de l'estructura.

En el cas de forjats unidireccionals les càrregues són del tipus 'Puntual en Nus' i 'Moment en Nus'. En el cas de forjats reticulars i de llosa les càrregues són del tipus 'Puntual en Plà' i 'Moment en Plà'. Sobre cadascun dels nusos on no hi sigui el forjat horitzontal s'introdueix les dues càrregues puntuals horitzontals segons els eixos X i Z. Si existeix sisme vertical, s'afegeix una tercera càrrega puntual a la direcció del eix Y.

Si s'han definit forjats horitzontals, en el càlcul de les càrregues sísmiques per el mètode dinàmic es considera com hipòtesis la indeformabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànel. Es defineix com "grup" el conjunt de nusos d'una estructura inclosos dintre del perímetre d'un forjat unidireccional, reticular o de llosa horitzontals. Tots els nusos inclosos en un mateix "grup" tenen relacionats els seus graus de llibertat corresponents als desplaçaments en els eixos Xg y Zg, i al gir en l'eix Yg.

Anàlisi Modal Espectral

L'anàlisi modal espectral, considerada de tipus 'dinàmic', consta, fonamentalment, dels següents passos:

- Obtenció, per a cada direcció de sisme a considerar, dels valors i vectors propis del sistema d'equacions

$$\left[\left[K \right] - \omega^2 \left[M \right] \right] \cdot \left\{ \Phi \right\} = 0$$

on

K: Matriu de rigidesa en la direcció considerada

w : Freqüència angular d'excitació (arrel quadrada del valor propi)

M: Matriu de massa de l'estructura

Φ: Vector propi

- Obtenció, per a cada mode de vibració i cada direcció, de l'acceleració imposada a cada punt de l'estructura, utilitzant per això una funció de "resposta espectral".
- A partir de l'acceleració característica i del vector propi de cada mode s'obté una força a aplicar a cada nus, en la mateixa direcció que la direcció de sisme. Donat que l'edifici vibra a la vegada en tots els seus nusos, es necessari sumar els efectes combinats de tots ells. Es la denominada 'superposició modal espectral'.
- Combinació, per a cada direcció, dels desplaçaments, girs i esforços obtinguts en els diferents modes de vibració per obtenir els desplaçaments, girs i sollicitacions ponderats de cada direcció de sisme.

Direccions de sisme considerades

Tricalc considera, com a direccions de sisme, les dels eixos generals (X+,X-, Z+, Z-, Y+ i Y). Aquestes direccions corresponen a les hipòtesis del programa 5, 6 i 24, respectivament. Ja que no es pot predir la direcció en la que es situa l'epicentre d'un terratrèmol respecte l'edifici, es suficient considerar dues direccions horitzontals de sisme independents i ortogonals entre sí.

Als efectes de considerar l'acció del sisme d'una direcció a l'altre, és possible utilitzar un coeficient de majoració de les accions sísmiques incrementant en el factor 1.12, o utilitzar la regla del 30 % (vegi el LLISTAT D'OPCIONS).

La consideració del sisme vertical (Y+, Y-) es opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS).

Modelització i graus de llibertat

Per a la correcta avaluació de l'acció sísmica, és necessari que l' estructura es trobi predimensionada i amb totes les càrregues introduïdes.

Als efectes d'avaluació de càrregues sísmiques, l'estructura es modelitza com un conjunt de barres amb les masses concentrades en els nusos. Aquesta modelització és acceptable per a la majoria de les situacions, encara que en alguns casos (sisme vertical d' una gran biga carregada uniformement, per exemple) no és correcte traslladar les càrregues als nusos. Es consideren solament nusos situats sobre la rasant de la qual, el moviment en la direcció d'estudi no estigui coaccionat mitjançant un recolzament. És a dir, es considera que tota l'estructura sota la rasant es mou solidàriament amb el terreny durant el sisme.

La modelització de l' estructura es pot realitzar separadament per a cada direcció d' estudi o bé globalment (veure el LLISTAT D' OPCIONS).

És opcional (veure el LLISTAT D' OPCIONS) la consideració del gir al voltant d'un eix vertical com a grau de llibertat. En aquest cas, es considera que els nusos situats en un forjat horitzontal indeformable roten al voltant del centre de rigideses del susdit forjat, mentre que la resta ho fan sobre sí mateixos.

També és opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS) considerar el gir al voltant dels eixos X i Z generals (opció 'SENSE CONDENSACIÓ') o no (opció 'AMB CONDENSACIÓ').

Es realitza el càlcul condensant els graus de llibertat dels forjats horitzontals (unidireccionals, reticulars o lloses) de l'estructura, la qual cosa equival a considerar els forjats horitzontals infinitament rígids en el seu pla. Els forjats tindran un únic grau de llibertat en les direccions horitzontals del sisme i en el gir al voltant de l'eix Yg.

El terreny es considera un sòlid rígid, la qual cosa, en general, està del costat de la seguretat. Per que aquesta simplificació sigui correcta, s'han d'evitar estructures, la dimensió en planta de les quals, superi la de la longitud de les ondes sísmiques, de l' ordre de 100 metres.

Matriu de massa considerada: massa traslacional i massa rotacional

Tricalc calcula la matriu de massa, matriu diagonal en la que les masses de cada nus, grau de llibertat, es situen en la diagonal.

Els graus de llibertat traslacionals (2 desplaçaments horitzontals més, opcionalment, un desplaçament vertical) estan associats a masses traslacionals. Per al càlcul de les esmentades masses traslacionals, es considera la component vertical de las càrregues equivalents aplicades en els nusos. Tenen per tant unitats de massa.

És opcional (veure LLISTAT D' OPCIONS) la consideració d' un grau de llibertat rotacional (rotació al voltant de l'eix vertical). Aquest grau de llibertat està associat a masses rotacionals. Per al càlcul de dites masses rotacionals, es considera la component vertical de les càrregues equivalents aplicades en els nusos multiplicada per la distància al quadrat entre el punt d' aplicació de la càrrega i la posició de l'eix de rotació considerat. Tenen per tant unitats de massa per distància al quadrat.

En tot cas, ambdós tipus de massa són multiplicats pels següents coeficients:

$$0 + \alpha \cdot [\text{màx.}(1+2, 7+8, 9+10) + (11+12+...+20)/\text{NMov}] + \beta \cdot 21$$

on

'0'	és l' hipòtesi de càrrega permanent.
'1+2', '7+8' i '9+10'	són les parelles de càrregues alternatives (sobrecàrregues d'ús i tabiqueria).
'11' a '20'	són les hipòtesis de càrregues mòbils (ponts grua, per exemple).
'21'	és l' hipòtesi de càrrega de neu.
'α'	és un factor, entre 0,3 y 0,6 (NCSE-94) o 0,5 y 0,6 (NCSE-02), en funció de l'ús de l'edifici.
'β'	és 1,0 ó 0,3 (NCSE-94), 0,5 ó 0,0 (NCSE-02) en funció del temps de permanència de la neu (nº de dies / any).
'NMov'	és el nombre de càrregues mòbils actives.

Obtenció dels valors i vectors propis.

El programa calcula, per a cada direcció de forma separada o conjuntament per a tots els graus de llibertat considerats, els valors i vectors propis resultants del sistema d'equacions:

$$[K] - \omega^2[M] \cdot \{\Phi\} = 0$$

Els valors propis, els valors de ω per als que el sistema té una solució no trivial, representen les freqüències angulars de vibració pròpies de l'estructura, en la direcció considerada (freqüències naturals). En una estructura existeixen tants modes de vibració com graus de llibertat. Si bé la norma NCSE obliga a considerar tres modes de vibració en cada direcció quan l'estudi es realitza de forma separada en cada direcció, i quatre globals quan l'estudi es realitza de mode global, Tricalc emmagatzema i utilitza els 30 primers modes de vibració, corresponents als 30 primers períodes de vibració, ordenats de major a menor. D'aquests fins a 30 modes, es poden indicar quants es desitja utilitzar per a l'obtenció d'esforços. Els períodes de vibració vénen donats per l'expressió.

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

Obtenció de la massa participant de cada mode

El tant per cent de massa participant, Mpd , en el mode de vibració 'k' i la direcció 'd', ve donat per l'expressió:

$$\%Mp_d = \frac{\left(\sum_{i=1}^n M_{d,i} \cdot \Phi_{d,k,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^n M_{d,i}}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2 = \sum_{i=1}^n M_{x,i} \cdot \Phi_{x,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{y,i} \cdot \Phi_{y,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{z,i} \cdot \Phi_{z,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{yy,i} \cdot \Phi_{yy,k,i}^2 = 1.0$$

essent:

n:	Nombre de graus de llibertat.
$M_{x,i}$:	Massa traslacional en la direcció 'x' del grau de llibertat 'i'.
$M_{yy,i}$:	Massa rotacional sobre l'eix vertical 'y' del grau de llibertat 'i'.
$F_{x,k,i}$:	Component del vector propi corresponent a la traslació 'x', mode de vibració 'k' i grau de llibertat 'i'.
$F_{yy,k,i}$:	Component del vector propi corresponent a la rotació 'y', mode de vibració 'k' i grau de llibertat 'i'.

Obtenció de l'acceleració característica

L'acceleració lineal característica d'un determinat període de vibració es calcula mitjançant una expressió funció del període propi de vibració, de la zona sísmica, del tipus de terreny i de l'amortiguació i ductilitat considerades. Per a això es solen utilitzar gràfics de resposta espectral normalitzats per a una acceleració del terreny d'1g (9.806 m/s²), en els que en eix X es situa el període de vibració natural de l'edifici, i en eix Y s'obté l'acceleració característica.

En la Norma NCSE els espectres de resposta estan normalitzats per a una acceleració del terreny d'1 m/s².

Acceleració rotacional

Tricalc permet considerar, de forma opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS), accions sísmiques rotacionals: és a dir, que el terreny, a més de desplaçar-se horitzontal i verticalment, pot rotar durant un sísm. Per a això, és necessari disposar de les acceleracions angulars produïdes per un sísm, per exemple mitjançant gràfiques de resposta espectral en les que en abscisses s'entri per períodes o freqüències naturals i en ordenades s'obtinguin acceleracions angulars (rad / s²). Donat que dits espectres no estan actualment disponibles (estan fora de l'abast de l'actual ciència sismològica), Tricalc permet introduir un factor que multiplicat per l'acceleració lineal produïda en cada mode de vibració, obté l'acceleració angular corresponent.

Zones sísmiques.

La norma NCSE determina la situació d'un edifici per dos valors: l'acceleració sísmica bàsica i el coeficient de contribució.

L'acceleració sísmica bàsica és l'acceleració horitzontal patida pel terreny en un terratrèmol amb un període de retorn de 500 anys. Els seus valors, a Espanya, es situen entre 0 i 0,25·g, essent 'g' l'acceleració de la gravetat.

L'acceleració sísmica de càlcul és l'acceleració amb la que s'ha de calcular l'estructura. En NCSE-94 ve donada per un factor, entre 1,0 y 1,3, que multiplica l'acceleració sísmica bàsica en funció de la importància de l'edificació. Dita importància es determina mitjançant el període de vida estimat, 50 anys per a edificis de normal importància i 100 anys per a edificis d'especial importància. A NCSE-02 ve també afectat per un coeficient S d'amplificació del sòl.

El coeficient de contribució, K, té en compte la distinta contribució a la perillositat sísmica en cada punt d'Espanya, de la sismicitat de la Península i de la proximitat a la falla Açores - Gibraltar. Els seus valors es situen entre 1,0, per a tot el territori nacional llevat d'Andalusia occidental i sud-oest d'Extremadura, i 1,5.

Combinació dels diferents modes de vibració

Donat que l'edifici vibra a la vegada en tots els seus modes, és necessari sumar els efectes combinats de tots ells. És el que es denomina 'superposició modal espectral'.

Tricalc utilitza la 'Combinació Quadràtica Complerta', tal com indica la norma NCSE-94.(A NCSE-02 s'indica el mètode de l'Arrel Quadrada de la Suma de Quadrats modificat, que el programa no utilitza.) Per a cada nus o barra, l'efecte ponderat 'S', que pot ser el desplaçament, la velocitat, l'acceleració o un esforç, ve donat per l'expressió:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r |S_i| \cdot |S_j| \cdot \pi_{ij}}$$
$$\pi_{ij} \equiv \pi_{ji} = \frac{8 \cdot v^2 \cdot (1+f) \cdot f^{3/2}}{(1-f^2)^2 + 4 \cdot v^2 \cdot f \cdot (1+f)^2} \quad ; \quad f = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

essent:

- r: nombre de modes de vibració..
- v: coeficient d'amortiguació, en tants per 1.
- w: freqüència angular, de manera que f sigui menor o igual a la unitat.

Tricalc permet a més indicar quants modes de vibració es desitgen considerar en aquesta combinació.

Consideració dels efectes combinats de les direccions d'estudi.

Donat que es coneix 'a priori' la direcció del sísm més desfavorable, no n'hi ha prou amb estudiar de forma independent els efectes de l'acció sísmica en dues direccions ortogonals. La norma espanyola NCSE solament indica que, en el cas de calcular els modes de vibració de forma separada per a cada direcció, s'ha de sumar al pèssim esforç degut a una direcció el 30% del pèssim esforç de la direcció ortogonal. És la denominada, en la bibliografia clàssica, 'regla del 30%', que no és utilitzada pel programa. La bibliografia actual, considera més precís multiplicar els efectes de cada direcció horitzontal per un factor de 1,12. Per a considerar aquest factor en el programa, n'hi ha prou amb introduir, com a coeficients de majoració de les hipòtesis horitzontals de sísm ('5' y '6'), un valor de 1,12 en lloc de 1,0 com es sol definir (veure el LLISTAT D'OPCIONS).

Centre de masses i centre de rigideses

L'aplicació de les forces horitzontals obtingudes en el centre de masses de cada grup o forjat, provoca una torsió en cada forjat, si no coincideixen els centres de massa i de rigidesa del grup. En tot cas, sempre s'ha de considerar (encara que a Tricalc és opcional) una excentricitat accidental, de valor segons la normativa aplicada.

La norma NCSE considera a més, una excentricitat addicional d'un 1/20 de la màxima dimensió del pla, amidat ortogonalment a la direcció de sísm considerada.

Si s'ha habilitat la consideració de la massa rotacional, i s'ha definit una determinada acceleració rotacional (angular), es produeixen també unes rotacions addicionals degudes a elles.

Càlcul d'esforços.

Un cop obtingudes las forces estàtiques equivalents a l'acció sísmica, en les hipòtesis '5' (direcció X+, X-), '6' (direcció Z+, Z-) i '24' (eix vertical Y+, Y-) i en cada mode de vibració, es pot procedir al càlcul d'esforços en la forma habitual.

El programa obté així els desplaçaments, girs i esforços de cada mode de vibració i direcció, combinant-se posteriorment, en cada hipòtesi de sísm, mitjançant la 'combinació quadràtica complerta'. Per exemple: per obtenir el moment flector Mz de la

hipòtesi '5' en una determinada secció, s'obtenen els moments Mz produïts pels modes de vibració de dita hipòtesi i es combinen aplicant la 'combinació quadràtica complerta'.

4. SECCIONS

4.2. Definició de les característiques geomètriques i mecàniques dels perfils

Cantell H

Es el valor de la dimensió del perfil en el sentit paral·lel al seu eix Y principal, en mm.

Ample B

Es el valor de la dimensió del perfil en el sentit paral·lel al seu eix Z principal, en mm.

Àrea Ax

Es el valor de l'àrea de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm2, corresponent al valor A en la taula "B.1 Perfils IPN" de la norma EA-95 (Cap.2). En una secció rectangular ve donada per l'expressió:

$$A_x = B \cdot H$$

Àrea Ay

Es l'àrea a considerar en el càlcul de les tensions tangencials paral·leles a l'eix Y principal de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm2. El seu valor es calcula amb l'expressió:

$$A_y = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

essent

- Iz: Inèrcia segons l'eix z.
- e: Gruix del perfil en el punt en el que es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant Fy.
- Sz: Moment estàtic d'una secció corresponent entre la fibra, paral·lela a l'eix Z principal, exterior i el punt on es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant respecte l'eix paral·lel a l'eix Z principal que passi pel centre de gravetat de la secció. En la taula "B.1 Perfils IPN" de la norma EA-95 (Cap.2) correspon al valor Sx.

El valor d'Ay correspon aproximadament a l'àrea de l'ànima en els perfils en forma d'I. En una secció rectangular ve donada per l'expressió:

$$A_y = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H$$

Àrea Az

Es l'àrea a considerar en el càlcul de les tensions tangencials paral·leles a l'eix Z principal de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm2. El seu valor es calcula amb l'expressió:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

essent

- Iy: Inèrcia segons l'eix y.
- e: Gruix del perfil en el punt en el que es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant Fz.
- Sy: Moment estàtic d'una secció corresponent entre la fibra exterior i el punt on es produirà la màxima tensió tangencial.

El valor d'Az correspon aproximadament a l'àrea de les ales en els perfils en forma d'I. En una secció rectangular té el mateix valor que Ay.

Moment d'inèrcia Ix

Moment d'inèrcia a torsió, en cm4. El moment d'inèrcia a torsió d'una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0,21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4} \right) \right] \cdot H \cdot B^3$$

essent $H \geq B$

En les seccions en T es té en compte el que s'indica en la taula A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que reflexa que l'inèrcia a torsió d'una peça formada per dos rectangles (d'inèrcies a torsió Ix1 e Ix2) en forma de T ve donada per l'expressió:

$$I_x = 1,1 \cdot (I_{x1} + I_{x2})$$

Moment d'inèrcia Iy

Moment d'inèrcia de la secció respecte un eix paral·lel a l'eix Y principal que passi pel seu centre de gravetat, en cm4. El seu valor per a una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_y = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

Moment d'inèrcia Iz

Moment d'inèrcia de la secció respecte un eix paral·lel a l'eix Z principal que passi pel seu centre de gravetat, en cm4. El seu valor per a una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_z = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

Mòdul resistent Wt

Mòdul resistent a torsió en cm3 d'una secció d'acer. Es la relació existent entre el moment torsiu i la tensió tangencial màxima produïda per ell. Per a una secció oberta formada per varis rectangles ve donat per l'expressió (Taula A3-1 de la norma EA-95(Cap. 3)):

$$W_t = \frac{I_x}{e_i}$$

essent

- Ix: Inèrcia a torsió de la secció.
- ei: Gruix del rectangle de major gruix.

Mòdul Resistent Elàstic Wy,el

És el mòdul resistent a la flexió segons un plànol ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm³, que es calcula a partir del moment d'inèrcia Iy. En seccions simètriques respecte a un plànol paral·lel a l'eix Y principal de la barra, ve donat per l'expressió:

$$W_{Y,el} = \frac{I_y}{B/2}$$

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

Mòdul Resistent Elàstic $W_{Z,el}$

És el mòdul resistent a la flexió segons un plànol ortogonal a l'eix Z principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula a partir del moment d'inèrcia I_z . En seccions simètriques respecte a un plànol paral·lel a l'eix Z principal de la barra, ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,el} = \frac{I_z}{H/2}$$

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,el} = B \cdot \frac{H^2}{6}$$

Mòdul Resistent Plàstic $W_{Y,pl}$

És el mòdul resistent a la flexió plàstica segons un plànol ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula suposant totes les fibres de la secció treballant al límit elàstic.

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

Mòdul Resistent Plàstic $W_{Z,pl}$

És el mòdul resistent a la flexió segons un plànol ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula suposant totes les fibres de la secció treballant al límit elàstic.

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

Pes P

Es el pes propi de la barra en Kg/ml.

4.3. Seccions d'inèrcia variable: carteles

El programa permet l'introducció de seccions d'inèrcia variable (carteles) d'acer o fusta (però no de formigó). Les carteles només podran definir-se sobre barres a les que prèviament s'hagin assignat un perfil amb les següents característiques: Han de ser en forma de 'I' i de material 'Acer' o 'Fusta', o en forma rectangular i de material 'Fusta'. Les carteles poden definir-se exclusivament en el plànol Y principal, és a dir, en el plànol de l'ànima.

Es possible definir quatre tipus de seccions d'inèrcia variable:

- **Tall oblic del perfil.** Consisteix en tallar obliquament l'ànima del perfil i soldar la secció donant la volta a un dels mitjos perfils. Es equivalent a allargar o escurçar l'ànima del perfil. Per què el perfil sigui vàlid, el cantell total del perfil acartelat ha d'ésser al menys 3 vegades el gruix de l'ala.
- **Cartabons.** Consisteix en soldar d'una a tres peces rectangulars o trapezoidals perpendicularment a una de les ales d'un perfil base, essent totes les peces del mateix gruix. Per què la selecció sigui vàlida, el cantell del perfil més l'alçada de la cartela ha d'ésser al menys el del perfil de la base, i la suma dels gruixos dels cartabons no ha de superar l'ample del perfil base.
- **Semiperfil.** Consisteix en soldar a un perfil base un altre perfil en forma de 'T' extret d'un perfil idèntic al base. Perquè la selecció resultant sigui vàlida, el cantell del perfil acartelat ha d'ésser al menys el del perfil base.
- **Palastres.** Consisteix en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' extret y d'un perfil idèntic al base. Perquè la selecció resultant sigui vàlida, el cantell del perfil acartelat ha d'ésser al menys el del perfil base.

Per realitzar el càlcul d'esforços i el càlcul dels modes de vibració dinàmics, Tricalc divideix les barres de secció variable en un nombre determinat de barres de secció constant. A la barra de secció variable complerta se la denominarà en aquesta memòria 'Cartela primària', mentre que a cadascuna de les barres de secció constant en las que es divideix la cartela primària se les denominarà 'Carteles secundàries'.

5. CÀLCUL DE SOL·LICITACIONS

El càlcul de les sol·licitacions ha estat realitzat mitjançant el mètode matricial espaial de la rigidesa, suposant una relació lineal entre esforços i deformacions en les barres i considerant els sis graus de llibertat possibles de cada nus. A títol indicatiu, es mostra a continuació la matriu de rigidesa d'una barra, on es poden veure les característiques dels perfils utilitzats per al càlcul d' esforços:

$\frac{E \cdot A_x}{L}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{12 \cdot E \cdot I_z}{L^3}$	0	0	0	$\frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2}$
0	0	$\frac{12 \cdot E \cdot I_y}{L^3}$	0	$\frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2}$	0
0	0	0	$\frac{G \cdot I_x}{L}$	0	0
0	0	$\frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2}$	0	$\frac{4 \cdot E \cdot I_y}{L}$	0
0	$\frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2}$	0	0	0	$\frac{4 \cdot E \cdot I_z}{L}$

on E és el mòdul de deformació longitudinal i G és el mòdul de deformació transversal calculat en funció del coeficient de Poisson i de E. Els seus valors es prenen de la base de perfils corresponent a cada barra.

Es possible reduir l'escurçament per axil dels pilars mitjançant l'introducció d'un factor multiplicador del terme 'E·Ax / L' de la matriu anterior, com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL.

Es possible considerar l'opció d'indeforabilitat de forjats horitzontals en el seu plànol, com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL. Al seleccionar aquesta opció, tots els nusos situats dins del perímetre de cada forjat horitzontal, unidireccional, reticular o llosa, queden englobats en 'grups' (un per cada forjat), als que individualment s'assignen 3 graus de llibertat. El desplaçament vertical -Dy- i els girs segons els eixos horitzontals -Gx i Gz-. Els altres tres graus de llibertat (Dx, Dz i Gy) es suposen comptabilitzats entre tots els nusos del 'grup'. Als nusos que no pertanyen a un forjat horitzontal, ja sigui per estar independents o per estar en plànols inclinats, se'ls hi assignen 6 graus de llibertat.

Es possible considerar el tamany del pilar en els forjats reticulars i lloses, tal com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL. Al seleccionar aquesta opció, es considera que la part de forjat o llosa situada sobre el pilar (considerant per això l' exacta dimensió del pilar i la seva posició o creixement) és infinitament rígida. Tots els nusos situats a l'interior del perímetre del pilar comparteixen, per tant, els 6 graus de llibertat (Dx, Dy, Dz, Gx, Gy, Gz). Això fa que a l'interior d'aquesta porció de forjat, no existeixin esforços, i per tant, els nervis i les bigues que escometen al pilar s'armen amb els esforços existents a la cara del pilar.

En base a aquest mètode s'ha plantejat i resolt el sistema d'equacions o matriu de rigidesa de l'estructura, determinant els desplaçaments dels nusos per l'actuació del conjunt de les càrregues, per posteriorment obtenir els esforços en els nusos en funció dels desplaçaments calculats.

En el cas de que l'estructura es calculi sota els efectes de les accions sísmiques definides per la Norma NCSE es realitza el càlcul de l'estructura mitjançant el mètode de l' "Anàlisi Modal Espectral", recomanat per la mateixa. D'aquesta forma poden obtenir-se els modes i períodes de vibració propis de l'estructura, dades que poden ésser utilitzades per a la combinació de l'estructura amb càrregues harmòniques i la possibilitat d'entrada en ressonància' de la mateixa.

5.2. Modelització de murs resistents i forjats

Els murs resistents, forjats reticulars, lloses de forjat, de fonamentació o escales es modelitzen com a elements finits tridimensionals de quatre o tres vèrtexs. Els altres tipus d'elements, siguin bigues, pilars, diagonals o bigues de forjat es modelitzen com a elements lineals tipus barra.

Una biga, un pilar o una diagonal està formada per dos nusos units mitjançant una 'barra'. De forma similar, un mur resistent, un forjat reticular, llosa de forjat, de fonamentació o escala està format per un conjunt d'elements finits juxtaposats definits pels seus nodes o vèrtexs.

Quan en una estructura es defineixen bigues, pilars, diagonals, forjats i murs resistents, el mètode de càlcul d'esforços consisteix a formar un sistema d'equacions lineals que relacionen els graus de llibertat que es desitgen obtenir, els desplaçaments i girs dels nusos i dels nodes, amb les accions exteriors, les càrregues, i les condicions de vora, suports i encastaments.

De forma matricial, es tracta de l'equació

$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$

on '[K]' es la matriu de rigidesa de la estructura, '{D}' es el vector de desplaçaments i girs dels nusos i nodes, i '{F}' es el vector de forces exteriors. Una vegada resolt el sistema d'equacions, i per tant, obtinguts els desplaçaments i girs dels nusos i nodes de la estructura, es possible obtenir els esforços (en el cas de les bigues, pilars, diagonals i nervis dels forjats i lloses) i les tensions (en el cas dels murs resistents) de tota l'estructura.

Per obtenir el sistema '[K] · {D} = {F}', s'opera d'igual forma que amb una estructura formada exclusivament per nusos i barres: cada part de la estructura (barra, tros de nervi o element finit) posseeix una matriu de rigidesa elemental, [K]e, que després de transformar-la al sistema d'eixos generals de la estructura, es pot sumar o ensamblar en la matriu general de la estructura. L'única diferència entre les barres i els elements finits es la dimensió i significat de cada fila o columna de les seves matrius de rigidesa elementals (a l'apartat '5.18.2 Característiques geomètriques i mecàniques dels perfils' apareix la matriu de la rigidesa elemental d'una barra). Es pot, per tant, que el mètode matricial espacial de càlcul d'estructures de barres es un cas particular del mètode d'elements finits, en el que l'element finit es una barra.

5.3. Element finit utilitzat

Per la modelització de murs resistents, forjats reticulars, lloses de forjat, de fonamentació o escala, el programa utilitza un element finit isoparamètric quadrilàter de 4 nodes (i un auxiliar, triangle de 3 nodes, per facilitar el mallat). Cada node posseeix cinc graus de llibertat (u, v, w, θx y θy), sent els 2 primers de tensió plana i els 3 següents de flexió de placa. La matriu de rigidesa elemental te, en coordenades naturals, 4·5 = 20 files i 20 columnes, no existint termes que relacionin els graus de llibertat de tensió plana amb els de flexió de placa. Per tant, l'element utilitzat procedeix de l'engalzament d'un element quadrilàter de quatre nodes de tensió plana amb altre també quadrilàter de quatre nodes de flexió de placa. Concretament, per la flexió s'ha utilitzat l'element quadrilàter de quatre nodes amb deformacions de tallant lineals CLLL (placa grossa de Reissner-Mindlin basada en camps de deformacions de tallant transversal imposades).

Per la obtenció de la matriu de rigidesa, s'utilitza una integració numèrica mitjançant una quadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 punts. La posició dels 2 x 2 punts de Gauss en coordenades naturals, així com els pesos assignats a aquests punts, es la següent:

$G_{1,1} = \{1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{1,1} = 1,0$
 $G_{1,2} = \{1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{1,2} = 1,0$
 $G_{2,1} = \{-1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{2,1} = 1,0$
 $G_{2,2} = \{-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{2,2} = 1,0$

(En el cas de l'element triangular auxiliar, s'utilitza una quadratura d'1 punt, situat en el centre de l'element)

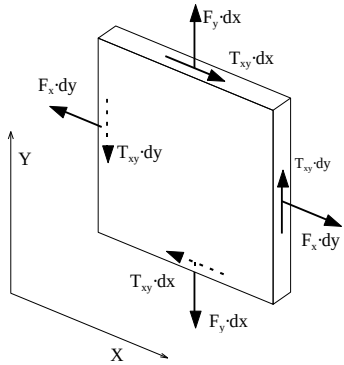
Una vegada obtinguts els desplaçaments de tots els nusos i nodes de la estructura (resolent el sistema $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$), s'obtenen les tensions en els punts de Gauss de cada element mitjançant una quadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 punts. Les tensions nodals de cada element s'obtenen extrapolant, mitjançant les funcions de forma del element, les dels punts de Gauss. Aquests procediment produeix valors nodals discontinus entre elements adjacents, discontinuïtats que es redueixen segons es fa la malla d'elements més tupida, fins desaparèixer en el límit.

En el programa es realitza un 'allisat' de les tensions nodals mitjançant una mitja quadràtica de les tensions procedents de cada element al que pertany el node en qüestió. Aquest allisat es produeix mur a mur o forjat a forjat; es a dir, els nusos situats a l'interior d'un mur posseiran un únic vector de tensions, però els situats a la frontera entre dos murs posseiran un vector diferent per cada mur al que pertanyi el node. Aquest es fa així perquè normalment, a les unions entre murs (les unions en horitzontal s'acostumen a realitzar per canvis de direcció del mur, i les unions en vertical s'acostumen a realitzar en els forjats), es produeixen salts bruscos de les tensions.

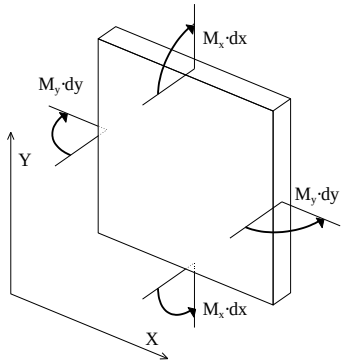
Les tensions (esforços) que es produeixen en un tros de mur elemental de dimensions *dx*, *dy* respecte al sistema de coordenades principal del mur, son les següents:

Tensió	Esforç	Tipus	Descripció
σx	Fx·dy	Tensió Plana	Axil horitzontal
σy	Fy·dx	Tensió Plana	Axil vertical
τxy	Txy·dy, Tyx·dx	Tensió Plana	Tallant contingut en pla
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	Mx·dx	Flexió	Moment flector respecte a un eix horitzontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	My·dy	Flexió	Moment flector respecte a un eix vertical

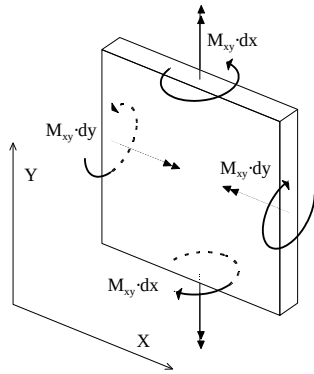
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	Mxy·dy, Myx·dx	Flexió	Moment Torsor respecte a un eix contingut en el pla.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	Txz·dy	Flexió	Tallant horitzontal perpendicular al pla
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	Tyz·dx	Flexió	Tallant vertical perpendicular al pla



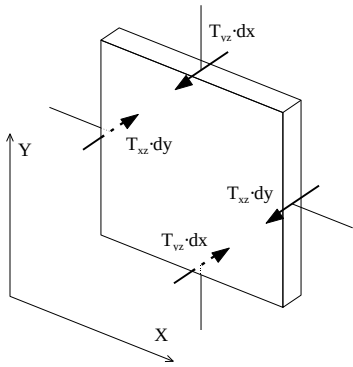
Axils i tallants de Tensió Plana.



Moments Flectors de Flexió de plaques.



Moments Torsors de Flexió de plaques.



Tallants de Flexió de plaques.

De manera similar s'obtenen les tensions (esforços) que es produeixen en un tros de forjat o llosa elemental de dimensions dx , dy respecte al sistema de coordenades principal del forjat, en les que l'eix x correspon a la direcció de l'armadura longitudinal i l'eix y a la de l'armadura transversal.

5.4. Principis fonamentals del càlcul matricial.

El programa Tricalc realitza el càlcul d'esforços utilitzant com a mètode de càlcul, el mètode matricial de la rigidesa. En aquest mètode, es calculen els desplaçaments i girs de tots els nusos de l'estructura, (cada nus té sis graus de llibertat: els desplaçaments i girs sobre tres eixos generals de l'espai, a menys que s'opti per la opció d'indeforabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànol o la consideració del tamany del pilar en forjats reticulars i lloses), i en funció d'ells s'obtenen els esforços (axils, tallants, moment torsor i flectors) de cada secció.

Per a la validesa d'aquest mètode, les estructures a calcular han de complir o s'ha de suposar el compliment dels següents supòsits:

Teoria de les petites deformacions: 1er i 2on ordre

Es suposa que la geometria d'una estructura no canvia apreciablement sota l'aplicació de les càrregues. Aquest principi és en general vàlid, llevat dels casos en els que la deformació és excessiva (ponts penjants, arcs esvelts). Si es realitza un càlcul en 1er ordre, implica a més, que es menyspreen els esforços produïts pels desplaçaments de les càrregues originats al desplaçar-se l'estructura. Si es realitza un càlcul en 2n ordre, es consideren els esforços originats per les càrregues al desplaçar-se l'estructura, sempre dins de la teoria de les petites deformacions que implica que les longituds dels elements es mantenen constants.

Aquest mateix principi estableix que es menyspreen els canvis de longitud entre els extrems d'una barra deguts a la curvatura de la mateixa o a desplaçaments produïts en una direcció ortogonal a la seva directriu, tant en un càlcul en 1er ordre com en 2n ordre.

Hi ha altres mètodes tals com la teoria de les grans deflexions que sí recullen aquests casos, que no són contemplats a Tricalc.

En el càlcul en 2n ordre es permeten seleccionar les combinacions a considerar, pel criteri de màxim desplaçament i pel criteri de màxim axil, o també és possible la realització del càlcul en 2n ordre per a totes les combinacions.

Linealitat

Aquest principi suposa que la relació tensió -deformació, i per tant, la relació càrrega deflexió, és constant, tant en 1er ordre com en 2n ordre. Això és generalment vàlid en els materials elàstics, però s'ha de garantir que el material no arriba al punt de fluència en cap de les seves seccions.

Superposició

Aquest principi estableix que la seqüència d'aplicació de les càrregues no altera els resultats finals. Com a conseqüència d'aquest principi, és vàlid l'ús de les "forces equivalents als nusos" calculades a partir de les càrregues existents en les barres; això és, pel càlcul dels desplaçaments i girs dels nusos es substitueixen les càrregues existents a les barres per les seves càrregues existents a les barres per les seves càrregues equivalents aplicades als nusos.

Equilibri

La condició d'equilibri estàtic estableix que la suma de totes les forces externes que actuen sobre l'estructura, més les reaccions, serà igual a zero. Així mateix, han d'estar en equilibri tots els nusos i totes les barres de l'estructura, per la qual cosa la suma de forces i moments interns i externs en tots els nusos de l'estructura ha de ser igual a zero.

Compatibilitat

Aquest principi suposa que la deformació i conseqüentment el desplaçament, de qualsevol punt de l'estructura és continu i té un sol valor.

Condicions de contorn

Per poder calcular una estructura, s'han d'imposar una sèrie de condicions de contorn. TRICALC permet definir en qualsevol nus restriccions absolutes (suports i encastaments) o relatives (ressorts) al desplaçament i al gir en els tres eixos generals de l'estructura, així com desplaçaments imposats (assentaments).

Unicitat de les solucions

Per a un conjunt donat de càrregues externes, tant la forma deformada de l'estructura i les forces internes així com les reaccions té un valor únic.

Desplom i imperfeccions inicials

Existeix la possibilitat de considerar els efectes de les imperfeccions inicials globals degudes a les desviacions geomètriques de fabricació i de construcció de l'estructura. Tant la Norma **CTE DB SE-A** en el seu article **5.4.1 Imperfeccions geomètriques** com l'**Eurocodi 3** en el seu article **5.3.2 Imperfections for global analysis of frames**, citen la necessitat de tenir en compte aquestes imperfeccions. Aquests valors són els següents:

- $L/200$ si hi ha dos suports i una alçada.
- $L/400$ si hi ha 4 o més suports i 3 o més alçades.
- $L/300$ per a situacions intermedies.

A més es defineixen uns valors de deformació (e_0) per a les imperfeccions locals degudes als esforços de compressió sobre els pilars. Aquests valors venen donats per la taula 5.8 de la norma CTE.

6. COMBINACIÓ D'ACCIONS

6.2. Normatives

Les combinacions d'accions per als elements de formigó armat es realitzen segons l'indicat en el EHE-08. En el cas de l'acer estructural, es poden realitzar d'acord a la EAE o el CTE. Per a la resta de materials es realitzen d'acord amb el CTE.

Combinacions d'elements de formigó segons EHE-08, EAE i CTE

Les combinacions d'accions específiques en la norma de formigó EHE-08, la d'acer estructural EAE i en el Codi Tècnic de l'Edificació són molt similars, per això es tracten en aquest únic epígraf.

En el programa no existeixen càrregues permanents de valor no constant (G^*), i les sobrecàrregues (Q) s'agrupen en les següents famílies:

- Família 1

Sobrecàrregues alternatives. Corresponen a les hipòtesis 1, 2, 7, 8, 9 i 10

- Família 2

Càrregues mòbils. Corresponen a les hipòtesis 11 a 20, inclusivament.

- Família 3

Càrregues de vent. Corresponen a les hipòtesis 3, 4, 25 i 26 (i a les -3, -4, -25 i -26 si s'habilita el sentit $\pm$)

Càrrega de neu. Correspon a la hipòtesi 22.

Càrrega de temperatura. Correspon a la hipòtesi 21.

Coefficients de majoració

En el cas d'EHE-08, s'utilitzen els coeficients de seguretat definits en la casella 'Formigó'. A més, el coeficient de seguretat per accions favorables és 1,0 per la càrrega permanent i 0,0 per la resta.

En el cas de EAE i CTE, s'utilitzen els coeficients de seguretat definits en la casella 'Altres / CTE / EAE'. A més, el coeficient de seguretat per accions favorables és 0,8 (CTE) o 1,0 per la càrrega permanent i 0,0 per la resta.

E.L.U. Situacions persistents o transitòries

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9 i 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 (Hipòtesi 0 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 25, 26, 21 i 22)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25, 26 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25, 26 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situacions accidentals (extraordinàries en CTE)

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, de 11 a 20 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent+ sobrecàrregues de la família 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25, 26 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situacions sísmiques

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 + sisme (Hipòtesi 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 5, 6, 24 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. Estats Límit de Servei

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 (Hipòtesi 0 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25 i 26)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1 i 2 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 2 i 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25 i 26 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1, 2 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

7. CÀLCUL DE L'ARMAT

7.2. Criteris d'armat

Els criteris considerats en l'armat segueixen les especificacions de la Instrucció EHE-08, ajustant-se els valors de càlcul dels materials, els coeficients de majoració de càrregues, les disposicions d'armadures i les quanties geomètriques i mecàniques mínimes i màximes

a les mencionades especificacions. El mètode de càlcul és l'anomenat per la Norma com dels "estats límits". Hom ha efectuat les següents comprovacions:

Estat límit últim d'equilibri. (Article 41º)

Es comprova que en tots els nusos es tenen que igualar les càrregues aplicades amb els esforços de les barres.

Estat límit d'esgotament davant de sol·licitacions normals (Article 42º)

Es comproven a trencament les barres sotmeses a flexió i axil degudes a les càrregues majorades. Es consideren les excentricitats mínimes de la càrrega en dues direccions (no simultànies), en el càlcul de pilars.

Estat límit d'inestabilitat (Article 43º)

Es realitza de forma opcional la comprovació del efecte del guexament en els pilars d'acord amb el article 43.5.2 (Estat Límit d'Inestabilitat / Comprovació de suports aïllats / Mètode aproximat) de la norma EHE-08. Es defineix per a cada pilar i a cadascun dels seus eixos principals independentment: si es desitja realitzar la comprovació de guexament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar el seu factor de longitud de guexament α (factor que al multiplicar-ho per la longitud del pilar s'obté la longitud de guexament), d'acord al LLISTAT D'OPCIONS. Poden definir-se diferents hipòtesi de traslacionalitat i d'intraslacionalitat per a les combinacions de 1er ordre i per a les combinacions de 2n ordre.

Si es fixa el factor de longitud de guexament α d'un pilar, es considerarà que per aquest pilar l'estructura es traslacional quan sigui major o igual que 1,0, e intraslacional en cas contrari.

Si la esbeltesa d'un suport en una direcció és menor de la esbeltesa inferior establerta en l'Article 43.1.2 de la Instrucció EHE-08, no es comprova aquest estat límit en la direcció indicada.

Estat límit d'esgotament front a tallant (Article 44º)

Es comprova la resistència del formigó, les armadures longitudinals i les transversals davant les sol·licitacions tangents de tallant produïdes per les càrregues majorades.

Estat límit d'esgotament per torsió (Article 45º)

Es comprova la resistència del formigó, les armadures longitudinals i les transversals davant les sol·licitacions normals i tangencials de torsió produïdes a les barres per les càrregues majorades. També es comproven els efectes combinats de la torsió amb la flexió i el tallant.

Estat límit de punxonament (Article 46º)

Es comprova la resistència a punxonament en sabates, forjats reticulars, lloses de forjat i lloses de fonamentació produït en la transmissió de sol·licitacions als pilars o pels pilars. No es realitza la comprovació de punxonament entre bigues i pilars.

Estat límit de fissuració (Article 49º)

Es calcula la màxima fissura de les barres sotmeses a les combinacions quasi permanents de les càrregues introduïdes a les diferents hipòtesi.

Estat límit de deformació (Article 50º)

Es calcula la deformació de les barres sotmeses a les combinacions corresponents als estats límit de servei de les càrregues introduïdes a les diferents hipòtesi de càrrega. El valor de la inèrcia de la secció considerada es un valor intermig entre el de la secció sense fissurar i la secció fissurada (fórmula de Branson). Els valors de les fletxes calculades corresponen a les fletxes actives, on s'ha tingut en compte per a la seva determinació el procés constructiu de l'edifici, amb els diferents estats de càrregues definits al LLISTAT D'OPCIONS.

Consideracions sobre l'armat de seccions

S'ha considerat un diagrama rectangular de resposta de les seccions, assimilable al diagrama paràbola-rectangle però limitant la profunditat de la línia neutra.

Armadura longitudinal de muntatge

En l' armat longitudinal de bigues i diagonals s'han disposat unes armadures repartides en un màxim de dues files de rodons, estant els rodons separats entre sí segons les especificacions de la Norma: 2 cm. si el diàmetre del rodó es menor de 20 mm. i un diàmetre si és major. No es consideren grups de barres. En qualsevol cas l'armadura de muntatge de bigues pot ser considerada als efectes resistents.

En l'armat longitudinal de pilars s'han disposat unes armadures repartides com a màxim en una fila de rodons, de igual diàmetre, i, opcionalment, amb armadura simètrica a les seves quatre cares per al cas de seccions rectangulars. En el cas de seccions rectangulars, es permet que el diàmetre de les cantonades sigui major que el de les cares. Es considera una excentricitat mínima que es el valor major de 20 mm o 1/20 del costat de la secció, en cadascun dels eixos principals de la secció, encara no de forma simultània. L'armadura s'ha determinat considerant un estat de flexió esviada, comprovant que la resposta real de la secció de formigó més acer es menor que las diferents combinacions de sol·licitacions que actuen sobre la secció. La quantia de l'armadura longitudinal dels pilars serà, al menys, la fixada per la Norma: un 4‰ del àrea de la secció de formigó.

Armadura longitudinal de reforç en bigues

Quan la resposta de la secció de formigó i de l'armadura longitudinal de muntatge no són suficients per poder resistir les sol·licitacions a les que està sotmesa la barra o l'àrea d'acer es menor que la quantia mínima a tracció, s'han col·locat les armadures de reforç corresponents.

L'armadura longitudinal inferior (muntatge més reforços) se prolonga fins els pilars amb una àrea igual al menys a 1/3 de la màxima àrea d'acer en el va i, en les àrees on existeixi tracció, es col·loca al menys la quantia mínima a tracció especificada per la Norma. Les quanties mínimes utilitzades són:

- ACER B 400 S (i B 400 SD) 3,3 ‰
- ACER B 500 S (i B 500 SD) 2,8 ‰

Quanties expressades en tant per mil d'àrea de la secció de formigó.

Es limita el màxim moment flector a resistir a $0,53 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a les especificacions de la Norma, i de forma opcional, es redueixen les longituds d'ancoratge dels reforços quan l'àrea d'acer col·locada en una secció es major que la precisada segons el càlcul.

Armadura transversal

En l'armat transversal de bigues i diagonals s'ha considerat l'armat mínim transversal com la suma de la resistència a tallant del formigó i de la resistència de l'àrea dels cercols d'acer, que compleixin les condicions geomètriques mínimes de la Norma EHE-08 i els criteris constructius especificats per la Norma NCSE-94. Les separacions entre estreps varien en funció dels tallants trobats al llarg de les barres.

En l'armat transversal de pilars s'ha considerat l'armat mínim transversal amb les mateixes condicions exposades per a les bigues. S'ha calculat una única separació entre cercols per a tota la longitud dels pilars, i en el cas de que siguin d'aplicació els criteris constructius especificats per la Norma NCSE-94 es calculen tres zones d'estrebat diferenciades.

Sempre es determina que els cercols formen un angle de 90º amb la directriu de les barres. Així mateix, sempre es considera que les bieles de formigó formant 45º amb la directriu de les barres. Es considera una tensió màxima de treball de l'armadura transversal de 400 MPa.

Conforme a EHE-08, i d'acord amb lo indicat en el LLISTAT D'OPCIONS, es comprova el no esgotament del formigó i es calcula l'armat transversal necessari pera resistir els moments torsors de bigues i pilars. També es comprova la resistència conjunta dels esforços de tallant més torsió i de flexió més torsió.

Armadura longitudinal de pell

Aquelles seccions de bigues en les quals l'armadura superior dista més de 30 cm de l'armadura inferior, han sigut dotades de l'armadura de pell corresponent.

7.3. Mènsules curtes

Les mènsules curtes de formigó armat definides a l'estructura, s'armen i comproven d'acord amb l'article 64 d'EHE-08.

Es comprova que les seves dimensions compleixin els rangs de validesa de l'esmentada norma. També invaliden aquelles mènsules que suporten accions verticals cap dalt significatives.

Es considera que les accions sobre la mènsula són sempre des de la cara superior, no contemplant-se per tant, el cas de càrregues penjades (article 64.1.3 d'EHE-08).

7.4. Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

8. COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ACER

Al programa és possible definir si es desitja utilitzar el CTE DB ES-A ("Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat Estructural. Acer") o l'EAE ("Instrucció Espanyola d'Acer Estructural"). En el Llistat i Informe de Dades de Càlcul s'indica la normativa seleccionada.

8.2. Criteris de comprovació

S'han seguit els criteris indicats en CTE DB SE-A o EAE per realitzar la comprovació de l'estructura, en base al mètode dels estats límits.

Tipus de seccions

Es defineixen les següents classes de seccions:

Classe	Tipus	Descripció
1	Plàstica	Permeten la formació de la ròtula plàstica amb la capacitat de rotació suficient per la redistribució de moments.
2	Compacta	Permeten el desenvolupament del moment plàstic amb una capacitat de rotació limitada.

3	Semicompacta o Elàstica	En la fibra més comprimida es pot assolir el límit elàstic de l'acer però l'abonyegadura impedeix el desenvolupament del moment plàstic.
4	Esvelta	Els elements total o parcialment comprimits de les seccions esveltes s'abonyeguen abans d'assolir el límit elàstic en la fibra més comprimida.

Tingui en compte que una mateixa barra, pot ser de diferent classe en cada secció (en cada punt) i per cada combinació de sol·licitacions.

En funció de la classe de les seccions, el tipus de càlcul és:

Classe de secció	Mètode per la determinació de les sol·licitacions	Mètode per la determinació de la resistència de les seccions
1 Plàstica	Elàstic	Plàstic
2 Compacta	Elàstic	Plàstic
3 Semicompacta	Elàstic	Elàstic
4 Esvelta	Elàstic	Elàstic amb resistència reduïda

L'assignació de la classe de secció en cada cas, es realitza d'acord amb el que s'indica en el CTE DB SE-A o en EAE. En el cas de seccions de classe 4, el càlcul dels seus paràmetres resistents reduïts (secció eficaç) es realitza assimilant la secció a un conjunt de rectangles eficaços, d'acord amb el que s'estableix en el CTE DB SE-A i EAE.

Estat límit últim d'equilibri

Es comprova que en tots els nusos han d'igualar-se les càrregues aplicades amb els esforços de les barres. No es realitza la comprovació general de bolcada de l'estructura.

Estabilitat lateral global i guernament

El programa pot realitzar un càlcul en 1er ordre o en 2n ordre. Les imperfeccions inicials poden ser tingudes en compte de forma automàtica, encara que també l'usuari pot introduir les accions equivalents en les barres que siguin necessàries.

La consideració dels efectes del guernament es realitza de la següent forma:

- Si l'estructura és intraslacional (distorsió de pilars $r \leq 0,1$), basta realitzar un anàlisi elàstic i lineal en primer ordre i de segon ordre, i considerar el pandeig dels pilars com intraslacionals.
- Si l'estructura és traslacional (distorsió de pilars $r > 0,1$), pot realitzar-se un anàlisi elàstic i lineal considerant el pandeig com estructura traslacional, o bé:
 - Realitzar un anàlisi elàstic i lineal de 1er ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional però havent multiplicat totes les accions horitzontals sobre l'edifici pel coeficient d'amplificació $1 / (1 - r)$.
 - Realitzar un anàlisi elàstic i lineal de 2n ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional sense coeficient d'amplificació.

Es defineix par cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual y en cada un dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació a guernament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar manualment el seu factor de longitud de guernament β (factor que al multiplicar-lo per la longitud de la barra s'obté la longitud de guernament), tal i com es recull en el LLISTAT D'OPCIONES.

Si es deshabilitza la comprovació de guernament en un determinat pla de guernament d'una barra, no es realitza la comprovació especificada anteriorment en l'esmentat plànol. El factor reductor de guernament d'una barra, χ , serà el menor dels factors de guernament corresponents als dos plànols principals de la barra. Si es fixa el factor de longitud de guernament ' β ' d'una barra, es considerarà que per a aquesta barra l'estructura es traslacional quan β sigui major o igual que 1,0, i intraslacional en cas contrari. La formulació pel càlcul dels coeficients de pandeo és la recollida en el CTE DB SE-A, i és la següent:

El càlcul del factor de guernament β en cadascun dels plans principals de les barres, en funció dels factors d'encastament η_1 (en la base del pilar) i η_2 (en el seu cap) és (quan no és fixat per l'usuari).

- Estructures traslacionals:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

- Estructures intraslacionals:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

on ' β ' és el factor de guernament, L_k la longitud de guernament i L la longitud del pilar, o distància entre els seus dos nusos extrems.

Per seccions constants i axial constant, l'esveltesa reduïda és

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de guernament d'una barra, χ , es calcula d'acord amb el CTE DB SE-A o EAE.

Estat límit últim de rotura

La comprovació a rotura de les barres sotmeses a l'acció de les càrregues majorades, es desenvolupen de la següent forma:

Descomposició de la barra en seccions i càlcul en cadascuna d'elles dels valors de moments flectors, tallants, axial de compressió i axial de tracció.

- Càlcul de la tensió combinada en les següents seccions:

Secció de màxima compressió

Secció de màxima tracció

Secció de màxim moment flector segons l'eix Y_p

Secció de màxim moment flector segons l'eix Z_p

Secció de major tensió tangencial combinada

Secció de major tensió combinada, que pot coincidir amb alguna de les anteriors, encara que no necessàriament.

- Obtenció de les sis combinacions de sol·licitacions més desfavorables per altres seccions de la barra.

Resistència de les seccions

La capacitat resistent de les seccions depèn de la seva classe. Per seccions de classe 1 i 2 la distribució de tensions s'escollirà atenent a criteris plàstics (en flexió s'assoleix el límit elàstic en totes les fibres de la secció). Per les seccions de classe 3 la distribució seguirà un criteri elàstic (en flexió s'assoleix el límit elàstic només en les fibres extremes de la secció) i per seccions de classe 4 aquest mateix criteri s'establirà sobre la secció eficaç.

En tots els casos, es considera $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$, si no s'indica el contrari.

- Resistència de les seccions de tracció. Es complirà:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de tall. En absència de torsió, es considera la resistència plàstica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

on A_v és l'àrea resistent a tallant, que el programa pren de la base de dades de perfils.

- Resistència de les seccions a compressió sense guernament. Es complirà

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

La resistència de la secció, serà, per seccions classe 1, 2 o 3:

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Per seccions classe 4:

$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de flexió. Es complirà

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

La resistència plàstica de la secció bruta, per seccions de classe 1 o 2, serà

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

La resistència elàstica de la secció bruta, per seccions de classe 3, serà

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

La resistència elàstica de la secció eficaç, per seccions de classe 4 serà

$$M_{c,Rd} = M_{0,Rd} = W_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de torsió

Hauran de considerar-se les tensions tangencials degudes a la torsió uniforme, $\tau_{t,Ed}$, així com les tensions normals $\sigma_{w,Ed}$ i tangencials $\tau_{w,Ed}$ degudes al bimoment i a l'esforç torsor de torsió de guerxo.

En absència de tallant, es considera:

$$T_{Ed} \leq T_{c,Rd}$$

$$T_{c,Rd} = W_T \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

on W_T és el mòdul resistent a torsió, que el programa pren de la base de dades de perfils.

Interacció d'esforços en seccions

Normalment, en una mateixa secció i combinació d'accions, es donen varies sol·licitacions simultàniament. CTE considera els següents casos (l'EAE considera expressions més ajustades. Vegeu el Manual de Normatives per a més informació):

- Flexió composta sense tallant ni pandeo.** Pot utilitzar-se, conservadorament:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 1 y 2})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 3})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 4})$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

- Flexió i tallant.** Si $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, es comprovarà que:

$$M_{Ed} \leq M_{V,Rd}$$

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{per seccions I o H amb flexió i tallant en el plànol de l'ànima}$$

$$M_{V,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{per la resta de casos}$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

- Flexió, axial i tallant sense pandeo.** Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, només s'ha de considerar el cas 'Flexió composta sense tallant ni guerxament'. En el cas contrari, s'utilitzarà també aquest cas, però l'àrea de tallant es multiplicarà per $(1 - \rho)$, prenent p del cas anterior.

- Tallant i torsió.** En la resistència a tallant s'usarà la resistència plàstica a tallant reduïda per la resistència de tensions tangencials de torsió uniforme:

$$V_{c,Rd} \leq V_{pl,T,Rd}$$

En seccions buides tancades:

$$V_{pl,T,Rd} = \left(1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_{yd} / \sqrt{3}} \right) \cdot V_{pl,Rd}$$

Resistència de les barres

- Compressió i guerxament. Es complirà que

$$N_{c,Rd} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{c,Rd} \leq N_{b,Rd}$$

La resistència a guerxament per flexió en compressió centrada pot calcular-se amb:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

- Compressió i flexió amb guerxament

L'expressió aquí reproduïdes corresponen al criteri d'eixos del CTE DB SE-A, de la qual la seva correspondència amb els eixos principals de *Tricalc* és:

Eix	DB	Tricalc
Longitudinal de la barra	X	Xp
Paral·lel a les ales	Y	Zp
Paral·lel a l'ànima	Z	Yp

En el cas del CTE, per a tota peça es comprovarà:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

A més, si no hi ha guerxament per torsió (seccions tancades):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

A més, si hi ha guerxament per torsió (seccions obertes):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Veure l'apartat 6.3.4.2 de CTE DB SE-A per a més informació.

En el cas de l'EAE es comprovarà:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \cdot \gamma_{M1} \leq 1$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \cdot \gamma_{M1} \leq 1$$

Veure l'apartat 35.3 de la EAE per a més informació.

Estat límit de servei de deformació

D'acord amb el CTE DB SE i EAE, es comprova la màxima deformació vertical (fletxa) de bigues i diagonals referent a:

- Fletxa produïda per les sobrecàrregues amb les combinacions característiques.
- Fletxa produïda per tota la càrrega amb les combinacions quasi permanents.

Estat límit últim d'abonyegament de l'ànima

Es realitza la comprovació d'abonyegament de l'ànima per contacte d'acord amb l'article 6.3.3.3 de la norma CTE DB SE-A o l'article 35.5 de la EAE, considerant la peça de l'ànima plena. El programa indica, en cas de ser necessari, la distància i espessor dels rigiditzadors transversals a disposar per així complir aquesta comprovació.

Estat límit últim de guernament lateral de bigues

Aquesta comprovació és opcional en *Tricalc* i només es realitza en bigues i diagonals.

Es comprovarà que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$. En el cas de barres traccionades i flectades, el moment M_{Ed} podrà substituir-se per $M_{ef,Ed}$ per aquesta comprovació d'acord amb l'expressió:

$$M_{ef,Ed} = W \cdot [M_{Ed}/W - N_{t,Ed}/A]$$

El moment resistent de guernament lateral serà:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_z \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

on W_z és el mòdul resistent de la secció, segons la seva classe i χ_{LT} el factor reductor per guernament lateral. El programa calcula i indica el coeficient de seguretat a guernament lateral ($M_{Ed} / M_{b,Rd}$).

8.3. Cas particular de les seccions d'inèrcia variable: carteles

Estat límit de trencament

Per l'estat límit de trencament, es parteix de les sol·licitacions existents en cada secció, que van ser calculades suposant que cada cartela secundària es de secció constant de valor la de la secció en el seu punt mig. A partir d'aquests esforços, es realitzen les comprovacions indicades anteriorment utilitzant les característiques geomètriques del perfil real en cada secció d'estudi (es a dir, considerant-la com una secció d'inèrcia variable).

Estat límit de guernament

Pel càlcul de la longitud de guernament, l'esveltesa λ i el coeficient reductor de guernament χ , es considera la cartela primària com una barra única amb una secció equivalent d'acord amb l'article '6.3.2.3 Barres de secció variable' de la norma CTE DB SE-A. En la funció de retocat de resultats de guernament s'utilitzaran també aquests criteris pel càlcul de la longitud, factor de pandeo β , esveltesa λ i coeficient reductor de guernament χ .

Estat límit de deformació

Pel càlcul de l'estat límit de deformació, s'estudia cada cartela secundària per separat i considerant-la de secció constant.

8.4. Perfils Conformats

Donat que el CTE DB SE-A és insuficient per a comprovar aquest tipus de seccions, s'utilitzen els criteris de la norma europea EN 1993-1-3. Vegi's la memòria de càlcul corresponent als Eurocodis Genèrics.

En el cas de l'EAE, s'utilitza l'indicat en el seu article 73º.

8.5. Paràmetres de comprovació de l'acer

Veure LLISTAT D'OPCIONES.

9. COMPROVACIÓ DE BIGUES MIXTES

9.2. Camp d'aplicació i normativa

Tricalc permet definir bigues mixtes no embegudes en formigó formades per un perfil metàl·lic sota un cap de formigó, connectades entre si mitjançant connectors de tallant soldat a l'ala del perfil metàl·lic.

El perfil metàl·lic ha de ser d'acer estructural, de secció constant, amb forma en I o H, d'ànima alleugerida i amb la seva ala superior en contacte amb el cap de formigó.

El cap de formigó pot ser d'una secció rectangular, o un determinat ample d'una llosa massissa de formigó o un forjat de xapa. El forjat de xapa pot tenir els seus nervis paral·lels a la biga o perpendiculars a aquesta. En casos intermedis, el programa considera que els nervis de la xapa són ortogonals a la biga composta.

S'utilitzen les següents normes:

- EN 1994-1-1 (2004): Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- Els connectors entre la biga metàl·lica i el cap de formigó, seran del tipus 'perns de tallant', d'acord amb la norma EN ISO 13918 (2008); Welding — Studs and ceramic ferrules for arc stud welding

9.3. Rigidesa equivalent i eficàcia de la connexió de tallant

Una biga mixta està formada per dos materials (acer estructural i formigó armat) que treballen de forma més o menys conjunta, de manera que la rigidesa (i la resistència) de la secció composta és major que la summa de les rigideses (o resistències) del perfil metàl·lic i el cap de formigó armat. No obstant això, no es pot parlar d'una secció composta perfecta, perquè:

- Sempre es produeix un cert lliscament entre el perfil metàl·lic i el cap de formigó, degut, entre altres coses, a la deformació dels connectors de tallant.
- La fluència i la retracció del formigó fan que amb el temps, es produeixi una certa redistribució tensional en la connexió entre acer i formigó.

Per tenir en compte aquests fenòmens, tant les normes de càlcul com el programa, estableixen dos mecanismes:

- Per al càlcul d'esforços, es defineix un coeficient reductor del mòdul d'elasticitat del formigó.
- Per l'anàlisi de la secció composta, s'estableix el grau d'eficàcia de la connexió de tallant.

Perquè es pugui parlar de comportament mixt, aquest grau d'eficàcia ha d'estar per sobre d'un determinat mínim, que la norma EN 1994-1-1 el fa en un 40% (o major, en funció d'una sèrie de paràmetres). Si l'eficàcia és d'un 100% es parla llavors d'una connexió completa.

Com més gran sigui el grau de connexió, la resistència a flexió de la secció serà major, encara que a costa d'augmentar el nombre o diàmetre dels connectors.

Vegi el MANUAL DE NORMATIVES i l'INFORME DE DADES DE CàLCUL per a més informació.

9.4. Ample eficaç del cap de formigó

La norma estableix un ample màxim eficaç del cap de formigó (variable al llarg de la longitud de la biga), de forma que no s'ha de comptar a efectes de resistència, amb el formigó ni amb les armadures situades fora del seu ample. En el programa es segueix el següent criteri:

- L'usuari defineix l'ample 'nominal' d'aquest cap de formigó. Aquest ample és el que s'utilitza per definir l'àrea i inèrcies de la secció mixta per al càlcul d'esforços.
- En el moment del dimensionament i armat de la biga mixta, el programa utilitza, per a cada secció al llarg de la biga, el menor entre aquest ample nominal i l'ample eficaç definit a la norma seleccionada. Aquesta dada queda reflectida a l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES del programa.
- En cas de bigues mixtes paral·leles, l'ample eficaç no pot superar la línia situada a mitja distància entre ambdues bigues. Aquest límit no es verificat pel programa.

9.5. Càlcul a flexió

El càlcul dels moments resistents de la secció mixta, tant en flexió positiva com en flexió negativa, es basa en el programa en el **comportament plàstic de la secció**, en el que els materials treballen a la següent tensió (vegi més detalls en el Manual de NORMATIVES):

- El formigó comprimit treballa amb tensió $0,85 \cdot f_{cd}$
- El formigó en tracció es menysprea
- L'acer estructural, en tracció o compressió, treballen amb tensió f_{yd}
- Les armadures, en tracció o compressió, treballen amb tensió f_{sd} . Sols es considera l'armadura en compressió si està lligada mitjançant estreps.
- La xapa dels forjats de xapa es menysprea en el programa.

Perquè aquesta assumpció sigui correcta, les normes emprades en el programa exigeixen el compliment d'alguns requisits (per a més informació, vegi el MANUAL DE NORMATIVES):

- El perfil metàl·lic ha de permetre la seva comprovació, pel que fa a secció, amb una distribució plàstica de tensions. En els Eurocodis Estructurals implica que la secció sigui de classe 1 o 2.

- L'armadura ha de tenir suficient ductilitat. En EHE-08 implica que siguin de classe SD.

Per tenir en compte el grau d'eficàcia de la connexió de tallant, es limita la profunditat del cap de compressió de formigó o la tracció en les armadures.

Bigues compostes en flexió negativa

Encara que la disposició d'un perfil metàl·lic sota un cap de formigó pugui fer pensar que les bigues mixtes sols treballen com a tals en flexió positiva i que per tant han d'utilitzar-se únicament en vans birecolzats, això no és cert: pot establir-se un mecanisme resistent mixt entre les armadures traccionades i el perfil metàl·lic en flexió. En aquest cas, el programa dimensiona les armadures de negatius necessàries.

9.6. Càlcul a tallant i torsió

En general, la resistència a tallant i torsió de les bigues mixtes, d'acord a les normatives emprades, es confia al perfil d'acer estructural, d'acord amb el que s'estableix en l'EN 1993.

Únicament, en el cas que en el cap de formigó puguin disposar-se estreps (el que al programa ocorre quan aquesta no és un forjat xapa), la torsió es reparteix entre el perfil metàl·lic i el cap de formigó en funció de la seva rigidesa relativa a torsió.

9.7. Càlcul a rasant: connectors de tallant

Els connectors de tallant són els encarregats de transmetre el rasant (tallant horitzontal paral·lel a la biga) entre el cap de formigó i el perfil metàl·lic. Per tant, són imprescindibles per poder considerar una acció mixta de la secció.

Per a la resistència d'un connector se segueix l'indicat en la norma, que la calcula com el mínim entre la resistència de l'acer del connector i la resistència per aixafament en el formigó.

La distribució dels connectors al llarg de la biga es realitza d'acord amb els següents supòsits:

- La norma permet un repartiment uniforme dels connectors al llarg de cada tram de biga en estudi, pel que és necessari que la connexió sigui dúctil. Aquest és el criteri adoptat pel programa, verificant que la connexió pugui ser dúctil.
- Els trams en estudi s'estableixen entre les seccions crítiques establertes en la norma: seccions de moment màxim (positiu o negatiu), extrems de la barra i seccions en què deixi d'haver-hi moment positiu o negatiu.
- D'acord a la norma, el rasant total a transmetre es calcula amb criteris de capacitat, és a dir, segons la màxima compressió o tracció resistent del cap de formigó, tenint en compte el grau d'eficàcia de la connexió de tallant establerta. Aquest criteri és certament molt conservador, perquè és independent dels esforços als quals està sotmesa la biga.

En l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES es detalla, en cada secció, el rasant de càlcul establert amb aquests criteris i el rasant resistent aportat pels connectors disposats actualment.

Com que l'ample eficaç del cap de formigó és major que la zona d'acció dels connectors, els Eurocodis Estructurals estableixen la necessitat d'una armadura horitzontal i perpendicular a la biga que absorbeixi aquest tallant transversal.

- En el cas que el cap de formigó tingui estreps (és a dir, quan no es tracta d'un forjat de xapa), són les branques horitzontals d'aquests estreps les encarregades d'això.
- En el cas de forjats de xapa, el programa no col·loca cap armat específic. L'habitual és resoldre-ho amb l'armadura de repartiment del forjat de xapa, d'acord amb la quantia (en cm²/ml) que s'indica en l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES.

10. COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ALUMINI

10.2. Criteris de comprovació

Tricalc incorpora **part** de les especificacions que la norma europea **EN 1999** (d'ara en endavant, **EC9**) contempla per al disseny d'estructures d'alumini. Aquest Eurocodi està dividit en varies parts, de les que s'han implementat les següents:

- EN 1999-1-1:2007 + A1:2009. Regles generals.
- EN 1999-1-2:2007 + AC:2009. Resistència al foc.

A més, **Tricalc** només contempla les seccions d'alumini extruït (que són les més habituals), no permetent el càlcul de seccions laminades, foses, conformades en fred o formades per xapes soldades.

Tipus de seccions

Es defineixen les següents classes de seccions:

Classe	Tipus	Descripció
1	Plàstica	Permeten la formació de la ròtula plàstica amb la capacitat de rotació suficient per a la redistribució de moments.
2	Compacta	Permeten el desenvolupament del moment plàstic amb una capacitat de rotació limitada.
3	Semicompacta o Elàstica	En la fibra més comprimida es pot aconseguir el límit elàstic de l'alumini però l'abonyegadura impedeix el desenvolupament del moment plàstic
4	Esvelta	Els elements total o parcialment comprimits de les seccions esveltes s'abonyeguen abans d'aconseguir el límit elàstic en la fibra més comprimida.

S'ha de tenir en compte que en l'EC9 (a diferència del que indica l'EC3 per a acer), es defineix una classe per a compressió simple, altra per a flexió simple segons l'eix Y_p i una tercera classe per a flexió simple segons l'eix Z_p, independentment dels esforços als que estigui sotmesa la secció en cada punt i/o combinació.

En funció de la classe de les seccions, el tipus de càlcul és:

Classe de secció	Mètode per a la determinació de les sol·licitacions	Mètode per a la determinació de la resistència de les seccions
1 Plàstica	Elàstic	Plàstic
2 Compacta	Elàstic	Plàstic
3 Semicompacta	Elàstic	Elàstic
4 Esvelta	Elàstic	Elàstic amb resistència reduïda

L'assignació de la classe de secció en cada cas, es realitza d'acord amb l'indicat en EC-9. En el cas de seccions de classe 4, el càlcul dels seus paràmetres resistents reduïts (secció eficaç) es realitza assimilant la secció a un conjunt de rectangles eficaços, d'acord amb l'establert en l'EC-9.

Estat límit d'equilibri

Es comprova que en tots els nusos han d'igualar-se les càrregues aplicades amb els esforços de les barres. No es realitza la comprovació general de volcada de l'estructura.

Estabilitat lateral global i pandeig

El programa pot realitzar un càlcul en 1er ordre o en 2on ordre. Les imperfeccions inicials poden ser tingudes en compte de forma automàtica, encara que també l'usuari pot introduir les accions equivalents en les barres que siguin necessàries.

La consideració dels efectes del pandeig es realitza de la següent forma:

- Si l'estructura és intraslacional (distorsió de pilars $r \leq 0,1$), basta realitzar una anàlisi elàstica i linial en primer ordre i de segon ordre, i considerar el pandeig dels pilars com intraslacionals.
- Si l'estructura és traslacional (distorsió de pilars $r > 0,1$), pot realitzar-se una anàlisi elàstica i lineal considerant el pandeig com a estructura traslacional, o bé:
 - Realitzar una anàlisi elàstica i lineal de 1er ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional però havent multiplicat totes les accions horitzontals sobre l'edifici pel coeficient d'amplificació $1 / (1 - r)$.
 - Realitzar una anàlisi elàstica i lineal de 2on ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional sense coeficient d'amplificació.

Es defineix per a cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual i en cada un dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació de pandeig, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar manualment el seu factor de longitud de pandeig k (factor que al multiplicar-lo per la longitud de la barra s'obté la longitud de pandeig), tal com es recull en el LLISTAT D'OPCIONS.

Si es deshabilita la comprovació de pandeig en un determinat pla de pandeig d'una barra, no es realitza la comprovació especificada anteriorment en aquell pla. El factor reductor de pandeig d'una barra, χ , serà el menor dels factors de pandeig corresponents als dos plans principals de la barra.

Si es fixa el factor de longitud de pandeig 'k' d'una barra, es considerarà que per a aquella barra l'estructura és traslacional quan k sigui major o igual que 1,0, i intraslacional en cas contrari.

La formulació per al càlcul dels coeficients de pandeig és la recollida en EC-9, i és la següent:

El càlcul del factor de pandeig k en cadascun dels plans principals de les barres es calcula de la següent manera, en funció dels factors d'encastament η_1 (en la base del pilar) i η_2 (en el seu cap) és (quan no és fixat per l'usuari).

■ Estructures traslacionals:

$$k = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

■ Estructures intraslacionals:

$$k = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

on 'k' és el factor de pandeig, L_k la longitud de pandeig i L la longitud del pilar, o distància entre els seus dos nusos extrems.

Per a seccions constants i axial constant, l'esveltesa reduïda és

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_o}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de pandeig d'una barra, χ , es calcula d'acord amb EC-9.

Estat límit de trencament

D'acord amb l'apartat 6.2 de l'EN 1999-1-1, es realitzen les següents comprovacions.

La comprovació a trencament de les barres, sotmeses a l'acció de les càrregues majorades, es desenvolupa de la següent forma: Descomposició de la barra en seccions i càlcul en cadascuna d'elles dels valors de moments flectors, tallants, axial de compressió i axial de tracció.

■ Càlcul de la tensió combinada en les següents seccions:

Secció de màxima compressió

Secció de màxima tracció

Secció de màxim moment flector segons l'eix Y_p

Secció de màxim moment flector segons l'eix Z_p

Secció de major tensió tangencial combinada

Secció de major tensió combinada, que pot coincidir amb alguna de les anteriors, encara que no necessàriament.

■ Obtenció de les sis combinacions de sol·licitacions més desfavorables per a altres tantes seccions de la barra.

Resistència de les seccions

La capacitat resistent de les seccions depèn de la seva classe. Per a seccions de classe 1 i 2 la distribució de tensions s'escollirà atenent a criteris plàstics (en flexió s'aconsegueix el límit elàstic en totes les fibres de la secció). Per a les seccions de classe 3 la distribució seguirà un criteri elàstic (en flexió s'aconsegueix el límit elàstic només en les fibres extremes de la secció) i per a seccions de classe 4 aquest mateix criteri s'establirà sobre la secció eficaç.

■ Resistència de les seccions a tracció:

$$N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd}$$
$$N_{t,Rd} = N_{o,Rd} = A_g \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

Sent A_g l'àrea de la secció bruta.

■ Resistència de les seccions a tall. En absència de torsió, es considera la resistència plàstica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$
$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_o}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

sent A_v l'àrea resistent a tallant, que el programa pren de la base de dades de perfils.

■ Resistència de les seccions a compressió sense pandeig. Es complirà

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

sent $N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$;

on A_{eff} és l'àrea efectiva basada en un espessor reduït per pandeig local.

■ Resistència de les seccions a flexió.

S'ha de complir que

$$M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1$$

La resistència per a moments al voltant de l'eix principal és:

$$M_{Rd} = \min \{ M_{u,Rd} ; M_{c,Rd} \}$$

$$M_{u,Rd} = W_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$M_{c,Rd} = \alpha \cdot W_{el} \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

El factor de forma α pot prendre els següents valors:

Classe de la secció	α
Classe 1	W_{pl} / W_{el}
Classe 2	W_{pl} / W_{el}
Classe 3	$\alpha_{3,u}$
Classe 4	W_{eff} / W_{el}

Sent

α factor de forma, d'acord amb la taula anterior. El valor de $\alpha_{3,u}$ és:

$$\alpha_{3,u} = 1 + \left(\frac{\beta_3 - \beta}{\beta_3 - \beta_2} \right) \cdot \left(\frac{W_{pl}}{W_{el}} - 1 \right) \geq 1$$

W_{el} mòdul resistent elàstic de la secció bruta;

W_{pl} mòdul resistent plàstic de la secció bruta;

W_{eff} mòdul resistent efectiu, prenent un espessor eficaç t_{eff} per a les parts de Classe 4;

W_{net} mòdul resistent elàstic de la secció neta, descomptant forats i prenent un espessor $\rho_{u,haz} \cdot t$ per a les HAZ. En **Tricalc** coincideix amb W_{el} ;

β paràmetre d'esveltesa de la part més crítica de la secció (la que tingui el menor valor β_2 / β);

β_2, β_3 valors límit per a aquesta part d'acord amb la Taula 6.2.

Cada tros de la secció es calcula amb un espessor reduït o no, de forma que per a les zones comprimides de parts de Classe 4, prendre $t_{eff} = \rho_c \cdot t$.

■ Resistència de les seccions a torsió

Si les deformacions per distorsió poden ser rebutjades, hauria de complir-se que

$$T_{Ed} / T_{Rd} \leq 1$$

$$T_{Rd} = \frac{W_{T,pl} \cdot f_o}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

El torsor total de càlcul és la suma de dos efectes interns:

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

Sent

$T_{t,Ed}$ valor de càlcul de la torsió de St. Venant. En seccions obertes (H, I, U,...) pot menysprear-se;

$T_{w,Ed}$ valor de càlcul de la torsió de guerxesa. En seccions buides tancades pot menysprear-se.

La torsió produeix les següents tensions:

$\tau_{t,Ed}$ tensions tangencials degudes a la torsió de St. Venant $T_{t,Ed}$;

$\sigma_{w,Ed}$ tensions normals longitudinals degudes al bimoment B_{Ed} ;

$\tau_{w,Ed}$ tensions tangencials degudes a la torsió per guerxesa $T_{w,Ed}$.

Per a tallant més torsió, la resistència plàstica a tallant, $V_{pl,Rd}$, es substitueix per $V_{T,Rd}$, de forma que

$$V_{Ed} / V_{T,Rd} \leq 1$$

Per a seccions en I o H:

$$V_{T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 \cdot f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})}} \cdot V_{Rd}$$

Per a seccions en U:

$$V_{T,Rd} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 \cdot f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})}} - \frac{\tau_{w,Ed}}{f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})} \right] \cdot V_{Rd}$$

Per a seccions buides

$$V_{T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})} \right] \cdot V_{Rd}$$

Interacció d'esforços en seccions

- Flexió i tallant. Si $V_{Ed} < 0,50 \cdot V_{pl,Rd}$, no és necessari reduir la resistència a flexió (excepte el que indiqui l'apartat 6.7.6 de l'EN 1999-1-1:2007 sobre abonyegadura per tallant). Si pel contrari, $V_{Ed} \geq 0,50 \cdot V_{pl,Rd}$, la resistència a flexió es calcularà suposant en l'àrea a tallant, un límit elàstic reduït

$$f_{o,V} = f_o \cdot \left[1 - \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2 \right]$$

Sent V_{Rd} la resistència a tallant segons l'apartat 6.2.6 d'EN 1999-1-1:2007. Si hi ha també torsió, es substitueix V_{Rd} en les anteriors expressions per $V_{T,Rd}$ (veure la comprovació a torsió).

Alternativament, per a seccions en I o H bisimètriques amb tallant i flexió en el pla de l'ànima, el moment resistent és (amb els eixos definits en **EC9**)

- Per a secció de Classe 1 o 2:

$$M_{y,V,Rd} = t_f \cdot b_f \cdot (h - t_f) \frac{f_o}{\gamma_{M1}} + \frac{t_w \cdot h_w^2}{4} \frac{f_{o,V}}{\gamma_{M1}}$$

- Per a secció de Classe 3:

$$M_{y,V,Rd} = t_f \cdot b_f \cdot (h - t_f) \frac{f_o}{\gamma_{M1}} + \frac{t_w \cdot h_w^2}{6} \frac{f_{o,V}}{\gamma_{M1}}$$

- Per a secció de Classe 4 o amb HAZ, vegi's l'apartat 6.2.5 d'EN 1999-1-1:2007.
- Si també hi ha càrregues transversals, vegi's l'apartat 6.7.6 d'EN 1999-1-1:2007.

- Flexió i axial en seccions obertes:
- Per a seccions bisimètriques (excepte seccions convexes) s'haurien de complir les 2 condicions següents:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\xi_0} + \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \leq 1$$
$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_0} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{\gamma_0} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_0} \leq 1$$

Sent

$$\eta_0 = 1 \text{ ó } \eta_0 = \alpha_z^2 \cdot \alpha_y^2, \text{ con } 1 \leq \eta_0 \leq 2$$
$$\gamma_0 = 1 \text{ ó } \gamma_0 = \alpha_z^2, \text{ con } 1 \leq \gamma_0 \leq 1,56$$

$$\xi_0 = 1 \text{ ó } \xi_0 = \alpha_y^2, \text{ con } 1 \leq \xi_0 \leq 1,56$$

$$N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}, \text{ ver 6.2.4;}$$
$$M_{y,Rd} = \alpha_y \cdot W_{y,el} \cdot f_o / \gamma_{M1};$$
$$M_{z,Rd} = \alpha_z \cdot W_{z,el} \cdot f_o / \gamma_{M1};$$

α_y, α_z factor de forma a flexió per a considerar pandeig local i HAZ, vegi's 6.2.5;

$$\omega_0 = 1.$$

- Flexió i axial en seccions buides i massisses convexes. Ha de complir-se la condició

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

sent

$$\psi = 1,3 \text{ ó } \psi = \alpha_z \cdot \alpha_y, \text{ con } 1 \leq \psi \leq 1,3 \text{ per a seccions buides}$$
$$\psi = 2,0 \text{ ó } \psi = \alpha_z \cdot \alpha_y, \text{ con } 1 \leq \psi \leq 2,0 \text{ per a seccions massisses convexes}$$

- Flexió, tallant i axial. Si $V_{Ed} < 0,50 \cdot V_{Rd}$, no és necessari reduir la resistència conjunta a axial més flexió d'apartats anteriors (excepte el que indiqui EN 1999-1-1:2007 en l'apartat 6.7.6 sobre abonyegadura de l'ànima per tallant). Si pel contrari, $V_{Ed} \geq 0,50 \cdot V_{Rd}$, la resistència a flexió es calcularà suposant en l'àrea a tallant, un límit elàstic reduït

$$(1 - \rho) \cdot f_o$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$$

En lloc de reduir el límit elàstic, també es pot reduir en la mateixa mesura l'espessor de la part de secció corresponent a l'àrea de tallant.

- Flexió, axial i tallant sense pandeig. Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, basta considerar el cas 'Flexió composta sense tallant ni pandeig'. En cas contrari, s'utilitzarà també aquest cas, però l'àrea de tallant es multiplicarà per $(1 - \rho)$, prenent ρ del cas anterior.

Resistència de les barres

- Compensió i pandeig. Es complirà que

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1$$

La resistència a pandeig per flexió en compensió centrada pot calcular-se amb:

$$N_{b,Rd} = \kappa \cdot \chi \cdot A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

- Compensió i flexió amb pandeig

Les seccions sotmeses a compensió més flexió en ambdòs eixos amb pandeig, compliran l'indicat a continuació. Per a aquest apartat les seccions es classifiquen en:

- Elements no susceptibles de deformació torsional, en els que només existirà pandeig per flexió. Seccions buides circulars o amb torsió impedita;
- Elements susceptibles de deformació torsional, en els que hi haurà pandeig per flexió i pandeig lateral-torsional. Seccions obertes o amb torsió no impedita.

Quan només existeixi **pandeig per flexió** se'ns presenten els següents casos:

- Per a seccions obertes doblement simètriques (però no convexes) i flexió simple haurien de satisfer-se les expressions (6.59) i (6.60) d'EN 1999-1-1:2007:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\xi_{yc}} + \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \leq 1 \tag{6.59}$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_x} \leq 1 \tag{6.60}$$

Sent:

$\eta_c =$	$0,8$ ó $\eta_c = \eta_0 \cdot \chi_z$, con $\eta_c \geq 0,8$
$\xi_{yc} =$	$0,8$ ó $\xi_{yc} = \xi_0 \cdot \chi_y$, con $\xi_{yc} \geq 0,8$
$\xi_{zc} =$	$0,8$ ó $\xi_{zc} = \xi_0 \cdot \chi_z$, con $\xi_{zc} \geq 0,8$
η_0, ξ_0	segons l'apartat "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes";
$\omega_0 = \omega_x = 1$	en bigues o pilars sense soldadures localitzades i moments en extrems iguals;
■	Per a seccions massisses convexes utilitzarem l'equació 6.60, però amb: $\eta_c = 0,8$ ó $\eta_c = 2 \cdot \chi$, con $\eta_c \geq 0,8$ $\xi_c = 0,8$ ó $\xi_c = 1,56 \cdot \chi$, con $\xi_c \geq 0,8$
■	Per a seccions buides i tubs:
$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_{min} \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi_c} + \frac{1}{\omega_0} \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$	
Per a aquests tres casos de pandeig per flexió:	
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}, N_{Ed}$	Esforços de primer ordre;
$N_{Rd} = A \cdot f_o / \gamma_{M1}$	en seccions de Classe 1 a 3;
$= A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$	per a seccions en Classe 4;
$M_{y,Rd} = \alpha_y \cdot W_y \cdot f_o / \gamma_{M1}$	
$M_{z,Rd} = \alpha_z \cdot W_z \cdot f_o / \gamma_{M1}$	
α_y, α_z	veure els apartats "Resistència a flexió" i "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes", però amb $\alpha_y \leq 1,25$; $\alpha_z \leq 1,25$.

Quan existeixi **pandeig lateral-torsional per flexió**, en elements amb secció simètrica segons l'eix fort, amb simetria central o bisimètriques, hauria de complir-se:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \omega_{xLT} \cdot M_{y,Rd}} \right)^{\gamma_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_{zc}} \leq 1$$

Sent	
$M_{y,Ed}$	moment y-y de primer ordre si l'element és biarticulat o intraslacional; de 2on ordre en pòrtics traslacionals;
$M_{z,Ed}$	moment z-z de primer ordre;
N_{Rd}	$= A \cdot f_o / \gamma_{M1}$, en seccions de Classe 1 a 3; $= A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$, per a seccions en Classe 4;
$M_{y,Rd} = \alpha_y \cdot W_{el,y} \cdot f_o / \gamma_{M1}$	
$M_{z,Rd} = \alpha_z \cdot W_{el,z} \cdot f_o / \gamma_{M1}$	
α_y, α_z	veure els apartats "Resistència a flexió" i "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes", però amb $\alpha_y \leq 1,25$; $\alpha_z \leq 1,25$.
$\eta_c = 0,8$ ó $\eta_c = \eta_0 \cdot \chi_z$, con $\eta_c \geq 0,8$	
$\gamma_c = \gamma_0$	
$\xi_{yc} = 0,8$ ó $\xi_{yc} = \xi_0 \cdot \chi_z$, con $\xi_{yc} \geq 0,8$	
$\omega_x, \omega_0, \omega_{xLT}$	factors de reblandiment per HAZ, en Tricalc valen 1.

En tots els casos, les expressions són les d'**EC-9**, en les que l'eix yy de la secció correspon al Zp de **Tricalc**, i l'eix zz correspon al Yp de **Tricalc**.

Estat límit de deformació

D'acord amb l'EC-0 i EC-9, es comprova la màxima deformació vertical (fletxa) de bigues i diagonals referent a:

- Fletxa produïda per les sobrecàrregues amb les combinacions característiques.
- Fletxa produïda per tota la càrrega amb les combinacions quasi permanents.

Estat límit d'abonyegadura de l'ànima

El programa realitza la comprovació a l'abonyegadura de l'ànima per tallant en bigues d'acord a l'apartat 6.7.4 de l'EN 1999-1-1:2007. El programa indica, en cas de ser necessari, la distància i espessor dels rigiditzadors transversals a disposar per a així complir aquesta comprovació. No es consideren rigiditzadors longitudinals.

10.3. Paràmetres de comprovació de l'alumini

Veure LLISTAT D'OPCIIONS.

11. CÀLCUL DE LA FONAMENTACIÓ

Aquest apartat és referent al càlcul de la fonamentació superficial mitjançant sabates aïllades o combinades i les seves possibles bigues centradores. Existeixen altres apartats en aquesta memòria que es refereixen a la fonamentació superficial mitjançant lloses de fonamentació, murs de soterrani, murs resistents i fonaments profunds mitjançant encepades i estakes

11.2. Geometria

Els sistemes de coordenades utilitzats com referència són els següents:

- **SISTEMA GENERAL:** constituït per l'origen de coordenades Og i els eixos Xg, Yg y Zg. Els eixos Xg y Zg són els horitzontals i l'eix Yg és l'eix vertical.
- **SISTEMA LOCAL:** format per un sistema d'eixos [Xl,Yl,Zl] amb origen en el nus en el qual cada sabata es defineix i paral·lels als eixos Xg, Yg y Zg.
- **SISTEMA D'EIXOS PRINCIPAL:** resultant d'aplicar una rotació damunt els eixos locals de la sabata quan aquesta està girada respecte l'eix Yl.

11.3. Càrregues

Es consideren les càrregues aplicades directament sobre les bigues riostres i centradores, i les reaccions obtingudes en els nusos de l'estructura en contacte amb el terreny, determinades en l'etapa de càlcul de l'estructura.

11.4. Càlcul de la tensió admissible

Es realitza d'acord al que hi ha establert en CTE DB SE-C. L'usuari podrà establir la tensió admissible explícitament o bé decidir que el programa la calculi en base a l'annex F.1.1 del CTE DB SE-C.

Criteris de càlcul de sabates aïllades

Es contemplen distintes distribucions del diagrama de pressions sota les sabates en funció de les càrregues que incideixen damunt d'aquestes; en el cas de sabata centrada amb càrrega vertical i sense moment, es considera un diagrama de distribució de pressions rectangulars i uniforme; en el cas de sabata centrada amb càrrega vertical i moments i en el cas de sabata en cantonada o paret mitgera amb càrrega vertical i/o moments, es considera un diagrama també rectangular i uniforme estès a part de la sabata de forma que l'àrea de pressions sigui cobaricèntrica amb la resultant d'accions verticals.

En sabates rectangulars B x L equival a considerar una sabata equivalent B* x L*, amb

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$

$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

on e_B, e_L són les excentricitats de la resultant respecte al baricentre de la sabata.

Criteris de càlcul de sabata amb bigues centradores

Quan dos sabates estan unides per una biga centradora, s’analitza el conjunt sabata-biga-sabata independentment de que alguna de les sabates es trobi també unida amb una altra sabata mitjançant una biga, sense considerar interaccions amb altres conjunts biga-sabata-biga. A la biga se li pot assignar qualsevol tipus d’unió (inclos unions elàstiques), la qual cosa es tingut en compte pel programa.

El conjunt de sabates i biga centradora s’analitza amb una biga invertida, amb càrrega contínua igual a la resultant de la pressió del terreny en les dues sabates i amb suports en els pilars comprovant-se que la tensió sota les dues sabates no superin la tensió admissible del terreny.

Criteris de càlcul de sabates combinades

El predimensionament de les sabates combinades s’estableix de forma que el ciment pugui ser analitzar com rígid, hipòtesi que permet considerar una tensió uniforme sobre el terreny tant en les zones allunyades dels pilars com en la seva proximitat. D’aquesta forma, les condicions de rigidesa que compleixen les dimensions de les sabates combinades són les següents:

- Volades:

$$v \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

- Va central:

$$\lambda \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

on,

ℓ	la llum del va (màxima) entre pilars;
v	volada (màxim) en la direcció longitudinal i transversal;
B	l’amplada de la sabata (direcció transversal);
E_c	el mòdul de deformació del material de la sabata representatiu del tipus de càrrega i la seva duració;
I_c	el moment d’inèrcia de la sabata en un plànol vertical, transversal (perpendicular al plànol d’alineació de pilars), respecte a l’horitzontal que passa pel seu centre de gravetat;
k_{sB}	el mòdul de balast de càlcul, representatiu de les dimensions del fonament.

11.5. Càlcul estructural del fonament

Criteris d'armat de sabates simples rígidas i flexibles

Considerant els aspectes referents a sabates recollits en la Instrucció EHE-08, hom realitza les següents comprovacions:

Comprovació a punxonament i tallant

La Instrucció EHE-08 defineix la secció de càlcul S2, situada a una distància ‘d’ de la cara del pilar, i que tenen en compte la secció total de l’element de fonamentació, on d és el cantell útil de la sabata. Aquests valors s’amiden segons la direcció en la que es realitzin les comprovacions.

En la comprovació a punxonament hom verifica que la tensió tangencial produïda pel tallant en un perímetre crític situat al voltant del pilar i a una distància 2.d de la seva cara no superi la màxima tensió tangencial.

En la comprovació a tallant hom verifica que el tallant existent a la secció S2 es menor o igual a Vu2 (tallant d’esgotament per tracció en l’ànima en peces sense armadura transversal).

Comprovació a flexió

En la Instrucció EHE-08 es defineix la secció de càlcul S1, situada a 0,15b, interior a la cara del pilar de cantó b, per a pilars de formigó mentre que per a pilars d’acer es pren com a referència la secció en la cara del pilar. El càlcul de l’armadura a flexió es realitza en dita secció i de manera que no sigui necessària l’armadura de compressió. L’armadura mínima col·locada compleix una separació mínima entre barres de 30 cm.i la següent quantia geomètrica mínima de la secció de formigó:

- B 400 S 1,0 ‰
- B 500 S 0,9 ‰

Criteris d'armat de sabates tipus M o de formigó en massa

Es dimensiona el cantell pe que existeixi en la base de la sabata una màxima tensió de tracció igual a la màxima tensió de càlcul del formigó a flexo-tracció, a efectes de que no sigui necessari la col·locació d’armadura. Es col·loca no obstant una armadura mínima recomanada a efectes de redistribució d’esforços a la base, composta per barres separades 30 cm. Es realitzen les següents comprovacions:

Comprovació de punxonament

Es comprova que la tensió tangencial resistida per un perímetre definit a distància h/2 de la cara del pilar no sigui major de 2·f_{ctd}, on f_{ctd} és la resistència de càlcul del formigó a flexo-tracció, de valor:

$$f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \Rightarrow f_{ct,d} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$$
$$f_{ck} > 50 \text{ MPa} \Rightarrow f_{ct,d} = 0,41 \cdot f_{ck}^{1/2} / \gamma_c$$

on f_{ck} és la resistència característica del formigó, en MPa.

Comprovació a tallant

Es comprova que la tensió tangencial resistida per una secció paral·lela a cada un dels costats i a distància h de la cara del pilar, no es major que la resistència de càlcul del formigó a tracció, on f_{ctd,fl} te el valor definit anteriorment.

Criteris d'armat de sabates combinades

Per al càlcul de la flexió longitudinal es considera el model de biga recolzada en els pilars, amb va central i dos voladissos, segons el cas, determinant-se les armadures longitudinals superior e inferior. Les quanties geomètriques mínimes considerades en cada direcció (superior més inferior) son, en relació a la secció de formigó (EHE-08 Art.42.3.5):

- B 400 S 2,0 ‰
- B 500 S 1,8 ‰

Per al càlcul de la secció transversal, la sabata es divideix en cinc trams, definits al considerar un àrea delimitada al valor d’un cantell a cada costat dels pilars.

- Tram 1: s’estendeix des de la vora de la sabata fins una línia separada a un cantell del primer pilar.
- Tram 2: es l’àrea situada sota del primer pilar, d’ample dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 3: es l’àrea compresa entre els dos pilars, d’ample la seva separació menys dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 4: es situa sota el segon pilar, tenint com ample dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 5: es el tram comprés entre una línia a distància d’un cantell des de el pilar, i la vora de la sabata.

A partir d’una hipòtesi de voladís de longitud el major dels vols en sentit transversal es calcula l’armadura longitudinal en els trams 2 i 4. En els trams 1, 3 i 5 es col·loca una armadura que cobreixi al menys un moment igual al 20% del longitudinal, respectant les quanties geomètriques mínimes.

Per la comprovació de l’armadura transversal es calculen unes dimensions tals que no sigui necessària la disposició d’estreps.

Paràmetres de càlcul del fonament

Veure LLISTAT D’OPCIONS.

12. CÀLCUL DE FORJATS UNIDIRECCIONALS

12.2. Criteris de càlcul

Els criteris considerats en el càlcul dels forjats unidireccionals segueixen les especificacions de la Instrucció EHE-08, tenint que ajustar-se a elles tant les condicions generals del forjat, com les dels nervis i les peces d’entrebigat que subministren els fabricants, tant en forjats amb elements prefabricats com aquells formigonats totalment “in situ”.

L'anàlisi de sol·licitacions es realitza mitjançant càlcul isostàtic (sense continuïtat), elàstic, elàstic amb redistribució limitada o plàstic, d'acord amb les consideracions exposades a la Instrucció EHE-08.

Es possible decidir els casos en els quals es realitza el càlcul considerant o no alternància de sobrecàrregues, si bé la Instrucció EHE-08 indica que no és necessari realitzar-la si el càlcul es realitza per mètodes plàstics.

Estats límits últims sota sol·licitacions normals i tangencials

Segons els Articles 42º i 44º de la Instrucció EHE-08.

Estat límit de servei de fissuració

La comprovació de les condicions de fissuració es realitza conforme l'indicat en l'article 49 de la Instrucció HEH-08.

Sota l'acció d'accions quasi permanents, a les peces de formigó armat (biguetes armades i la llosa superior en tots els casos), i sota l'acció d'accions freqüents, en les peces de formigó pre-tensat (biguetes pre-tensades i alveoplaques) presentarà una fissura màxima:

Classe d'exposició	W _{màx}	
	Formigó armat	Formigó pretensat
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 *
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2	Descompressió
IIIc, Qb, Qc	0,1	

* Sota la combinació quasi permanent, l'armadura activa ha d'estar en una fibra no traccionada.

En moments positius, el programa compara el moment de servei amb el moment màxim resistit per l'element resistent indicat pel fabricant, en funció de la classe d'exposició fixada en les opcions. En moments negatius el programa comprova l'obertura màxima de fissures en funció de l'armadura prèviament calculada i la compara amb la màxima permesa indicada a la taula anterior.

Estats límits de deformació

El càlcul de les deformacions dels forjats es fa atenent als criteris establerts a l'article 50 de la EHE-08, obtenint-se les fletxes instantànies, diferida, activa i total.

Per això es pot definir com rigidesa equivalent a utilitzar, la rigidesa total o fissurada de l'element o bé la rigidesa equivalent establerta a la Instrucció EHE-08: veure LLISTAT D'OPCIONs.

12.3. Armadures

Hom considera per al càlcul de l'armadura de negatius la secció de formigó resistent de la bigueta i la secció de formigó in situ. El càlcul de les longituds d'aquestes armadures es realitza determinant els punts de tall de la gràfica de moments utilitzada per al càlcul dels moments negatius, les longituds d'ancoratge en posició I i el decalatge corresponent. L'ancoratge de l'armadura en el cas en que un forjat escometa un altre perpendicularment es realitza segons els criteris de l'annex 12º de la EHE-08.

L'armadura superior en els suports està constituïda per al menys una barra. En el cas de suports interiors en continuïtat, aquesta armadura tindrà la quantia mínima fixada a l'article 42.3.5 de la Instrucció EHE-08.

12.4. Paràmetres de càlcul de forjats unidireccionals

Veure LLISTAT D'OPCIONs.

13. CÀLCUL DE MURS DE SOTERRANI I DE CONTENCIÓ EN MÈNSULA

13.2. Murs de Soterrani

Criteris de càlcul

Els murs de soterrani treballen a flexió composta, rebent les càrregues verticals dels pilars i dels forjats que es recolzen sobre ells, a més de les empentes horitzontals del terreny i de l'aigua per sota del nivell freàtic. Són elements estructurals de contenció de terres sobre els quals se suporten pilars o forjats provinents de l'estructura.

El càlcul estructural del mur es realitza suposant que existeixen suports en els elements horitzontals units al mur; en concret es suposa que existeixen suports horitzontals al menys a la base i a la part superior del mur. Dits elements horitzontals (bigues i forjats) tenen que estar construïts prèviament al mur perquè puguin transmetre les accions horitzontals produïdes quan s'omple el trasdós. Per tant, si el mur es construeix formigonant contra el terreny, és indispensable col·locar els apuntalaments convenients fins que els forjats o bigues puguin estabilitzar el mur a bolcada i esllavissament, a la vegada que suporten les càrregues provocades per l'empenta del terreny.

Els pilars amb continuïtat dins del mur experimenten un augment de rigidesa corresponent a una secció equivalent de dimensions:

- ample igual a l'espessor del mur.
- cantell igual a la base d'un triangle equilàter calculat a partir de la intersecció del pilar amb el nivell superior del forjat. Donat un mur d'espessor X cm i alçada Y cm, un pilar tindria una rigidesa addicional corresponent a una secció d'ample X cm i de cantell

$$\frac{2 \cdot Y}{\text{tg } 60}$$

Si un pilar pertany a dos murs, com és el cas de pilars de cantonada, hom considera simultàniament l'augment de rigidesa produït per pertànyer a aquells dos murs.

Les bigues i diagonals embotides dins del mur transmeten les càrregues provinents dels forjats als murs, quedant posteriorment sense armar, amb la consideració de que el seu armat es substitueix per l'armat del propi mur.

Les bigues de sabata que uneixen sabates aïllades o combinades amb el mur, centren la càrrega que reben aquestes sabates, però no la del propi mur.

Els murs recolzats en lloses de fonamentació transmeten les seves càrregues a aquestes. El grau d'encastament entre la llosa de fonamentació i el mur vindrà donat per la rigidesa imposada a les barres contingudes en el mur, essent, en general, més pròxim al recolzament que al encastament. Aquests murs manquen de sabata, havent de disposar a la llosa les esperes necessàries per l'armat del mur.

Accions horitzontals

Per a la determinació del valor de les empentes, hom considera el coeficient d'empenta en repòs del terreny. El terreny per sobre de la cota del nivell freàtic es considera sempre sec. L'empenta per sota de la cota del nivell freàtic és la suma de l'empenta produïda de la pressió hidrostàtica i de l'empenta produïda pel terreny considerant la seva densitat submergida. Si existeix sobrecàrrega en coronació s'assimila a una pressió uniforme en tota l'alçada del mur.

El càlcul de l'empenta produïda per l'acció sísmica, segons NBE PDS-1/74 o NCSE-94, es realitza afectant un factor de majoració al valor del coeficient d'empenta del terreny, igual a 1 més l'acceleració sísmica de càlcul dividida per g (acceleració de la gravetat).

Accions verticals

Pilars i bigues contingudes en el mur

A l'efecte de considerar la càrrega vertical actuant sobre el mur, el programa determina la càrrega mitja per metre lineal de mur transmesa pels pilars continguts, així com la càrrega de les bigues embotides en el mur, que no transmeten la seva càrrega a cap pilar.

Suports en coronació o dins del mur

Els suports en coronació o dins del mur que suposin al menys una reacció vertical, transmeten accions també verticals al mur, de la següent forma:

- Suports de pilars en coronació o interiors. Transmeten la càrrega vertical del pilar, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.
- Suports de bigues exemptes al mur, tant en coronació com dins del mur. Transmeten la reacció vertical del suport, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.
- Suports de bigues embotides en el mur, tant en coronació com dins del mur. Les reaccions del suport no es tenen en compte, ja que les càrregues de les bigues són assumides directament pel programa.
- Suports sobre els que descansen conjuntament pilars i bigues exemptes al mur, tant en coronació com dins del mur. Transmeten únicament la càrrega vertical del pilar, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.

Combinacions

Hom considera dues hipòtesis per al càlcul transversal (armadura vertical) del mur:

- HIPÒTESI 1: Actuació de les accions del terreny.
- HIPÒTESI 2: Actuació conjunta de les accions del terreny i de la càrrega vertical.

Es consideren dues situacions en la unió entre el mur i la sabata: suport simple o encastament del mur en la sabata.

A l'efecte del càlcul del mur, es considera l'excentricitat produïda per la reacció de la sabata respecte l'eix del mur, a l'alçada d'aixecament del mur de cota inferior.

Càlcul de l'armadura transversal (vertical)

L'armadura transversal a cada cara del mur i per a cada alçada del mur es dimensiona per a la combinació més desfavorable de esforços, compressió i flexió, de les hipòtesis anteriors, i per una amplada de mur d'un metre.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada (EHE-08, EHE o EH-91). També es realitza la comprovació del E.L.S. de Fisuració, d'acord amb la norma de formigó seleccionada (EHE-08, EHE o EH-91).

Càlcul de la sabata del mur

La sabata del mur es calcula utilitzant les mateixes hipòtesis considerades en el càlcul de la fonamentació. Veure apartat de Càlcul de Fonamentació.

Càlcul de l'armadura longitudinal

Es considera el mur en el seu sentit longitudinal com una biga contínua rebent com a càrrega la tensió del terreny. Per als moments positius i negatius que té que resistir es comprova la resposta de la secció del mur amb les armadures horitzontals degudes a les quanties mínimes.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada, per l'armadura horitzontal.

Es comprova l'armadura enfront l'aparició de traccions horitzontals, tenint que resistir l'armadura longitudinal una força de valor:

$$T = 0,3 \cdot Nu \cdot (1 - \frac{d}{L})$$

on,

L és la llum més gran entre pilars

Nu és l'axil màxim dels pilars, distribuïda en l'alçada del mur o en una alçada menor si la llum més petita entre pilars és menor que l'alçada del mur

Armat de pilars amb continuïtat dins del mur

Els pilars de formigó dins del mur prolonguen l'armat del pilar a cota immediatament superior exempt al mur. D'aquesta forma l'armat de pilars embotits es fa continu fins la sabata del mur, tant per pilars amb cantó igual com major que l'espessor del mur.

El projectista pot decidir entre prolongar les armadures del pilar fins la sabata del mur o fer que arrenquin des de la coronació del mur, cas en què deurà deixar previstes en obra les corresponents esperes.

13.3. Murs de Contenció i en Mènsula

Criteris de càlcul

Els murs de contenció en mènsula treballen fonamentalment a flexió simple, reben les empentes horitzontals i (en menor mesura) verticals del terreny i de l'aigua per sota del nivell freàtic, i transmetin-los de nou al terreny mitjançant la seva pròpia fonamentació.

Són elements autoportants, que no necessiten de la col·laboració de cap altre element estructural. Tampoc reben accions de cap altre part de l'estructura.

Determinació de les empentes

A la determinació del valor de les empentes, es considera el coeficient d'empenta activa del terreny, d'acord amb la teoria de Coulomb. El terreny per sobre de la cota del nivell freàtic es considera sempre humit (densitat aparent). L'empenta per sota de la cota del nivell freàtic és la suma de la empenta produïda per la pressió hidrostàtica i de la empenta produïda pel terreny considerant la seva densitat submergida. Si existeix sobrecàrrega en coronació s'assimila a una pressió uniforme a tota l'alçada del mur. Aquestes empentes tenen sempre una component horitzontal, i depenent de la geometria del mur i els paràmetres de càlcul, una component vertical.

El càlcul de la empenta produïda per l'acció sísmica, segons NBE PDS-1/74 o NCSE, es realitza afectant d'un factor de majoració al valor del coeficient de la empenta del terreny, igual a 1 més l'acceleració sísmica de càlcul dividida per g (acceleració de la gravetat).

Es considera també el pes propi del mur, del terreny situat sobre la puntera i de part del terreny situat sobre el taló. Totes les accions es consideren concomitants.

Dimensionat de la fonamentació

La fonamentació es dimensiona de manera que no es superi la tensió màxima admissible del terreny, amb l'hipòtesis de resposta uniforme.

Es comprova la seguretat a bolcada, d'acord amb l'indicat en les opcions.

Es comprova la seguretat a lliscament, d'acord amb l'indicat en les opcions. Si es considera l'efecte favorable de la empenta passiva sobre la puntera i tacó del mur, també es realitza la comprovació sense tenir en conte l'esmentada empenta passiva i amb coeficient de seguretat unitat.

Càlcul de l'armadura transversal (vertical)

L'armadura transversal a cada cara del mur i per cada alçada del mur es dimensiona per la combinació més desfavorable d'esforços, compressió i flexió i per una amplada de mur d'un metre.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la normativa de formigó (EHE-08, EHE o EH-91) seleccionada. També es realitza la comprovació del E.L.S. de Fisuració, de l'esmentada normativa.

Armadura longitudinal

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada, per l'armadura horitzontal. En tot el punt, l'armadura horitzontal tindrà una quantia no menor d'un 20% de l'armadura vertical en el mateix punt.

13.4. Paràmetres de càlcul de murs de soterrani i de contenció en mènsula

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

14. CÀLCUL DE FORJATS RETICULARS I LLOSES MASSISES DE FORJAT

Els forjats reticulars responen a la tipologia de llosa alleugerada de cantell constant; amb blocs alleugerants perduts o recuperables (casetons). Les lloses de forjat responen a la tipologia de plaques massisses de cantell constant.

Un mateix pla (horitzontal o inclinat) pot comptar amb un o varis forjats reticulars i/o lloses. Un mateix pilar - àbac pot pertànyer a varis forjats reticulars i/o lloses.

14.2. Modelització

Els forjats reticulars i les lloses de forjat es modelitzen com un conjunt d'elements finits. Aquests elements, juntament amb les barres i elements finits de la resta de l'estructura conformen la matriu de rigidesa d'aquesta. El càlcul de sol·licitacions ha estat realitzat mitjançant el mètode matricial espacial de la rigidesa, suposant una relació lineal entre esforços i deformacions, i presentant cada nus sis graus de llibertat, a menys que s'opti per l' opció de indeformabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànol o la consideració del tamany dels pilars ja esmentada a l'apartat 5 d'aquesta Memòria. No s'utilitzen, per tant, simplificacions del tipus 'pòrtics virtuals' o línies de rotura.

Les característiques del material (mòdul de Young, de Poisson i coeficient de dilatació tèrmica) són pròpies pels forjats reticulars i lloses de forjat. En forjats reticulars, la rigidesa de la zona alleugerida és diferent de la dels àbacs (massissos).

També es té en compte que la rigidesa (àrea, inèrcia...) dels nervis del reticular en ambdues direccions pot ser diferent.

Les càrregues introduïdes en els forjats reticulars i lloses es consideren concentrades en els nodes (vèrtexs dels elements finits).

No és convenient utilitzar distàncies entre nervis de més de 100 cm. En el cas de lloses de forjat és recomanable utilitzar un pas de discretització de l'ordre de 50 cm. o 1/8 de la distància mitja entre pilars.

Nervis (forjats reticulars i lloses)

Els nervis són línies sobre les quals s'integren les tensions dels elements finits amb què es modelitzen els reticulars i lloses per obtenir els esforços de dimensionament de l'armat. En aquesta integració, les tensions de torsió, m_{xy} , modifiquen els moments flectors de dimensionament (M_x y M_y) i les tensions de tallant de tensió plana (τ_{xy}) modifiquen els axils de dimensionament (N_x y N_y), d'acord a la teoria de Wood.

Nervis (forjats reticulars)

Es defineix la geometria del nervi com una secció en T mitjançant una poligonal de 12 vèrtexs. En funció d'aquesta, per integració, s'han obtingut les característiques geomètriques i mecàniques del mateix: h, Iz i Ax, amb els quals s'obté la rigidesa dels elements finits amb els quals es modelitza la zona alleugerida del forjat. No es consideren característiques mecàniques diferencials degudes a proximitat de bigues de forjat o àbacs.

Àbacs

Es consideren tant àbacs del mateix cantell al del forjat reticular o llosa de forjat com de major cantell (àbacs ressaltats). Es modelitzen com un conjunt d'elements finits, amb una mida de discretització menor al de la resta del forjat.

Bigues de vora o interiors

S'assumeix que el volum de formigó comú al forjat i la biga de forjat ja s'ha comptabilitzat amb el forjat, pel qual es descompta de la rigidesa de les bigues de forjat.

■ *Bigues de vora amb fitxa predefinida.* Una biga de vora o interior amb fitxa predefinida és una barra de secció constant amb un determinat armat longitudinal o transversal constant en tota la seva longitud. Cada biga de vora o interior s'associa a un perfil de formigó de la biblioteca de perfils, la forma de la qual ha d'ésser 'Rectangular' o en 'T' i de les quals s'agafen les característiques geomètriques i mecàniques, dimensions, àrees i inèrcies.

■ *Bigues de vora amb secció assignada.* Una biga de vora o interior amb secció assignada és una barra de secció constant o de cantell variable a la que s'assigna un perfil de formigó de forma 'Rectangular' o en 'T', de la biblioteca de perfils i de les quals s'agafen les característiques geomètriques i mecàniques, dimensions, àrees i inèrcies. L'armat es calcularà d'igual forma i junt amb la resta de bigues, pilars i diagonals de formigó armat de l'estructura. Aquests tipus de bigues de vora o interiors poden pertànyer o no a pòrtics. Les bigues de vora situades a l'interior de murs de soterrani no poden ésser d'aquest tipus.

14.3. Dimensions dels diferents elements

Les dimensions dels diferents elements venen fixades en la Instrucció EHE-08. Concretament, es compleixen les esmentades a continuació:

Nervis (forjats reticulars)

La seva amplada mínima, b, és

$b \geq 7$ cm.

$b \geq d/4$; essent 'd' el cantell del bloc alleugerant

La capa de compressió, t, és

$t \geq 5$ cm.

Si els nervis no disposen de cercols,

$d \leq 80$ cm., essent 'd' el cantell útil del forjat

$a \leq 100$ cm., essent 'a' la distància entre nervis

$a \leq 8$ b, essent 'b' l'ample mínim del nervi

Comprovació a punxonament

Es realitza la comprovació a punxonament indicada per l'article 46 de la Instrucció EHE-08 amb les següents excepcions (la nomenclatura utilitzada és la indicada per la dita Norma):

No es realitza la comprovació a punxonament si al pilar d'estudi escometen bigues de forjat amb cantell superior al màxim cantell dels forjats, lloses o l'àbac existents sobre aquest pilar. En aquest cas, les tensions tangencials en l'àbac es comproven com a tallant.

No es necessària armadura de punxonament si es verifica:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

essent

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 \cdot d}; \quad F_{sd,ef} = \beta \cdot F_{sd}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd} \geq \frac{0,075}{\gamma_{cd}} \sqrt{\xi^3 \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,02; \quad \xi = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$$

És opcional la consideració o no del paràmetre β (que redueix la capacitat resistent a punxonament dels pilars de mitjanera i cantonada).

En cap cas la resistència total a punxonament, Nd supera el valor $f1cd = 0,30 \cdot fcd$.

No es considera la incidència de forats pròxims als suports (opcional, segons EHE-08).

No es consideren els costats del perímetre crític que distin menys de 6d d'una vora, ja sigui exterior o interior.

Quan es necessari col·locar armadura a punxonament, el programa calcula l'armadura de la rama més desfavorable, dimensionant totes les rames per igual amb aquesta armadura.

Es comprova la no necessitat d'armadura de punxonament en un perímetre crític a distància 2·d exterior al armat de punxonament (equival a 4 vegades el cantell útil de la vora del pilar).

14.4. Criteris d'armat

Els criteris considerats a l'armat dels forjats reticulars segueixen les especificacions de la Instrucció EHE-08, tal com s'indica a l'apartat corresponent a bigues d'aquesta Memòria, així com les especificacions particulars exposades a l'article 55º ("Plaques, lloses i forjats bidireccionals") de la mencionada Norma.

No s'utilitzen rodons de diàmetre superior a la dècima part del cantell total del forjat reticular ni de diàmetre superior a 25 mm.

No es te en compte la flexió lateral (flexió en el pla del forjat) en el càlcul de l'armat, encara que sí l'axil (de compressió o tracció) existent.

Es permet, de forma opcional, considerar una redistribució (plastificació) de moments flectors M_z en vans de fins a un 20% del moment negatiu, afectant tant a l'armat dels nervis com dels àbacs. Aquesta redistribució es realitza va a va de cada nervi de forma independent. Per la definició dels 'suports' (i per tant els vans) s'utilitzen els 'pics' dels moments negatius de la hipòtesi de càrrega permanent.

Es realitzarà aquesta redistribució sempre que el moment màxim positiu sigui no menor d'¼ del màxim negatiu ni major del màxim negatiu i existeixin moments negatius en els dos extrems (o propers a zero). No es baixarà la gràfica d'aquell extrem en que existeixi moment positiu.

14.5. Càlcul de l'armat de nervis

S'ha considerat un diagrama paràbola – rectangle de resposta de les seccions, i limitant la profunditat de la fibra neutra en el cas de flexió simple. En el cas de reticulars, l'armat es calcula per nervis. En el cas de lloses, l'armat es calcula en bandes d'amplada fixa a les que denominarem 'nervis' per la seva similitud amb els nervis d'un forjat reticular.

Armadura base longitudinal (lloses de forjat)

A tota la superfície de la llosa de forjat es disposa un armat longitudinal a la cara inferior, essent opcional a la cara superior, i en dues direccions. Estarà constituït per barres o malles electrosoldades d'un mateix diàmetre i separació (encara que poden ser diferents per a cada cara i direcció).

La separació entre rodons ha de ser menor o igual a 25 cm i a dues vegades el cantell de la llosa. Si no existeix armat base superior, aquestes separacions mínimes seran respectades per l'armadura longitudinal superior de reforç.

La quantia geomètrica mínima total a cada direcció (repartint-la com 40% en superior i 60% en inferior si existeix armat base superior i inferior; o com 100% en inferior en el cas d'existir sols armat base inferior) és, expressades en tant per mil d'àrea de la secció de la llosa (art. 42.3.5 d'EHE-08):

- ACER B400S (i B400SD): 2.0 ‰
- ACER B500S (i B500SD): 1.8 ‰

Aquesta armadura base, a més de com armadura de repartiment, es considera en el càlcul dels reforços (tant com armadura de tracció com de compressió).

Armadura longitudinal de reforç de nervis

L'armat longitudinal de nervis es disposa exclusivament en una capa de rodons, respectant-se la limitació de Norma sobre distància entre ells: 1,25 vegades el tamany màxim de l'àrid, 2 cm. per a rodons de diàmetre menor de 20 mm. i un diàmetre per a la resta. No es consideren grups de barres. Un terç de l'armadura inferior màxima de cada nervi es perllonga en tota la seva longitud. Per a aquest armat es considera com a nervi una alineació de nervis entre voreres exteriors o interiors (degudes a forats) del forjat.

Com a armadura de negatius mínima en les vores dels forjats i lloses es col·loca, al menys, un armat constituït per barres de tal forma que la seva separació sigui com a màxim la màxima permesa per normativa (25 cm. o dues vegades el cantell de la llosa, segons EHE-08) i amb una quantia, en cm2/m, d' almenys 0,025·d, essent 'd' el cantell útil de la llosa en centímetres. La longitud d'aquests rodons serà al menys dues vegades el cantell de la llosa. Aquesta armadura no serà necessària si el forjat o llosa disposa d'una armadura base superior. Aquesta armadura podria substituir-se per l'armat transversal de les bigues de vora, encara que el programa no ho realitza de forma automàtica.

En el cas de forjats reticulars, l'armat longitudinal del nervi existent en la secció límit nervi - àbac, es perllonga en tota la longitud de l'àbac.

En el cas de reticulars, es comprova la quantia geomètrica mínima de tracció indicada per la normativa (art. 42.3.5 d'EHE-08), considerant-los a aquests efectes com a bigues de secció rectangular d'amplada l'ample del tallant (bw) i cantell el del forjat.

Armadura transversal

Als forjats reticulars, l'armadura transversal dels nervis és opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS). Si no es desitja aquest tipus d'armat, es tenen que complir les limitacions de dimensions indicades en l'apartat corresponent d'aquesta Memòria.

En el cas de que sigui necessària armadura transversal, es compleixen les separacions mínimes imposades per EHE-08. Dita armadura transversal es realitza mitjançant cercols ortogonals a la directriu del nervi. Les branques laterals prenen la inclinació respecte l'horitzontal 'g' inicial dels paraments laterals del nervi (la inclinació del costat lateral inferior del polígon que defineix la geometria del nervi).

Hom compleix que la contribució de l'armadura transversal a la resistència de l'esforç tallant, Vsu, és:

$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \text{sen}(\theta))$		
amb		
As:	Secció, per unitat de longitud, segons un pla horitzontal, de les armadures transversals que travessen dit pla.	
fyd:	Resistència de càlcul de l'armadura transversal, no més gran que 4.200 kp/cm2.	
d:	Cantell útil.	
θ:	Angle que formen les branques amb la direcció perpendicular al pla del forjat.	

L'amplada eficaç, bw, és:

- L'amplada mínima del nervi si la secció considerada està sol·licitada amb moments positius.
- L'amplada del nervi, a una alçada des de la vora inferior del mateix 'd/4', si la secció està sol·licitada amb moments negatius, essent 'd' el cantell útil de la secció.

14.6. Càlcul de l'armat d'àbacs

Armadura longitudinal d'àbacs

Els àbacs de forjats reticulars, i els àbacs ressaltats de forjats reticulars, lloses massisses i de fonamentació, contenen amb armadura longitudinal en les dues direccions i cares.

Es calcula per separat l'armat longitudinal en les dues direccions.

Per al càlcul de l'armat es considera la secció completa de l'àbac (ample de l'àbac x cantell de l'àbac) tenint en compte el sumatori de sol·licitacions de tota la secció. Es considera la contribució de l'armat longitudinal dels nervis (que com queda dit en 11.4, es perllonga en l'interior dels àbacs). Dit armat, es suplementa, si és necessari, mitjançant reforços disposats en ambdues direccions i tant en la cara superior com en la inferior. Els reforços es disposen equidistants entre sí i en tota la superfície de l'àbac.

Si en l'àbac existeixen bigues, no es consideren els esforços ni l'armat de la biga per el càlcul de l'armat del àbac.

La separació entre rodons ha d'ésser menor o igual a 25 cm. La quantia geomètrica mínima total en cada direcció (superior més inferior) és:

- ACER B400S (i B400SD): 2.0 ‰
- ACER B500S (i B500SD): 1.8 ‰

Quanties expressades en tant per mil d'àrea de la secció de l'àbac. A més, a cada cara (superior i inferior) existeix una quantia mínima d' un terç de l'esmentada. En tot cas, existeix un armat mínim consistent en barres del diàmetre mínim que es fixi i separades 25 cm.

En el cas de què un àbac sigui comú a més d'un forjat reticular (amb direccions de nervis diferents), hom considera un armat en cada cara (superior i inferior) constituït per rodons del mateix diàmetre i a la mateixa separació en dues direccions ortogonals.

L'ancoratge de l'armadura superior es realitza en prolongació recta, i el de l'armadura inferior amb barres doblegades, encara que les barres inferiors que coincideixin amb els nervis poden ancorar-se en prolongació recta.

Armadura transversal d'àbacs

L'armadura transversal d'àbacs (armadura de punxonament) es opcional (Veure LLISTAT D'OPCIONS). Si no es desitja armat de punxonament, s'invaliden els àbacs que la necessitin. L'armadura de punxonament es disposa mitjançant barres longitudinals i cercols verticals en les dues direccions dels nervis. Conformen, a cada direcció, una 'gàbia' d'amplada la del suport i de longitud no major a la del àbac ni menor a 2 d'contat des de la cara del suport. El primer cercol es disposa a una distància de 0,5 d del suport. La resta, es disposen separats una mateixa distància que es menor de 0,75 d (en ambdós casos, 'd' es el cantell útil de l'àbac).

Quan es necessari col·locar armadura a punxonament, el programa calcula l'armadura de la rama més desfavorable, dimensionant totes les rames per igual amb aquesta armadura.

Si existeixen en l'àbac bigues de cantell superior al de l'àbac, no es realitza la comprovació a punxonament de l'àbac. Es considera que el punxonament es transforma en tallant que es assumit per els estreps del o les bigues

14.7. Càlcul de l'armat de bigues de vora o interiors

Tant per les bigues de vora o interiors de 'fitxa predefinida' com per les de 'secció assignada' es consideren dos casos:

- **A.** El cantell de la biga és menor o igual al màxim cantell dels forjats o lloses als que pertany.
- **B.** El cantell de la biga és més gran que el màxim cantell dels forjats o lloses als que pertany.

Si la biga i l'àbac estan en el límit entre una llosa de forjat i un forjat reticular, es suposa, a efectes d'armat, que pertanyen al forjat reticular.

L'armat longitudinal i transversal es calcula per la combinació d'esforços (axils, flexors, tallants i torsors) en les seccions de la biga de forjat en tota la seva longitud, tenint en compte que les bigues de forjat de tipus 'A' pertanyents a lloses de forjat o a

les zones situades en un àbac, els seus eforços seran molt petits, perquè no constitueixen un augment de rigidesa respecte la mateixa llosa o àbac.

Bigues de secció predefinida

L'armat d'una biga està format per una armadura longitudinal i una armadura transversal constants a tota la seva longitud, d'acord amb les opcions de càlcul de forjats (veure LLISTAT D'OPCIONS).

L'armat longitudinal de les bigues de vora interiors (perímetre de forats) es perllonga la longitud d'ancoratge necessària a cada costat, envaint la zona de nervis.

Bigues de vora o interiors amb secció assignada

El programa considera les opcions d'armat existents en al LLISTAT D'OPCIONS. Els materials que es consideren són també els recollits en el LISTAT D'OPCIONS

En el càlcul de l'armadura transversal, el programa considera fins a tres separacions diferents d'estreps. Per la consideració del tallant existent en la zona pròxima als pilars, el programa calcula a cada extrem el tallant existent a una distància igual a 'd' de la cara del pilar inferior. Donat que el programa considera les càrregues sobre els forjats reticulars i de la llosa com càrregues aplicades als nusos, per obtenir aquest valor del tallant es realitza una interpolació lineal entre el tallant existent a sobra del pilar i la mitja aritmètica dels tallants existents a un i altre costat de cada tram de la biga.

14.8. Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONS

14.9. Creixements

És possible definir un creixement (distància entre l'eix de càlcul i el seu centre geomètric) qualsevol per als pilars, bigues de vora i bigues interiors. Dit creixement és considerat en la determinació de la secció crítica a punxonament.

14.10. Grafisme de les sortides gràfiques de resultats

Existeix una escala numerada per a la identificació i replanteig dels nervis, en ambdues direccions.

Un grafisme en forma de claudàtor '[']' que engloba 2 o més nervis indica que dits nervis presenten el mateix armat.

14.11. Limitacions de disseny. Pilars d'acer.

No es contempla la possibilitat de forjats reticulars o lloses de forjat sobre suports metàl·lics. Si s'utilitzen suports metàl·lics l'usuari deurà disposar i calcular els corresponents elements de connexió entre el forjat i el pilar metàl·lic, com per exemple, perfils metàl·lics en u, a cada una de les direccions del forjat.

14.12. Forjats reticulars i lloses sobre murs de soterrani

S'assigna de forma automàtica una condició de suport (articulació) als nusos d'un forjat reticular continguts en un mur de soterrani. Si s'assigna un suport elàstic, tant al desplaçament com al gir (ressort), a la vora del forjat, es considera prioritàriament aquesta condició enfront la primera. D'aquesta forma es modifica la condició de suport per la d'encastament elàstic. Es prendran les disposicions constructives necessàries perquè l'unió entre el forjat i el mur respongui a l'hipòtesi considerada en el càlcul.

15. CÀLCUL DE LLOSES DE FONAMENTACIÓ I DE BIGUES FLOTANTS

Les Lloses de Fonamentació són, des del punt de vista de modelització i de càlcul del seu armat, molt similars a las lloses massisses de forjat. Són d'aplicació, per tant, totes les indicacions recollides en el capítol corresponent d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Les bigues flotants s'armen segons el criteri general d'EHE-08, per la qual cosa és d'aplicació tot el que s'indica en el capítol 'CÀLCUL D'ARMAT' d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Tant les lloses de fonamentació com les bigues flotants poden disposar-se en qualsevol pla horitzontal. En el mateix pla es poden definir varies lloses, tant de forjat com de fonamentació, i forjats unidireccionals o reticulars, però les lloses de fonamentació no poden estar en contacte amb forjats reticulars o lloses de forjat. Tampoc han d'existir elements de l'estructura, bigues, pilars, diagonals o altres tipus de forjat, situats por sota les lloses de fonamentació. Sí és possible, pel contrari, definir lloses de fonamentació a cotes diferents.

Es poden definir murs de soterrani recolzats en lloses de fonamentació, no sent imprescindible que es situïn a la seva vorada. No es permeten, tanmateix, murs de soterrani cimentats en una part a la llosa de fonamentació i en una altra a la sabata, havent de dividir, en aquest cas, el susdit mur en dos.

15.2. Tipologies de lloses de fonamentació i bigues flotants

D'entre els diversos mètodes de càlcul de lloses de fonamentació, Tricalc utilitza el de modelització mitjançant elements finits (igual que a la resta de lloses). Quant a la interacció terreny-estructura, d'entre els diversos mètodes aplicables, s'utilitza el més comunament acceptat de consideració de proporcionalitat entre la tensió aplicada i la deformació produïda. D'aquesta forma, les lloses de fonamentació es modelitzen com un conjunt d'elements finits, amb ressorts situats en els vèrtexs (nodes), i en contacte amb el terreny en tots els seus punts. De forma anàloga, les bigues flotants es modelitzen dividint-les en segments i situant un ressort en els punts de divisió. Aquestes barres i elements finits, juntament amb les de la resta de l'estructura conformen una única matriu de rigidesa que s'utilitza per al càlcul de desplaçaments.

A la constant de proporcionalitat entre tensió i deformació del terreny se la denomina, en general, coeficient o mòdul de balast, també conegut com mòdul de Winkler.

15.3. Coeficient de balast.

El mètode de càlcul utilitzat per Tricalc es basa en l'hipòtesi de que si 's' és la pressió transmesa en un punt pel fonament al sòl, l'assentament 'y' produït està lligat a 's' per la relació

$$y = \frac{\sigma}{K}$$

on 'K' és el mòdul de balast i té dimensions de força per unitat de volum.

La determinació de 'K' es realitza per mètodes experimentals, generalment mitjançant assajos de càrrega amb placa. Tanmateix, la dada obtinguda per a un mateix sòl depèn de nombrosos factors (forma i tamany de la placa, pressió exercida, velocitat i repetitivitat de l'aplicació de la càrrega, etcètera).

Així mateix, ha d'adaptar-se (modificar-se) el valor de 'K' obtingut en un assaig a l'estructura que es desitja calcular. Les expressions que permeten aquesta adaptació son totalment experimentals, i per lo tant, aproximades. Per exemple, en el CTE DB SE-C es proposen les següents:

La conversió del mòdul per placa de 30 cm, k_{sp30} , o placa de 60 cm, k_{sp60} , al coeficient de referència, k_{sB} , (a introduir en el programa) es pot obtenir mitjançant les següents expressions:

- Sabata quadrada de costat B (en metres) i terreny cohesiu:

$$k_{sB} = k_{sp30} \cdot 0,30 / B$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \cdot 0,60 / B$$

- Sabata quadrada de costat B (en metres) i terreny granular:

$$k_{sB} = k_{sp30} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,6}{0,6 + 0,3} \right)^2$$

- Sabata rectangular de costats B i L, amb $L > B$:

$$k_{sBL} = k_{sB} \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L} \right)$$

En el cas de lloses de fonamentació, *b'* no és el costat de la llosa, sinó el tamany de la llosa, al voltant dels pilars, que és eficaç a l'hora de transmetre pressions al terreny. En els casos habituals pot prendre entre $\frac{1}{2}$ i $\frac{1}{4}$ de la distància mitja entre pilars.

A Tricalc s'ha d'introduir el valor final de 'K' a adoptar. Si bé solament s' ha indicat fins ara un mòdul de balast 'vertical', el programa permet introduir un valor de ressort per a cadascun dels 6 graus de llibertat (tres desplaçaments i tres girs).

En el cas de desplaçament horitzontal, el valor introduït representa la resistència a esllavissament de la llosa sobre el terreny.

Els valors de ressort per a girs no solen ser considerats normalment en les lloses de fonamentació, per la qual cosa el seu valor serà habitualment zero. Tanmateix,, en el cas de bigues flotants, pot resultar important fixar un valor en KGX i KGZ per indicar una rigidesa a la 'bolcada' de la biga sobre el seu propi eix longitudinal.

15.4. Càlcul de lloses de fonamentació i bigues flotants.

El càlcul dels esforços i tensions originats es realitza de forma integrada amb la resta de l'estructura en una fase anterior. En l'etapa de càlcul d'esforços es comprova la tensió del treball del terreny en totes les combinacions de càrregues, havent de tenir en compte el següent:

- *Tensions del terreny negatives.* El càlcul realitzat pressuposa que les lloses de fonamentació i les bigues flotants estan recolzades en el terreny al que se li transmet una determinada pressió, degut a la qual es produeix una davallada de les lloses i bigues flotants. S'ha d'evitar l'aparició de punts de les lloses que es separen del terreny, és a dir, que es desplacen cap amunt. (Es produirien tensions negatives en el terreny, la qual cosa no és possible). Mitjançant un càlcul en Zon ordre (opcional) poden eliminar-se aquestes tensions negatives, permetent que el càlcul sigui correcte.
- *Tensions del terreny excessives.* S'ha de comprovar que en cap punt de les lloses de fonamentació i de las bigues flotants es produeixen tensions en el terreny majors de les admissibles.

Càlcul d'armat de bigues flotants.

Les bigues flotants estan formades por barres del mateix tipus que la resta de bigues de l'estructura, i s'armen juntament amb aquelles tal com s' indica en el capítol 'CÀLCUL D' ARMAT'.

Consideracions sobre el càlcul d'armat en lloses de cementació.

Per al càlcul d'armat de les lloses de fonamentació és d'aplicació tot el que s'ha indicat sobre lloses de forjat, amb les següents salvetats:

Redistribució de moments

No es permet la redistribució de moments (plastificació) a lloses de fonamentació.

Punxonamnet

En el cas de que la normativa de formigó seleccionada sigui l'EHE-08 o l'EHE, es permet no considerar, a efectes del càlcul d'esforç de punxonament de càlcul (F_{sd}), la força neta vertical (reacció del terreny menys pes propi de la llosa) situada a una determinada distància de la cara del pilar:

- Mig cantell total ($h/2$), com indiquen els comentaris de l'article 46.3 d'EHE-08 y del 46.2 d'EHE per lloses de forjat, ó
- Dues vegades el cantell útil ($2 \cdot d$), com indiquen aquests mateixos comentaris per sabates.

Armadura Base Longitudinal

En tota la superfície de la llosa de fonamentació es disposa un armat longitudinal en ambdues cares i en ambdues direccions. Estarà constituït per barres o malles electrosoldades d' un mateix diàmetre i separació, tot i que poden ser diferents per a cada cara i direcció.

En l'Art. 58.8.2 de EHE-08, Art. 59.8.2 d' EHE i en l'Art. 58.8.2 d' EH-91 s' indica que la separació ha de ser menor o igual a 30 cm i dues vegades el cantell de la llosa.

15.5. Paràmetres de càlcul de l'armat.

Veure LLISTAT D'OPCIONs.

16. CÀLCUL D'ESCALES I RAMPES

Les Escales i Rampes són, des de el punt de vista de la modelització i el càlcul del seu armat, molt similars a les lloses massisses de forjat. Són d'aplicació, per tant, totes les indicacions recollides en el capítol corresponent d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Per tant, el càlcul dels esforços i tensions originats es realitza de forma integrada amb la resta de l'estructura en una fase anterior.

16.2. Elements d'una escala / rampa

Són els mateixos que els de la llosa massissa de forjat: elements finits, àbacs i bigues, encara que amb les següents particularitats:

- Àbacs
 - No es permeten àbacs ressaltats en una escala / rampa.
 - Si en un mateix plànol existeix un àbac a cavall entre una escala / rampa i un forjat reticular o llosa, és de suposar que l'àbac pertany al reticular o llosa, per tant el seu càlcul (inclòs el punxonament) i l'obtenció dels seus resultats es realitzarà des de l'esmentat reticular o llosa.
- Bigues
 - Les vores laterals i la vora d'unió dels trams inclinats amb els replans es constitueixen amb bigues de vora "fictícies" (no existeixen realment), mentrestant que la resta són bigues de vora reals a les que s'ha d'assignar una secció pel càlcul i obtenció del seu armat.

Escales 'aprofitades'

Es poden definir trams inclinats d'escala (rampes) 'aprofitades', de forma que la llosa de l'esmentat tram no escometi a la part superior del replà, sinó un davanter per sota. Aquesta propietat no te incidència en la modelització i obtenció dels esforços i tensions de l'escala, però sí és tinguda en conte en els seus plans d'armat i vistes en sòlid

16.3. Consideracions sobre el càlcul d'armat de les escales i rampes

Pel càlcul d'armat de les escales i rampes és d'aplicació tot l'indicat sobre lloses de forjat en el capítol corresponent, amb les següents excepcions:

Criteris generals d'armat

El programa utilitza criteris diferents per l'armat de les zones inclinades de les escales (les 'rampes') i per l'armat de les zones horitzontals (els 'replans').

Com criteris generals dels dos casos, es pot afegir:

- No es contempla l'existència d'armadura transversal de tallant, pel que la llosa de formigó ha de, por sí mateixa, resistir el tallant existent. En tot cas, el programa augmenta l'armadura longitudinal si fos necessari per així resistir el tallant existent.
- No es permeten àbacs ressaltats. Els possibles àbacs d'aquestes escales i rampes no tenen armadura longitudinal pròpia. Si podran, si és necessari, posseir armadura de punxonament.
- Pel càlcul de l'àrea de reforç longitudinal s'utilitzen diagrames d'interacció axil – moment a base als dominis de deformació definits a norm i amb el diagrama tensió – deformació de paràbola – rectangle. Així mateix, es te en conte les limitacions d'armat mínim i màxim especificats a norm.

Armat longitudinal de les rampes

La direcció X principal de les rampes d'escala coincideix sempre amb la línia de màxima pendent. Per tant, la direcció Y de les esmentades rampes és sempre horitzontal.

L'armat d'aquestes rampes estarà constituït per una armadura base i, si és necessari, un determinat reforç a la direcció X. No existeixen per tant, reforços a la direcció Y.

L'armadura base estarà constituïda per rodons o malles electrosoldades (d'acord a les opcions fixades). En cas d'utilitzar-se malles electrosoldades, el diàmetre de les dues direccions serà el mateix, i les quanties de les dues direccions tindran la relació

1:1, 1:2 ó 1:4. En cas de barres d'acer, la quantia disposada en una direcció no serà inferior a 1/5 de la necessària a la direcció contrària.

Si són necessaris reforços, només es disposaran en una capa. A més, la seva quantia serà constant en tot l'ample de l'escala. Es designaran pel seu diàmetre i separació. La separació entre rodons de reforços es calcula de forma que siguin un múltiple o un submúltiple sencer de la separació de l'armadura base. La màxima separació permesa és de tres vegades la separació de l'armadura base. La mínima separació permesa és la indicada per la normativa tenint en conte que tant els reforços com l'armadura base de la seva mateixa direcció estan a la mateixa capa.

Per l'obtenció de l'armat en una determinada direcció es procedeix de la següent manera:

- Es calcula, a cada secció en la direcció d'estudi, la quantia necessària d'armat en funció de la envoltent de moments i axils en diversos punts.
- A cada secció perpendicular a la direcció d'estudi, s'obté la quantia d'armat necessari com a mitja quadràtica de les quanties calculades en el pas anterior en els punts estudiats d'aquesta secció.
- Es defineix l'armat base de la rampa. Si a les opcions s'ha fixat directament el seu diàmetre i separació, s'utilitzen aquests valors. Si pel contrari es fixa un percentatge de l'àrea necessària a cobrir, es calcula el diàmetre i separació necessària (en tot cas, a la direcció Y, l'armadura base ha de cobrir la màxima quantia necessària calculada en el pas anterior).
- Si l'armadura base, a la direcció X, no és suficient, es calculen els reforços necessaris.

Aquests procés d'armat simplifica els plànols a obtenir, i a més, 'suavitza' els possibles 'pics' d'àrea d'armat necessària que puguin aparèixer al llarg de la direcció perpendicular als rodons. Per això, els resultats obtinguts poden diferir lleugerament als que s'obtidrien si l'escala es modelitza mitjançant lloses massisses de forjat.

Armat longitudinal dels replans

L'armat dels replans estarà constituït exclusivament per una armadura base, que podrà ser formada per rodons o malles electrosoldades (d'acord a les opcions fixades). Aquesta opció és independent de la fixada a les rampes: l'armadura base de les rampes pot ser amb malles electrosoldades i la dels replans amb barres d'acer. Per exemple.

En cas d'utilitzar-se malles electrosoldades, el diàmetre de les dues direccions serà el mateix, i les quanties de les dues direccions tindran la relació 1:1, 1:2 ó 1:4. En cas de barres d'acer, la quantia disposada en una direcció no serà inferior a 1/5 de la necessària a la direcció contrària.

El procés d'armat és equivalent al ja ressenyat per les rampes, encara que tenint en conte que no es col·loquen reforços addicionals als replans.

Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONS

17. CÀLCUL DE MURS RESISTENTS DE FORMIGÓ

Les armadures dels murs resistents de formigó armat es calculen constants a cada cara de cada mur, i estan formades per unes barres longitudinals en ambdues cares, tant en horitzontal com en vertical. Si és necessari, es disposa també un armat transversal (estreps en forma de ganxos), que uneixen les armadures de ambdues cares. Aquests estreps es disposen sempre a les interseccions del armat horitzontal i vertical, encara que no necessàriament en totes les interseccions.

Per el càlcul del armat de cada mur, es consideren les tensions (esforços) de tots els seus nusos. De les set tensions existents, que produeixen altres tants esforços, se consideren les següents:

Per al càlcul de l'armadura longitudinal horitzontal es consideren els esforços F_x (axil produït per la tensió s_x de tensió plana), T_{xy} (tallant produït per la tensió t_{xy} de tensió plana) i M_y (moment flector produït per la tensió s_x de flexió).

Per al càlcul de l'armadura longitudinal vertical es consideren els esforços F_y (axil produït per la tensió s_y de tensió plana), T_{xy} (tallant produït per la tensió t_{xy} de tensió plana) i M_x (moment flector produït per la tensió s_y de flexió).

Per al càlcul de l'armadura transversal es consideren els esforços T_{xz} (tallant produït per la tensió t_{xz} de flexió) i T_{yz} (tallant produït per la tensió t_{yz} de flexió).

En els esforços de tallant, s'utilitza la teoria habitual de bieles de formigó comprimides i tirants d'acer traccionats, teoria de Ritter-Mörsch. D'aquesta forma, el tallant T_{xy} provoca bieles de formigó paral·leles al pla del mur e inclinades 45° respecte a la horitzontal, estant els tirants constituïts per la pròpia armadura longitudinal (horitzontal i vertical) del mur. El tallant T_{xz} , provoca bieles de formigó horitzontals e inclinades 45° respecte al pla del mur, estant els tirants constituïts per l'armadura longitudinal horitzontal i l'armadura transversal. El tallant T_{yz} , provoca bieles de formigó verticals i inclinades 45° respecte al pla del mur, estant els tirants constituïts per l'armadura longitudinal vertical i l'armadura transversal.

També es realitza la comprovació de fissuració, d'acord amb EHE-08.

Una vegada avaluat l'armat per unitat de longitud de mur, es proposa com armadura del mur el més desfavorable dels armats calculats a cada node.

17.2. Esveltesa i guexament

Per al càlcul de l'armadura longitudinal es considera el guexament produït per els esforços de compressió, tant horitzontal com vertical. Les diferents normatives tenen diferents criteris per avaluar tant la longitud de guexament, com l'esveltesa i els esforços de guexament.

En tot cas, la longitud de guexament d'un mur està en funció, entre d'altres coses, de la seva amplada (longitud horitzontal) i la seva altura. Per avaluar la amplada i altura d'un mur en un determinat punt, *Tricalc* divideix en primer lloc el mur en tantes altures com forjats unidireccionals, reticulars o lloses horitzontals travessi (encara que el forjat no divideixi totalment el mur). Es calcula llavors l'amplada i altura de la part de mur al que pertany el punt considerat. Com cas particular, si el mur no està unit a cap forjat en la seva part superior, es considera com altura del últim tram el doble de la real, per considerar la falta de arriostament en la part superior del mur.

El programa avalua la longitud de guexament de forma independent per les dues direccions (horitzontal i vertical) de càlcul. A cadascuna d'elles, es opcional considerar o no el guexament i considerar la estructura com traslacional, intraslacional o amb el factor de longitud de guexament fixat.

Es defineix, per el guexament vertical, l_v com l'altura del mur i s_v com la seva amplada; i per el guexament horitzontal l_h com l'amplada del mur i s_h com la altura.

Es defineix una excentricitat accidental, a afegir a totes les combinacions de flexocompressió de valor $e = \max(t/20, 2 \text{ cm})$ essent t el gruix del mur.

La longitud de guexament, l_o , ve donada per la expressió $l_o = b \cdot l$.

Si la estructura és intraslacional, el factor b té un valor comprés entre 0,5 i 1,0, en funció de la relació l/s . Si la estructura és traslacional, el factor b té un valor comprés entre 1,0 i 2,0, en funció de la mencionada relació l/s . La taula següent resumeix els valors del coeficient b , tenint en compte que els valors intermitjos s'interpolen linealment.

l/s	Traslacional	intraslacional
≤ 1	1,0	0,5
2	1,6	0,8
≥ 4	2,0	1,0

La esveltesa d'un mur (horitzontal o vertical) ve donada per la expressió $l = l_o/t$. La norma espanyola no dona cap tipus de limitació al valor de la esveltesa.

La esveltesa fictícia (de segon ordre) d'un mur ve donada per la expressió

$$e_a = 15/E_c \cdot (t + e_1) \cdot l^2$$

on E_c és el mòdul instantani de deformació del formigó, en MPa, i e_1 és la excentricitat determinant, del qual el seu valor és:

- En guexament horitzontal, es la excentricitat de primer ordre en el punt d'estudi.
- En guexament vertical i estructura traslacional, es la màxima excentricitat de primer ordre entre la part inferior i la superior del tros de mur considerat.
- En guexament vertical i estructura intraslacional, es la màxima excentricitat de primer ordre en el terç central de la vertical del mur que passa per el punt d'estudi.

La excentricitat total a considerar, ve donada per la suma de la excentricitat de primer ordre, més la excentricitat accidental, més la excentricitat fictícia.

17.3. Limitacions constructives

La Instrucció EHE-08 no te cap reglamentació específica de murs resistents de formigó armat, per la qual cosa s'utilitzen les prescripcions generals que siguin aplicables, així com criteris habituals en aquest tipus d'elements

La separació màxima entre rodons es de 30 cm, encara que no pot ser més gran de 5 vegades el gruix del mur.

Si la quantia geomètrica de l'armadura horitzontal o vertical supera el 2%, es col·loca armadura transversal encara que no sigui necessària per càlcul.

La quantia mecànica de l'armadura horitzontal o vertical no pot superar la del formigó. La quantia geomètrica ha de ser, al menys, la indicada en el article 42.3.5 d'EHE-08 per a murs (prenent com a gruix del mur no més de 50 cm)::

	Tipus d'acer	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
Armadura horitzontal	4,0 ‰	3,2 ‰
Armadura vertical	1,2 ‰	0,9 ‰

La separació màxima de l'armadura transversal es de 50 cm. Si el diàmetre màxim longitudinal es més gran de 12mm, la separació màxima de l'armadura transversal no podrà superar 15 vegades el diàmetre mínim de l'armadura longitudinal.

17.4. Ancoratges i reforços de vora

A les vores laterals dels murs resistents de formigó, que posseeixin altres murs adjacents en el seu mateix pla, l'armat longitudinal horitzontal s'ancorarà per prolongació recta una longitud d'ancoratge en posició de bona adherència. A la vora superior, si existeix un altre mur adjacent, l'armat longitudinal vertical s'ancorarà per prolongació recta el doble de la longitud d'ancoratge en posició de bona adherència. Això es deu a que cap a baix mai s'ancora l'armat longitudinal vertical, donat que no pot travessar la junta de formigonat.

En totes les vores d'un mur resistent (incloses les vores que pertanyen als forats), que no es pugui ancorar l'armadura longitudinal en un mur adjacent, es tenen que disposar a les vores reforços en forma d' 'U' que ancorin els rodons d'ambdues cares del mur. La seva quantia serà la màxima entre les quanties d'ambdues cares (en la direcció considerada), i el seu diàmetre serà el més gran dels diàmetres dels rodons ancorats. La longitud dels costats de la 'U' es la longitud bàsica d'ancoratge en prolongació recta i en posició de bona adherència.

18. CÀLCUL I COMPROVACIÓ DE MURS RESISTENTS DE FÀBRICA

18.2. Àmbit d'aplicació

El programa *Tricalc* realitza la comprovació dels murs resistents de maó, blocs de formigó, Termoargila® i mamposteria de pedra existents a l'estructura segons el CTE DB SE-F "*Codi Tècnic de l'Edificació, Document Bàsic, Seguretat Estructural, Estructures de Fàbrica*", publicat en 2006 (actualitzat per darrera vegada l'abril del 2009) i que és una transcripció quasi literal de l'Eurocodi 6. En endavant, es referirà a aquest document per "*CTE SE-F*".

Des de el punt de vista de la funció estructural, aquests murs transmeten les càrregues gravitatòries a la fonamentació i proporcionen rigidesa a l'edifici front a les càrregues horitzontals (vent i sisme fundamentalment), especialment en el seu propi pla.

Queden fora de l'àmbit d'aplicació els murs caputxins (murs compostats per dos murs d'una fulla paral·lels enllaçats per claus), i els murs doblats (murs compost per dues fulles paral·leles del mateix o diferent material amb una junta continua disposada entre elles a l'interior del mur). Els murs de tancament al revestir exteriorment l'estructura no contribuint a la seva resistència, no han d'introduir-se en el model, igual que els envans.

Els murs de maó, blocs de formigó o Termoargila poden contar amb l'armadura horitzontal prefabricada en els seus junts horitzontals (armadures de junt horitzontal). Els murs de blocs buits de formigó i de Termoargila també poden tenir armadura vertical (prefabricada o no en el primer cas, només prefabricada al segon). Les esmentades armadures contribueixen a la resistència a flexió d'aquests murs.

Els murs de pedra (granit o gres) estaran formats per peces sensiblement paralelipèdiques, assentades amb morter en filades sensiblement horitzontals.

Si es desitja realitzar el càlcul segons NBE FL-90 s'ha de seleccionar el conjunt de "Normatives Espanya (EH-91, EA-95, EF-96 i NBEs)".

18.3. Propietats de murs de fàbrica

Les propietats mecàniques dels murs de fàbrica són inicialment calculades pel programa d'acord amb l'especificat per CTE SE-F, si be són modificables per l'usuari. En el llistat d'*Informe Murs de Peces* s'indiquen les característiques assignades a cada mur de l'estructura.

Pel càlcul de les característiques del mur, s'utilitzen les següents dades de partida:

<i>Categoria de les peces</i>	<i>Es poden definir la</i> Categoria en funció del seu control de fabricació: I ó II. (Els productes amb segell AENOR es consideren de categoria I).
$f_{b,v}; f_{b,h}$	Resistència característica de les peces a compressió vertical (perpendicular a les juntes horitzontals) i horitzontal (paral·lel als junts horitzontals). El segell AENOR exigeix una determinada resistència mínima per cada tipus de peça, per exemple.
<i>Tipus de morter</i>	El tipus de morter pot ser <i>Ordinari</i> , <i>Fi</i> (per juntes d'entre 1 i 3 mm), <i>Lleuger</i> de densitat entre 700 i 1500 Kg/m³ o <i>Molt lleuger</i> de densitat entre 600 i 700 Kg/m³. El morter fi no acostuma a utilitzar-se en aquests tipus de murs.
<i>Designació del morter</i>	El morter es designa amb la lletra <i>M</i> seguida de la seva resistència característica a compressió, f_m , en MPa. La sèrie utilitzada pel programa és M1; M2; M3; M4; M5; M7,5; M10; M12,5; M15; M17,5 i M20. (La nomenclatura tradicional a Espanya definia la resistència en Kgf/cm² en lloc de en MPa. Així, l'antic M20 equival, aproximadament, al actual M2).
<i>Llagues plenes o a os</i>	Es pot indicar si les juntes verticals (llagues) seran plenes amb morter (llagues plenes) o no (llagues a os). Els murs de Termoargila, per exemple, no tenen morter a les llagues.

Amb aquestes dades, el programa calcula els valors de defecte de les següents magnituds, d'acord amb l'establert a CTE SE-F:

Resistència a compressió de la fàbrica

La resistència característica a compressió vertical i horitzontal de la fàbrica ($f_{k,v}$; $f_{k,h}$) s'obté amb les següents expressions (MPa i mm):

Per morter ordinari, prenent f_m no major de 20 MPa ni major de $0,75 \cdot f_b$ (epígraf C (1) del CTE SE-F):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$$

essent

K = 0,60	per peces del grup 1 (massisses);
K = 0,55	per peces del grup 2a (perforades);
K = 0,50	per peces del grup 2b (alleugerades) i per blocs de Termoargila;
K = 0,40	per peces del grup 3 (buides).

Per morter fi, vàlid per f_m no menor de 5 MPa, prenent f_b no major de 5 MPa i f_m no major de 20 MPa ni major de $0,75 \cdot f_b$ (epígraf C (2) del CTE SE-F):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$$

essent

K = 0,70	per peces del grup 1 (massisses);
K = 0,60	per peces del grup 2a (perforades);
K = 0,50	per peces del grup 2b (alleugerades) i per blocs de Termoargila;

Per morter lleuger, prenent f_b no major de 15 MPa (epígraf C (3) de CTE SE-F):

$$f_k = 0,70 \cdot f_b^{0,65}$$

Per morter molt lleuger, prenent f_b no major de 15 MPa (epígraf C (3) de CTE SE-F):

$$f_k = 0,55 \cdot f_b^{0,65}$$

Resistència a tallant de la fàbrica

La resistència característica a tallant de la fàbrica (f_{vk}) s'obté amb les expressions 4.1, 4.2 i 4.3 del CTE SE-F. Depèn, entre altres coses, de la tensió de compressió existent, pel que no es pot donar un valor "a priori" d'un determinat mur. Aquesta resistència no podrà superar, en cap cas, un determinat valor màxim ($f_{vk,m\acute{a}x}$). També es pot especificar la resistència a tall pur, f_{vko} (resistència a tallant amb tensió de compressió nula).

Els dos valors ($f_{vk,m\acute{a}x}$ i f_{vko}), es calculen d'acord amb la següent taula (extret de la taula 4.5 del CTE SE-F):

Peces	Resistència del	f_{vko}	$f_{vk,m\acute{a}x}$
-------	-----------------	-----------	----------------------

	Mortor (MPa)	(MPa)	(MPa)
Peces del grup 1 (massisses)	10 a 20	0,30	1,7
	2,5 a 9	0,20	1,5
	1 a 2	0,10	1,2
Peces del grup 2a (perforades)	10 a 20	0,30	1,4
	2,5 a 9	0,20	1,2
	1 a 2	0,10	1,0
Peces del grup 2b (alleugerades)	10 a 20	0,20	1,4
	2,5 a 9	0,15	1,2
	1 a 2	0,10	1,0
Peces del grup 3 (buides)	10 a 20	0,30	---
	2,5 a 9	0,20	---
	1 a 2	0,10	---

A més, $f_{vk,m\grave{a}x}$ no serà major de $f_{k,v}$ ni de $f_{k,h}$. En cas de morter lleuger o molt lleuger, els valors de $f_{vk,m\grave{a}x}$ i f_{vko} s'obtenen de la taula anterior considerant que $f_m = 5$ MPa.

En el cas de fàbriques amb llagues a os, el valor de $f_{vk,m\grave{a}x}$ de la taula es multiplica per 0,70.

Resistència a flexió de la fàbrica

La resistència característica a flexió en l'eix X del mur, f_{xk1} (és a dir, la corresponent al moment M_x , amb plànol de trencament paral·lel a les llences) i la resistència característica a flexió en l'eix I del mur, f_{xk2} (corresponent al moment M_y , amb plano de trencament perpendicular a les llences) venen especificats en la taula 4.6 del CTE SE-F:

Tipus de peça	Morters ordinaris				Morters de junta prima		Morters lleugers	
	$f_m < 5$ MPa	$f_m \geq 5$ MPa						
	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}
Ceràmica	0,10	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	0,10	0,10
Sílico-calcari	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	---	---
Formigó ordinari	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	---	---
Pedra natural	0,05	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	---	---

Mòdul d'elasticitat longitudinal (Young) i coeficient de Poisson

Per defecte, i d'acord amb EC-6 I CTE SE-F, el mòdul de Young es pren com $1000 \cdot f_{k,v}$. El coeficient de Poisson per defecte per murs de fàbrica és 0,25.

18.4. Materials

El formigó de farciment a utilitzar en la fàbrica (per exemple en llindars de murs de bloc de formigó i de Termoargila) s'especifica d'acord a la normativa de formigó (EHE-08). També és possible, utilitzar la denominació de EC-2 "Cx/y", on "x" és la resistència característica a compressió en proveta prismàtica i "y" aquella resistència en proveta cilíndrica.

La resistència característica a tallant del formigó, f_{cvk} , es pren de la taula 4.2 del CTE SE-F, encara que, d'acord amb EHE-08, f_{ck} no serà inferior a 20 MPa:

Classe de formigó	C20/25	$\geq$ C25/30
f_{ck} (MPa)	20	25
f_{cvk} (MPa)	0,39	0,45

L'acer d'armar per les armadures dels dintells, s'especifica d'acord amb la normativa de formigó EHE-08. Les armadures de juntes horitzontals i armadures verticals, per altre banda, responen a les possibilitats de CTE SE-F; és a dir, formades per barres o pletines llises o corrugades i amb els següents tipus d'acer o proteccions davant la corrosió:

- Acer al carboni (és a dir, sense protecció).
- Acer inoxidable.

- Acer galvanitzat.
- Acer amb recobriment epoxi.

L'acer laminat dels dintells metàl·lics (per murs que no siguin de Termoargila), s'especifica d'acord amb la normativa d'acer seleccionada (CTE SE-A).

Coefficients parcials de seguretat dels materials

El coeficient parcial de seguretat de la fàbrica i de càlcul de les longituds d'ancoratge, γ_M , pot especificar-se per l'usuari o bé calcular-se d'acord a la taula 2.3 de EC-6 o la taula 4.8 de CTE SE-F:

γ_M		Categoria d'execució de la fàbrica		
		A	B	C
Categoria de fabricació de les peces	I	1,7	2,2	2,7
	II	2,0	2,5	3,0
γ_M per anclatge		1,7	2,2	---

On la categoria d'execució 4 requereix un control intens de l'obra, i la categoria de fabricació I requereix un control intens a la fabricació de les peces (per exemple, les peces amb segell de qualitat AENOR). En el llistat d'*Informe Murs de Peces* s'indiquen els coeficients parcials de seguretat emprats a cada mur.

18.5. Càlcul de la fàbrica no armada

Compressió vertical i guerxament

La comprovació d'un mur de fàbrica no armada a compressió vertical amb guerxament consisteix a verificar que l'axial de compressió sol·licitant de càlcul (N_{sd}) és no major del resistent (N_{Rd}). En aquest últim es contemplen implícitament les excentricitats (de primer ordre, accidental i inclòs de guerxament) segons la expressió 5.6 del CTE SE-F:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

on

Φ és el factor reductor per efecte de l'esveltesa i l'excentricitat de càrrega, que es calcula de forma diferent a la base o coronació del mur (Φ_i) que en el punt central de la seva alçada (Φ_m).

t és l'espessor del mur

Factor reductor per esveltesa i excentricitat

El factor reductor per esveltesa i excentricitat a la base i la coronació del mur s'obtenen d'acord amb les expressions 5.7 a 5.9 del CTE SE-F:

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot e_i / t$$

$$e_i = |M_i / N_i| + e_a \geq e_{\min}$$

essent

$|M_i / N_i|$ l'excentricitat elàstica de primer ordre: valor absolut del moment de càlcul existent a la base o cim del mur dividit per l'axial de compressió corresponent. Aquests moment, resultat del càlcul d'esforços de l'estructura, ja inclou els efectes de les càrregues horitzontals (vent, sisme i impuls del terreny, fonamentalment) així com els que provenen de l'excentricitat i encastament de la càrrega dels forjats suportats en el mur.

e_a és l'excentricitat accidental, d'acord amb la taula:

Categoria d'execució		e _a
A		h _{ef} / 500
B		h _{ef} / 450
C	tram entre forjats	20 mm
	tram lliure per dalt	50 mm

$e_{\min}$ és la mínima excentricitat a contemplar, de valor el màxim entre el que està especificat en CTE SE-F (0,05·t) i l'excentricitat mínima fixada per l'usuari a cada mur (que apareixen reflectides en el llistat de "Informe Murs de Peces").

El factor reductor per esveltesa i excentricitat en el quint central del mur s'obté d'acord amb l'annex D del CTE SE-F:

$$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}}$$
$$A_1 = 1 - 2 \cdot \frac{e_{mk}}{t}$$
$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}}$$
$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_{k,v}}{E}}$$
$$e_{mk} = e_m = \left| \frac{M_m}{N_m} \right| + e_a \geq e_{\min}$$

essent

$ M_m / N_m $	l'excentricitat elàstica de primer ordre en el punt central del mur: valor absolut del moment de càlcul existent en aquella part del mur dividit per l'axial de compressió corresponent. Aquest moment, resultat del càlcul d'esforços de l'estructura, ja inclou els efectes de les càrregues horitzontals (vent, sisme i impulsos del terreny, fonamentalment) així com els que provenen de l'excentricitat i encastament de la càrrega dels forjats suportats en el mur.
e_a	és l'excentricitat accidental (veure el cas de base i cim del mur).
$e_{\min}$	és la mínima excentricitat a contemplar, de valor el màxim entre l'especificat a CTE SE-F (0,05·t) i l'excentricitat mínima fixada per l'usuari a cada mur (que apareix reflectida en el llistat d' <i>Informe Murs de Peces</i>).

Excentricitat de càrrega de forjats

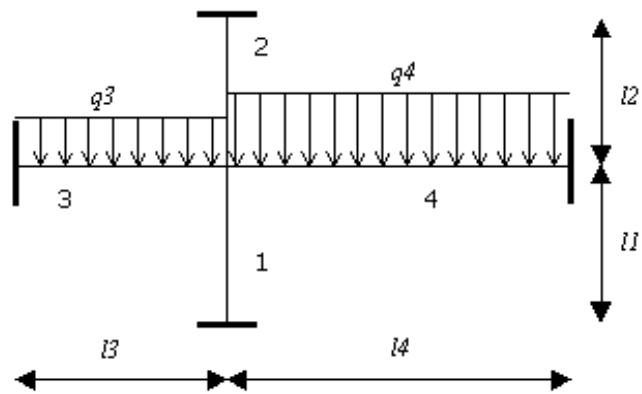
A les vores dels forjats unidireccionals es poden definir, de forma opcional, una determinada entrega en els murs resistents (que no siguin de formigó armat). El programa assumeix que el suport "*teòric*" del forjat es produeix a ¼ de la longitud d'entrega fixada, provocant un moment d'excentricitat producte de la càrrega transmesa pel forjat i la distància entre el punt de suport i el pla mitja del mur. Aquests moment apareix com a càrrega de moment en barra al cercol de vora del forjat situat sobre el mur.

Aquesta excentricitat ha de considerar-se en els forjats suportats a la coronació del mur (on existeix un suport real del forjat sobre la fàbrica). També pot fer servir en forjats suportats a alçades intermitjes dels murs quan el detall constructiu no garanteixi que tota la secció del mur superior treballi (per exemple mitjançant un angular unit al front per que la fàbrica del mur superior suporti completament en el forjat).

Empotrament mur – forjats

El programa calcula de forma opcional els moments d'encastament de les biguetes dels forjats unidireccionals a les trobades amb els murs resistents (siguin de Termoargila o no).

Pel seu càlcul, s'utilitza l'expressió 5.1 del CTE SE-F, basada en un repartiment a una volta pel mètode de Cross:

$$M_i = \frac{\frac{4 \cdot E_i \cdot I_i}{l_i}}{\sum_{j=1}^4 \frac{4 \cdot E_j \cdot I_j}{l_j}} \left[\frac{q_3 \cdot l_3^2}{12} - \frac{q_4 \cdot l_4^2}{12} \right], \quad \forall i = 1, 2$$


Si alguna de las barres indicades a la figura no existeix, no es considera a l'expressió anterior. La suma dels moments M_1 i M_2 apareix com a càrrega de moment en barra a la biga o cercol de vora del forjat situat sobre el mur.

Aquests moments no incideixen en el càlcul i armat dels forjats unidireccionals, que es calculen amb la seva normativa específica (EFHE, per exemple).

A les fitxes de forjats unidireccionals es pot definir una rigidesa total EI que és la utilitzada a la expressió anterior. Si no està definida, el programa l'obté com la rigidesa bruta del forjat calculada a partir de les seves dimensions i materials.

Pel càlcul de la rigidesa del mur, el valor del mòdul de Young (E) es multiplica pel factor de rigidesa a flexió definit en el mur.

Donat que en el moment de calcular aquests moments no es coneix el nivell de tensions de compressió als que estan sotmesos els murs, no és possible aplicar les reduccions d'aquests moments contemplades en els paràgrafs (4) i (8) del apartat 5.2.1 del CTE SE-F. En tot cas, és possible (i recomanable) no utilitzar aquests moment d'encastament en els forjats suportats a la coronació del mur.

També, si es desitja disminuir aquests moments d'encastament, es pot

- Augmentar la rigidesa del forjat (augmentar el seu cantell, per exemple)
- Disminuir la rigidesa a flexió dels murs, reduint el seu *factor de rigidesa a flexió*. Reduint aquests factor també es pot simular la reducció del moment contemplada en el paràgraf (4) del CTE SE-F abans esmentat.

Excentricitat deguda al creixement dels murs

Si, degut al creixement dels murs i al seu diferent gruix, es produeix un canvi de posició del plànol mig d'un mur amb respecte al del mur superior, les tensions verticals del mur superior produiran un augment (o disminució) dels moments existents en el mur inferior. Aquest efecte no es tingut en consideració pel programa a la fase de càlcul d'esforços (els murs es calculen sempre respecte del seu plànol de definició), però sí, de forma opcional, a la fase de càlcul / comprovació del mur. En el llistat de l'*"Informe Murs de Peces"* s'especifica, per cada mur, l'excentricitat produïda (distància entre els plànols mitjos del mur inferior i superior) així com el màxim i mínim moment flector (per metre d'amplada de mur) de variació que es produeix en el mur inferior.

Alçada, espessor efectiu i esveltesa d'un mur

L'alçada de càlcul o efectiva d'un mur, h_d , és una fracció de la seva alçada total. En una primera fase, cada mur es divideix en diverses alçades pels forjats unidireccionals, reticulars i lloses horitzontals que travessen (sempre i quan estigui activada l'opció de càlcul d'esforços de "*Considerar indeformables en el seu plànol els forjats i lloses horitzontals*").

L'alçada de càlcul de cada un d'aquests trams es calcula en funció de les opcions d'inestabilitat / guexament fixades a les opcions de càlcul:

- Si no es considera guexament, s'entén que l'alçada de càlcul del mur és zero.
- Si es fixa el factor de longitud de guexament ("*alfa*"), l'alçada de càlcul és igual a l'alçada del tram multiplicada per l'esmentat factor.

- Si s'indica que el guerdament s'ha de comprovar com a intraslacional o traslacional, l'alçada de càlcul es calcula conforme a l'especificat en el CTE DB SE-F (que no distingeixi entre estructures traslacionals i intraslacionals).

L'expressió general pel càlcul de l'alçada de càlcul definit en CTE SE-F és

$$h_d = \rho_n$$

on n és el número de costats del mur que es consideren arriostrats (entre 2 i 4). A cada mur és possible indicar si les vores laterals estan o no arriostrades.

Per murs arriostrats només a la base i coronació per forjats o lloses es considera

- $\rho_2 = 1,00$ si l'excentricitat de la càrrega a la coronació del mur és major de 0,25·t
- $\rho_2 = 0,75$ a la resta de casos

Per murs arriostrats a la base, la coronació i un costat lateral (L és la longitud horitzontal del mur):

- Si $L \geq 15 \cdot t$, com en el cas anterior
- Si $L < 15 \cdot t$ y $h \leq 3,5 \cdot L$

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot L}\right)^2} \cdot \rho_2$$

- Si $L < 15 \cdot t$ y $h > 3,5 \cdot L$

$$\rho_3 = \frac{1,5 \cdot L}{h}$$

Per murs arriostrats en els quatre costats:

- Si $L \geq 30 \cdot t$, com arriostrat només a la base i la coronació
- Si $L < 30 \cdot t$ i $h \leq 1,15 \cdot L$

$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{L}\right)^2} \cdot \rho_2$$

- Si $L < 30 \cdot t$ y $h > 1,15 \cdot L$

$$\rho_4 = \frac{0,5 \cdot L}{h}$$

El gruix efectiu del mur, t_{ef} , es pren igual al seu gruix nominal.

L'esveltesa d'un mur, h_d / t_{ef} , no serà major de 27. Si ho és, al mur se li assignarà un error d'esveltesa excessiva.

La longitud, alçada, alçada efectiva i esveltesa màxima de cada mur apareixen reflectides en el llistat d'Informe Murs de Peces.

18.6. Axial més flexió

Quan la compressió no es vertical, s'ha de comprovar:

$$e = |M_{Sd} / N_{Sd}| < 0,5 \cdot t$$

$$|N_{Sd}| \leq N_{Rd} = (1 - 2 \cdot e/t) \cdot t \cdot f_k / \gamma_M$$

Quan l'axial és nul o de tracció; o be l'anterior comprovació falla, s'utilitzen les expressions (6.14) i (6.15) de EC-6 generalitzades:

$$\frac{|M_{Sd}|}{Z} - \frac{N_{Sd}}{A} \leq \frac{f_k}{\gamma_M}$$
$$\frac{|M_{Sd}|}{Z} + \frac{N_{Sd}}{A} \leq \frac{f_{tk}}{\gamma_M}$$

on

M_{Sd} és el moment sol·licitant de càlcul per unitat d'amplada de mur

N_{Sd} és l'axial sol·licitant de càlcul, considerant-lo positiu si és de tracció

Z és el mòdul resistent de la fàbrica: $Z = t^2 / 6$ (per unitat d'amplada de mur)

A és l'àrea de la secció: $A = t$ (per unitat d'amplada de mur)

f_k és la resistència característica a compressió de la fàbrica a la direcció considerada.

f_{tk} és la resistència característica a tracció de la fàbrica a la direcció considerada. Si l'excentricitat de l'axial supera 0,4·t, es pren $f_{tk} = f_{xk1}$ ó f_{xk2} , el que correspongui. Si l'excentricitat és menor, es pren f_{tx} com el menor entre 0,1· f_k i f_{vko} .

18.7. Tallant

La comprovació a tallant és la basada en les expressions (6.12) i (6.13) de EC-6:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd} = f_{vk} \cdot A / \gamma_M$$

Per avaluar V_{Sd} es tenen en conte dues direccions del tallant: una horitzontal formada pel tallant de tensió plana (provocat per les tensions τ_{xy}) i el tallant de flexió vertical; altre vertical formada pel tallant de tensió plana i el tallant de flexió horitzontal.

- Per avaluar la tensió resistent a contacte, f_{vk} , s'utilitza l'expressió (4.1) del CTE SE-F, és a dir, la menor entre:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot f_b$$

$$f_{vk} = f_{vk,m\acute{a}x}$$

- En el cas de murs amb juntes verticals sense morter (llagues a os), per avaluar la tensió resistent a tallant, f_{vk} , s'utilitza l'expressió (4.2) del CTE SE-F, és a dir, la menor entre:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \cdot \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,045 \cdot f_b$$

$$f_{vk} = 0,7 \cdot f_{vk,m\acute{a}x}$$

18.8. Reforç per integritat estructural

Els murs de blocs buits de formigó, encara que es calculin com a fàbrica no armada, s'ha de contar amb l'armadura vertical que garanteixi la integritat estructural del mur. Aquesta armadura es disposarà, al menys, en els extrems i interseccions de murs i cada no més de 4 metres.

18.9. Càlcul de la fàbrica armada

Es consideren els dominis de deformació definits en CTE SE-F (similar als d'EHE-08): un diagrama de tensions rectangular amb profunditat del cap de compressió 0,8·x i tensió de compressió f_k/γ_M ó f_{ck}/γ_M . Quan una zona comprimida inclogui part de la fàbrica i part de formigó o morter, com a resistència de càlcul a compressió s'agafarà la del material menys resistent.

Els murs resistents de Termoargila, podran contar, si és necessari i així es defineix a les opcions, amb armadures a les juntes horitzontals i/o armadures verticals allotjades en forats deixats a tal efecte per peces especials de la fàbrica.

Els murs resistents de blocs de formigó podran contar, si és necessari i així es defineixen a les opcions, amb armadures en les juntes horitzontals i/o si els blocs són buits, armadures verticals allotjades en els alvèols de les peces.

Els murs resistents de maó, podran contar, si és necessari i així es defineix a les opcions, amb armadures a les juntes horitzontals.

Les armadures prefabricades a disposar s'agafen de la base de dades d'armadures prefabricades per murs de fàbrica. Aquestes armadures estan formades per dos cordons (d'un o dos rodons o pletines) i una armadura transversal en zig-zag que els uneix. Cada armadura posseeix una determinada qualitat d'acer (límit elàstic), una adherència (corrugat o no) i una determinada protecció (al carboni, inoxidable, galvanitzat o epoxi). El programa escollirà d'entre les armadures actives que posseeixin la qualitat i protecció especificades a les opcions i que a més compleixin els requisits de recobriments exigits a la normativa.

Si bé l'apartat 7.5.1 del CTE SE-F indiquen que el diàmetre mínim a utilitzar serà de 6 mm, el programa permet utilitzar armadures amb cordons de 5 mm com a mínim i diagonals de 4 mm com a mínim.

Nota: L'actual redacció del CTE DB SE-F, d'abril del 2009, permet que les armadures longitudinals de junt horitzontal tinguin un diàmetre mínim de 5 mm, i les diagonals en gelosia d'armadures prefabricades electrosoldades, un diàmetre de 4 ó 4,5 mm.

Els murs resistents armats es consideren homogenis, és a dir, es calcula una resistència mitja proporcionada per l’armadura que es suposa constant a tota la superfície del mur. Per que aquesta hipòtesi sigui vàlida, el programa limita la distància màxima entre armadures exigides per CTE SE-F.

Armadures de juntes horitzontals

D’acord amb CTE SE-F, el recobriment mínim vertical d’aquesta armadura és de 2 mm. Això implica, que per llagues d’1 cm, el màxim diàmetre a utilitzar serà de 6 mm. El recobriment lateral de morter serà no menor de 15 mm, i l’amplada màxima d’aquesta armadura serà el gruix del mur menys 30 mm.

La separació màxima entre armadures de juntes horitzontals és de 600 mm, d’acord amb l’apartat 7.5.1 de CTE SE-F. La separació mínima és una filada.

La quantia mínima de l’armadura longitudinal és d’un 0,3‰ de la secció del mur, d’acord amb l’apartat 7.5.1 de CTE SE-F.

Armadures verticals

Murs de Termoargila

Els recobriments a considerar a les armadures verticals són els mateixos que a les armadures de juntes horitzontals, d’acord amb la interpretació de EC-6 propugnada pel Consorci Termoargila i l’ITeC (Institut Tecnològic de la Construcció de Catalunya, que és el ponent del CTE SE-F). Com els forats on s’allotgen aquests tipus d’armadura tenen entre 30 i 40 mm d’espessor, l’armadura vertical habitual està formada per cordons dobles d’entre 5 i 6 mm de diàmetre.

La separació màxima entre armadures verticals és de 4 metres, d’acord amb l’apartat 8.4 (3) de EC-6. La separació mínima s’estableix en el doble de la longitud de la peça base utilitzada (és a dir, en 600 mm amb les dimensions habituals dels blocs de Termoargila).

L’amplada efectiva de cada armadura vertical serà la distància entre armadures verticals, però no major de tres vegades el gruix del mur. La quantia longitudinal serà no major del 4% de la secció eficaç (apartat 7.5.4 de CTE SE-F) ni menor del 0,1% de l’esmentada secció (apartat 7.5.1 de CTE SE-F). La secció eficaç s’estableix com l’ample eficaç pel cantell útil de la secció. Per complir la comprovació de $A_s \geq 0,001 \cdot A_{ef}$, es redueix l’amplada eficaç a considerar si és necessari.

Quan un mur només tingui armadura vertical, s’haurà de disposar algun tipus d’ancoratge o clau a les juntes horitzontals que travessen per així garantir la trava del mur.

Nota: La disposició d’armadures verticals en murs de Termoarçilla precisa de peces especials no sempre disponibles.

Murs de Blocs buits de formigó

El recobriment a considerar a les armadures verticals (prefabricades o no) és de 20 mm (apartat 3.3 del CTE SE-F). L’armadura vertical prefabricada habitual està formada per cordons dobles de entre 5 i 6 mm de diàmetre. L’armadura no prefabricada està formada per entre 1 i 4 rodons.

La separació màxima entre armadures verticals és de 4 metres, d’acord amb l’apartat 8.4 (3) de EC-6. La separació mínima s’estableix a la distància entre alvèols (és a dir, en 200 mm amb dimensions habituals dels blocs amb les dimensions habituals dels blocs buits de formigó).

L’amplada efectiva de cada armadura vertical serà la distància entre armadures verticals, però no major de tres vegades el gruix del mur. La quantia longitudinal serà no major del 4% de la secció eficaç (apartat 7.5.4 de CTE SE-F) ni menor del 0,1% de l’esmentada secció (apartat 7.5.1 de CTE SE-F). La secció eficaç s’estableix amb l’amplada eficaç pel cantell útil de la secció. Per complir la comprovació de $A_s \geq 0,001 \cdot A_{ef}$, es redueix l’amplada eficaç a considerar si és necessari.

Resistència a les sol·licitacions normals

Per la comprovació de la resistència a sol·licitacions normals (axial més moment) d’una determinada armadura situada a una determinada distància, el programa construeix una corba tancada d’interacció axial – moment de la secció en l’esgotament, seguint els dominis de deformació establerts en CTE SE-F.

Si la parella de sol·licitacions actuant (N_{Sd} y M_{Sd}) es situa dintre d’aquesta corba, la secció és correcta. El grau de sol·licitació de la secció es mesura per la distància a la corba d’esgotament.

El moment de sol·licitació, M_{Sd}, en el cas de compressions verticals, vindrà modificat d’acord amb les excentricitats mínimes, accidental i de guerxament que es produeixin; calculades d’acord amb l’indicat en l’apartat *Càlcul de fàbrica no armada/Compressió vertical i guerxament* d’aquest annex.

Resistència a tallant

En el CTE SE-F, la construcció a la resistència a tallant de l’armadura de llences sí que és significativa:

	$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2} \leq 2,0 \text{ MPa} \cdot t \cdot L_d$ $V_{Rd1} = f_{vd} \cdot t \cdot L_d$ $V_{Rd2} = 0,67 \cdot A_s \cdot f_{yd} \cdot L_d / s$	
on	f _{vd}	la resistència de càlcul a tallant de la fàbrica;
	t	l’espessor, el seu cas residual, del mur;
	L _d	la longitud comprimida del mur deguda a les accions verticals, equilibrant a les horitzontals, descomptant doncs la zona de tracció, suposant una distribució lineal de tensions;
	S	separació vertical entre les armadures de llences.

Ancoratge de les armadures

Les armadures prefabricades de la biblioteca poden especificar una longitud de solapament, calculada en general mitjançant assaigs (com permet CTE SE-F) i que tenen en conte la contribució de l’armadura transversal soldada en zig-zag.

En el cas de que l’esmentada longitud no estigui establerta (sigui zero) i pel cas d’armadures no prefabricades, el programa calcula la longitud d’ancoratge tal i com estableix l’apartat. La longitud de solapament es pren com dues vegades la longitud d’ancoratge calculada, el que correspon a barres traccionades quan es solapa més del 30% de les barres de la secció i la distància lliure entre solapaments és menor que 10 diàmetres, o el recobriment de formigó o morter és menor que 5 diàmetres.

La longitud bàsica d’ancoratge en prolongació, segons l’expressió (7.1) de CTE SE-F és:

$$l_b = \gamma_M \cdot \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{1}{f_{b0k}}$$

on	Φ	és el diàmetre equivalent de la barra d’acer
	f _{b0k}	és la resistència característica d’ancoratge per adherència
	γ _M	és el coeficient parcial de seguretat per ancoratges de l’armadura

El valor de f_{b0k}, en MPa, es pren de la següent taula

f _{b0k}	Lligant	Armadures confinades			
	Formigó	C12/15	C16/20	C20/25	≥C25/30
barres llises		1,3	1,5	1,6	1,8
resta de barres		2,4	3,0	3,4	4,1

f _{b0k}	Lligant	Armadures no confinades				
	Formigó	---	C12/15	C16/20	C20/25	≥C25/30
	Morter	M2-M5	M5-M9	M10-M14	M15-M19	M20
barres llises		0,5	0,7	1,2	1,4	1,5
resta de barres		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

Tenint en conta que les úniques armadures que es consideren confinades són les dels dintells o carregadors i les armadures verticals dels murs de blocs buits de formigó.

Si l’ancoratge és per patilla, la longitud necessària d’ancoratge es pot multiplicar per 0,7. Després del doblegat ha d’haver una longitud recta de no menys de 5 diàmetres.

Quan l’armadura existent és major de l’estrictament necessària, la longitud d’ancoratge es redueix proporcionalment però no a menys de

0,3·ℓ_b.
10 diàmetres.
100 mm.

18.10. Càlcul de la fàbrica confinada

Els murs de fàbrica es consideren confinats si existeixen en el seu interior pilars i bigues de formigó armat. Es comprova el confinament existent amb les següents especificacions de l'apartat 7.5.5 de CTE SE-F:

- Els pilars han de ser de secció no menor de 0,02 m² i de costats no menors de 100 mm.
- Ha d'haver pilars a les dues bandes dels forats de superfície major d'1,5 m².
- La distància entre pilars no excedirà de 4 m.

Si s'incompleix alguna d'aquestes limitacions es reflectirà amb un missatge d'error del mur.

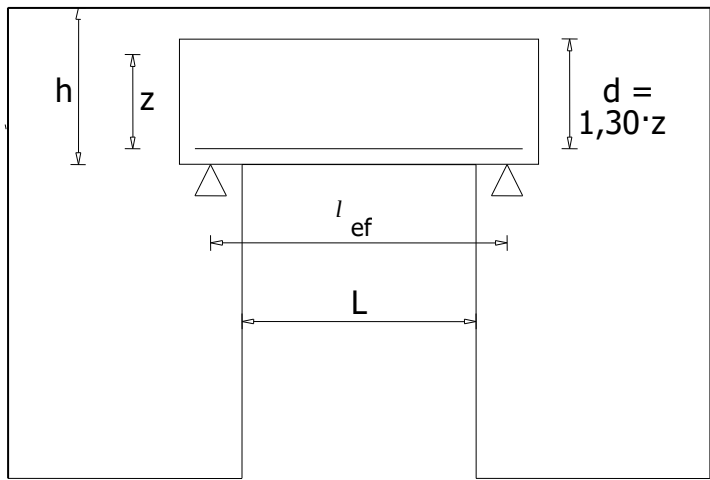
Els requadres de fàbrica confinada es calculen d'acord amb les seves característiques com fàbrica armada o fàbrica no armada, si bé, d'acord amb CTE SE-F, han de contar amb armadures de juntes horitzontals cada no més de 600 mm. Aquestes armadures han d'ancorar-se eficaçment en els pilars que serveixen de confinament al mur.

Els elements de confinament, que són més rígids que la fàbrica a la que confinen, absorbiran una major part de les sol·licitacions i tensions existents en el mur.

18.11. Dintells

Els dintells en els murs de Termoargila i de blocs de formigó poden construir-se mitjançant peces especials d'aquests material (cèrcols) que serveixen d'encofrat a una biga de formigó armat que dota de la necessària armadura de reforç al dintell.

Els dintells en els murs de fàbrica (menys Termoargila) poden construir-se amb un perfil metàl·lic, que ha de resistir per sí mateix les sol·licitacions existents. A més, per evitar l'aparició de fissures, es limita la fletxa d'aquest carregador metàl·lic a L/500 considerant-lo bi-recolçat.



Els dintells es calculen com a bigues de gran cantell i essent les especificacions de l'apartat 5.8 del CTE SE-F, és a dir:

- La llum efectiva (llum de càlcul) és $l_{ef} = 1,15 \cdot L$; essent L la llum lliure del forat.
- El braç de palanca de l'armadura, z, és la menor dimensió entre $0,7 \cdot l_{ef}$ i $0,4 \cdot h + 0,2 \cdot l_{ef}$, essent h l'alçada lliure del dintell. Si $h < 0,5 \cdot l_{ef}$ es considera que l'alçada del dintell és insuficient i s'indica el corresponent missatge d'error. En tot cas, el braç de palanca no es considera major de $z = h/1,30$.
- El cantell útil de la secció és $d = 1,30 \cdot z$.

El programa pren, com entrega del mur, el múltiple de 100 mm més proper per excés de la longitud $l_{ef} - L$ (és a dir, considerant que el suport teòric del dintell es produeix a la meitat de la longitud de l'entrega).

Esforços a considerar

Els esforços a resistir pel carregador són:

- Pel càlcul de M_{sd} s'integren les tensions σ_x a l'alçada "d" del carregador en 7 punts de la llum lliure del mateix.
- Pel càlcul de V_{sd} s'integren les tensions τ_{xy} a l'alçada "d" del carregador en els dos extrems del dintell.

18.12. Dintells de formigó armat (murs de Termoargila i de blocs de formigó)

Armadura longitudinal del dintell

L'armadura es calcula d'acord a l'expressió

$$A_s = \frac{M_{sd} \cdot \gamma_s}{f_{yk} \cdot z}$$

En tot cas, es verifica que el moment resistent, M_{Rd} , no és major que (apartat 5.7.2 de CTE SE-F):

$$0,4 \cdot f_k \cdot b \cdot d^2 / \gamma_M$$

essent

f_k	el mínim entre la resistència característica a compressió horitzontal de la fàbrica ($f_{k,h}$) i la resistència a compressió del formigó del carregador.
b	és l'amplada del carregador, que és igual al gruix del mur.
d	és el cantell útil del carregador.

L'armadura disposada s'ancla a partir del punt teòric de suport, és a dir, a partir de la llum eficaç l_{ef} .

Comprovació a tallant del dintell

La comprovació a tallant és:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

V_{Rd1} es calcula mitjançant l'expressió (6.39) de EC-6:

$$V_{Rd1} = f_{vk} \cdot b \cdot d / \gamma_M$$

essent

f_{vk}	el mínim entre la resistència característica a tallant de la fàbrica i el del formigó de reomplert del dintell.
b	és l'amplada del carregador, que és igual al gruix del mur.
d	és el cantell útil del carregador.

Si aquesta comprovació no es compleix, s'afegeix al tallant resistit la contribució de l'armadura transversal del dintell, segons l'expressió (6.42) de EC-6:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} + V_{Rd2}$$
$$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d_h \cdot (A_{sw}/s) \cdot (f_{yk}/\gamma_s)$$

on

d_h	és el cantell útil de la secció de formigó exclusivament (no es pot utilitzar el cantell útil del dintell perquè els estreps del mateix no cobreixen tot aquest cantell).
-------	---

18.13. Dintells d'acer (murs de material diferent a Termoargila)

Els dintells d'acer han de resistir els esforços M_{sd} i V_{sd} d'acord amb la normativa d'acer (CTE DB SE-A). Per això el programa ordena tots els perfils útils de la sèrie assignada del carregador (HEA, HEB, IPE, ...) de menor a major pes (a igualtat de pes, primer el de menor cantell), seleccionant-se el primer que resisteixi els esforços sol·licitants i posseeixi una fletxa menor de L/500.

Comprovació del suport del dintell

En el cas de murs de Termoargila, al ser els blocs de Termoargila del grup 2b (o alleugerats), no existeix augment de resistència a compressió de la fàbrica per tractar-se d'una càrrega concentrada. Per altre banda, sí es te en conta que la comprovació es realitza com a tensió mitja a compressió en tota la superfície (A_b) de suport.

En el cas de murs de material diferent a la Termoargila tampoc es te en conte l'augment de resistència a compressió que podria aplicar-se si les peces del mur són del grup 1 (massisses). Com el dintell metàl·lic acostuma a ser d'ample menor al gruix de la fàbrica, el suport ha de realitzar-se mitjançant una peça d'amplada al gruix del mur i resistència adequada, recomanant un dau de formigó.

Per tant, al llarg de la longitud d'entrega s'integren les tensions σ_y existents en el mur per obtenir N_{sd} ; essent $N_{Rd} = A_b \cdot f_{k,v} / \gamma_M$.

18.14. Càrregues concentrades

El programa permet realitzar en qualsevol nus o node d'una paret, el peritatge de les tensions verticals com a càrrega concentrada. Per això es defineix el tamany de l'àrea carregada a considerar (b_{ef} y t_{ef}). La dimensió paral·lela al mur d'aquest suport no podrà definir-se com menor de 100 mm. El programa entén que el valor de la dimensió paral·lela al mur es reparteix a parts iguals a esquerra i dreta del nus indicat. La dimensió perpendicular al mur podrà ser com a màxim el gruix del mateix; si s'indica una dimensió de valor major que el gruix del mur, el programa ajusta automàticament el valor del cantell eficaç al gruix del mur. Si es selecciona un nus situat sobre una de les cantonades del mur, el programa entén que el valor de l'amplada indicat no es pot disposar a la seva totalitat, eliminant la part de suport que quedaria fora del mur i, per tant, prenent un valor d'ample eficaç de la meitat del valor indicat.

Al llarg de la longitud de suport s'integren les tensions σ_y existents en el mur per obtenir N_{sd} ; essent $N_{Rd} = \xi \cdot b_{ef} \cdot t_{ef} \cdot f_{k,v} / \gamma_M$.

El coeficient ξ és un coeficient d'amplificació de valor entre 1,00 i 1,50 que es calcula d'acord amb l'Annex F del CTE SE-F. Aquí s'ha d'indicar que per murs de Termoargila i murs de fàbrica constituïts per peces del grup 1 (massisses) el seu valor és 1,00.

Després de realitzar la peritació del mur davant de la càrrega concentrada existent, el programa mostrarà informació de l'axial sol·licitant a compressió N_{sd} , l'axial resistent a compressió N_{Rd} i les dimensions del suport considerades, indicant si la comprovació és correcta o no.

18.15. Regates i Rebaixos

Les regates i rebaixos definits no es tenen en conte a l'etapa de modelització, càlcul d'esforços i obtenció de tensions. Es consideren en una peritació posterior de la resistència del mur.

Mitjançant la funció corresponent es pot realitzar el peritatge del mur en aquesta zona. Després del peritatge el programa emetrà un missatge en el que indicarà si no és necessari tenir en conte la regata o zona rebaixada (d'acord amb el apartat 4.6.6 de CTE SE-F), ó que la comprovació és correcta ó, pel contrari existeixen errors, en qualsevol cas indicarà les seves característiques.

No es permeten regates horitzontals (o inclinades) si existeix armadura vertical en el mur. Del mateix mode, no es permeten frecs verticals (o inclinades) si existeix armadura de juntes horitzontals en el mur.

D'acord amb la taula 4.8 de CTE SE-F, no serà necessari considerar l'existència de regates o rebaixos verticals a la fàbrica si es compleix:

Espessor del mur (mm)	profunditat màxima (mm)	amplada màxima (mm)
≤ 115	30	100
116 – 175	30	125
176 – 225	30	150
226 – 300	30	175
> 300	30	200

Nota: si el gruix del mur és major o igual que 225 mm i la regata no es perllonga més enllà d'1/3 de l'alçada de la planta, aquesta pot tenir una profunditat de fins 80 mm i una amplada de fins 120 mm.

D'acord amb la taula 4.8 de CTE SE-F, no serà necessari considerar l'existència de regates horitzontals o inclinades a la fàbrica si es compleix:

Gruix del mur (mm)	Profunditat màxima (mm)	
	Longitud il·limitada	Longitud ≤ 1,25 m
≤ 115	0	0
116 – 175	0	15
176 – 225	10	20
226 – 300	15	25
> 300	20	30

Si la regata o rebaix posseeixen una profunditat tal que el gruix residual del mur és menor o igual que 5 cm, es considera que l'esmentada profunditat és excessiva.

En el cas de Norma Espanyola, si hi ha sisme definit, la profunditat de les regates tampoc podrà superar 1/5 del gruix del mur, ni podran deixar un gruix residual de mur menor de 12 cm (ó 14 cm si l'acceleració sísmica de càlcul supera 0,12·g); tot això d'acord amb els articles 4.4.1 i 4.4.2 de la norma sisme resistent NCSE-02.

IMPORTANT: En el cas de regates o rebaixos en murs de peces buides, previ a la realització d'una regata o rebaix es considerarà la distribució dels forats que tingui la peça de base ja que degut a ella es podria produir una pèrdua de secció resistent i/o d'augment de l'excentricitat amb la que s'apliquen les càrregues molt superior a la previsible en el cas de peces massisses (a quan es treballa sota el concepte de "secció bruta").

19. CÀLCUL I ARMAT DE SABATES DE MURS RESISTENTS

Els murs resistents, independentment del seu material (formigó armat, maó, pedra granit, pedra arenisca, blocs de formigó o d'altres) podrà contar amb una sabata de formigó com fonamentació. L'única diferencia es que si el mur es de formigó, a la sabata es tenen que col·locar les esperes necessàries per ancorar la armadura longitudinal vertical del mur.

La sabata del mur posseeix un sistema de coordenades principals idèntic al del mur: un eix X horitzontal, a la unió entre mur i sabata i contingut en el pla del mur, un eix Y vertical i contingut al pla del mur i un eix Z horitzontal, perpendicular al pla del mur (complint-se que el producte vectorial de X por Y es Z).

Es calcula en tots els punts de la base del mur els esforços transmesos per l'estructura per unitat de longitud del mur, i en aquest sistema de coordenades. Aquests esforços, més el propi pes de la sabata, ambdues sense majorar (llevat de la norma mexicana, que sí son majorats) s'utilitzen per dimensionar l'ample i cantell de la sabata. Els mateixos esforços, majorats, s'utilitzen per calcular l'armat de la sabata.

També es calcula la resultant de tots els esforços transmesos per l'estructura a la fonamentació (més el pes propi de tota la sabata) per una comprovació de bolcada del mur al voltant del seu eix Z principal.

Es aconsellable introduir valors per les dimensions ' $Vuelo X+$ ' y ' $Vuelo X-$ ' per augmentar l'àrea de les sabates en les cantonades.

19.2. Càlcul de la tensió admissible sobre el terreny

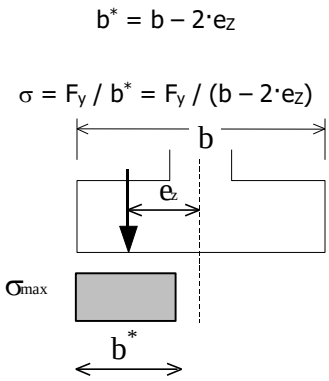
Pel càlcul de la tensió admissible sobre el terreny, s'han de tenir en compte les tensions (en els eixos principals de la sabata) F_y (axial vertical, incloent en pes propi de la sabata), F_z (rasant horitzontal perpendicular al mur) i M_x (moment flector al voltant l'eix horitzontal del mur).

Segui b' l'ample de la sabata (la dimensió perpendicular al mur). Aquests esforços produeixen una excentricitat e_z respecte a l'eix central de la sabata, que mai pot ser major de $b/2$.

La tensió sota el fonament es considera uniforme i restringida a una part de la sabata (sabata equivalent) de forma que el seu baricentre coincideixi amb la resultant d'accions.

És a dir, una amplada

aleshores, la tensió sobre el terreny



que no podrà superar la tensió admissible del terreny.

La tensió màxima admissible podrà definir-se per l'usuari o bé podrà ser calculada pel programa en vers a la càrrega d'enfonsament (calculada segons l'annex F del CTE DB SE-C) dividida pel coeficient de seguretat a l'enfonsament establert en les opcions.

19.3. Comprovació a lliscament

Pot, si es desitja, activar la comprovació a lliscament de les sabates a la seva direcció Z (perpendicular al mur).

Aquesta comprovació considera de forma opcional l'empenta passiva. La comprovació es realitza seguint els criteris de la norma seleccionada (CTE DB SE-C, Article "6.3.3.2 Estabilitat" o NBE-AE-88, Article "8.7. Seguretat a l'esllavissament"). El valor '*Profunditat de la part superior de la sabata*' sumat al cantell de la sabata permet determinar la profunditat de la base de la sabata, tenint en compte que es menysprearà l'empenta passiva de la capa superior del terreny fins una profunditat d'1 metre en el cas de NBE AE-88, i fins 1/10 de l'esmentada profunditat, però no més de 0,5 metres, en el cas del CTE DB SE-C.

19.4. Comprovació a bolcada

Pot, si es desitja, activar la comprovació a bolcada de les sabates; tant al voltant del seu eix X com al voltant del seu eix Z . A cada direcció, a més, es comprova la bolcada en ambdós sentits.

La comprovació a bolcada verifica que el '*Moment de Bolcada M_v* ' és menor que el '*Moment Estabilitzador de bolcada M_e* ', segons l'equació:

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1$$

Per a cada combinació d'accions, produeixen moments de bolcada la component horitzontal de les forces i els moments actuant; mentre que produeixen moments estabilitzadors la component vertical de les forces (incloent el pes propi de la sabata). Per les forces horitzontals, es considera que actuen a una altura de 2/3 del cantell de la sabata respecte a la base de la mateixa.

Als moments de bolcada se'ls aplica el coeficient de seguretat d'accions desestabilitzadores de bolcada (de valor 1,8 en general), mentre que als moments estabilitzadors se'ls aplica el coeficient de seguretat d'accions estabilitzadores de bolcada (de valor 0,9 en general).

19.5. Càlcul estructural del fonament

El programa realitza les següents comprovacions en cada una de les sabates: resistència a flexió, a tallant i comprovació de l'adherència. Totes les comprovacions es realitzen en la direcció Z de la sabata (ortogonal al pla del mur), ja que la rigidesa en el seu pla que posseeix el mur resistent impedeix la flexió de la sabata en l'altre direcció. En tot cas, es col·loca una armadura paral·lela al mur de quantia igual a 1/5 de la quantia en la direcció ortogonal però no inferior a la quantia mínima indicada per la norma. Com excepció, si la sabata posseeix volada en la direcció X del mur, també es realitzen les mateixes comprovacions en aquesta direcció.

Es considera un diagrama trapezoidal de tensions, d'acord amb les tensions màximes sobre el terreny calculades en ambdós extrems de la sabata i majorades.

El cantell de la sabata es predimensiona inicialment en funció del tipus de sabata fixat a les opcions (excepte en el cas de que s'hagi fixat un cantell constant, en aquest cas, aquest serà el cantell de la sabata) i de la màxima volada de la sabata d'acord amb el següent criteri:

- **Sabata flexible:** $< \frac{1}{2}$ volada, però no més petit de 30 cm.
- **Sabata rígida:** $> \frac{1}{2}$ volada, però no més petit de 30 cm.
- **Sabata tipus M (Formigó en massa):** El cantell necessari per no superar la resistència a flexotracció del formigó.

També es limita el cantell mínim de la sabata en funció del ancoratge en prolongació recta que necessita l'armadura longitudinal vertical del mur, si aquest es de formigó.

Si la sabata es impossible d'armar segons el tipus especificat, el programa passa automàticament al següent tipus (en l'ordre indicat) per així augmentar el cantell.

Encara que a les opcions d'armat es fixi altre diàmetre mínim major, el diàmetre mínim de l'armadura de la sabata serà de $\varnothing 10mm$ en normativa portuguesa i de $\varnothing 12mm$ a la resta de les normatives.

Sabates de formigó armat

Comprovació a flexió

Es defineix una secció de càlcul, $S1$, paral·lela al mur i situada a $0,15 \cdot t$ cap a l'interior del mur (si és de formigó) ó $0,25 \cdot t$ (si és d'un altre material), sent t el gruix del mur. El cantell de la secció serà el de la sabata. En aquesta secció es calcula l'armadura

a flexió, de forma que no sigui necessària armadura de compressió. La quantia geomètrica mínima d'aquesta armadura serà (Instrucció EHE-08)

- B 400 S y B 400 SD 1,0 ‰
- B 500 S y B 500 SD 0,9 ‰

i estarà constituïda per barres separades no més de 30 cm.

Comprovació a tallant

Es defineix una secció de càlcul, $S2$, paral·lela al mur i situada a un cantell útil de la vora del mur. En aquesta secció es comprova la tensió tangencial del formigó produïda per el tallant, de forma que no sigui necessària armadura de tallant.

Sabates de formigó en massa

Comprovació a flexió

Es defineix una secció de càlcul, $S1$, paral·lela al mur i situada a $0,15 \cdot t$ cap a l'interior del mur, sent t el gruix del mur. El cantell de la secció serà el de la sabata. En aquesta secció es comprova que, sota un estat de tensions del formigó plana i lineal, la màxima tensió de tracció del formigó no superi la resistència a flexotracció, $f_{ct,d}$. Es col·loca en tot cas una armadura mínima per evitar fissuracions de quantia igual a la quantia mínima considerant que la sabata te un cantell no major a $\frac{1}{2}$ volada.

Comprovació a tallant

Es defineix una secció de càlcul, $S2$, paral·lela al mur i situada a un cantell de la vora del mur. En aquesta secció es comprova que la tensió tangencial del formigó produïda per el tallant no superi el valor de $f_{ct,d}$.

20. CÀLCUL I ARMAT D'ENCEPS I PILOTS

Aquest apartat es refereix al càlcul i armat de fonamentacions profundes mitjançant enceps i pilots i les possibles bigues centradores que els uneixen entre sí o a altres elements de fonamentació.

El programa permet calcular fonamentacions profundes formades por enceps de 1, 2, 3 ó 4 pilots units mitjançant bigues de fonamentació. Aquests pilots poden ser formigonats "in situ" o prefabricats. Els enceps i pilots tenen les següents característiques:

- Tots els pilots d'un encep són iguals, tant per secció, longitud i armat.
- El vol de l'encep, definit com la distància entre l'eix d'un pilot i els paraments de l'encep més pròxims, és igual per a tots els pilots d'un encep.
- Els enceps d'un piloti són sempre quadrats, amb l'eix del piloti situat al centre de l'esmentat quadrat.
- Els enceps de tres pilots són triangles equilàters, amb els eixos dels pilots disposats també en un triangle equilàter.
- Els enceps de quatre pilots són rectangulars, amb els eixos dels pilots disposats també en un rectangle.

20.2. Sistema d'eixos. Coordenades

Cadascun dels enceps tenen un sistema d'eixos local $[X_i, Y_i, Z_i]$, format per un sistema d'eixos paral·lels al sistema d'eixos generals $[X_g, Y_g, Z_g]$ que passen pel nus.

Es defineix també un sistema d'eixos principal, resultant d'aplicar una rotació sobre els eixos locals de l'encep. El sistema d'eixos principal és l'utilitzat per expressar les dimensions i armadures dels enceps i pilots. Quan no existeix l'angle de rotació entre el sistema d'eixos local i principal, els dos sistemes d'eixos coincideixen.

20.3. Conceptes de càlcul

El càlcul d'una fonamentació profunda mitjançant enceps, pilots i bigues de fonamentació engloba els següents aspectes:

- La disposició, nombre, longitud i diàmetre dels pilots ha de dimensionar-se de manera que siguin capaços de transmetre les càrregues de l'estructura al terreny.
- Els pilots han de ser capaços de suportar els esforços als que estan sotmesos. En el cas dels pilots perforats / formigonats "in situ", es calcula l'armat necessari, mentre que en el cas dels pilots prefabricats es comprova l'armat del model elegit.

- Els enceps i bigues de fonamentació han de dimensionar-se i armar-se de manera que resisteixin els esforços a que estan sotmesos.

Càrrega admissible dels pilots

Per a calcular la càrrega admissible d'un grup de pilots d'un mateix encep, es calcula prèviament la càrrega d'enfonsament d'un piloti aïllat.

Càrrega d'enfonsament d'un piloti aïllat

La càrrega d'enfonsament es defineix com la màxima càrrega vertical que pot transmetre un piloti aïllat d'unes determinades dimensions al terreny. La transmissió d'aquesta càrrega al terreny pot fer-se per dos mecanismes:

- Per fricció o pilots flotants. La transmissió es realitza mitjançant el fregament entre el terreny (de resistència mitja a baixa) i el fust del piloti.
- Per punta o pilots columna. La transmissió es realitza a la punta del piloti, assentat normalment en un estrat més resistent que en el terreny superior.

Els dos mecanismes no són excluyents. En el programa es defineix aquesta càrrega com enfonsament mitjançant l'expressió

$$Q_h = A_p \cdot r_p + A_f \cdot r_f$$

essent		
	Ap	Àrea de la punta
	rp	Resistència unitària a la punta
	Af	Àrea del fust
	rf	Resistència unitària en el fust

En el cas d'utilitzar la norma NBE AE-88, els valors de r_p y r_f han de ser establerts per l'usuari en les accions.

En el cas d'utilitzar la norma CTE DB SE-C, els valors de r_p y r_f poden ser establerts per l'usuari en les opcions o bé ser calculats pel programa en base a l'apartat 2.1 de l'Annex F del CTE DB SE-C.

En el LLISTAT D'OPCIONS s'especifica si s'utilitza la resistència en punta i/o per ficció, així com els valors de 'rp' i 'rf' adoptats, que poden variar amb la profunditat.

Càrrega admissible d'un grup de pilots

Per determinar la càrrega admissible d'un grup de pilots, es suma la càrrega d'enfonsament de tots els pilots, afectats per un coeficient de grup i dividit per un factor de seguretat de càrrega admissible (coeficient parcial de seguretat a l'enfonsament):

$$Q_{adm,g} = \frac{F_g}{\gamma_R} \cdot \sum_i Q_{hi}$$

En LLISTAT D'OPCIONS s'especifica el valor d'aquests factors adoptats.

Càlcul dels esforços transmesos a cada piloti

La càrrega admissible dels pilots ha de ser menor que la càrrega transmesa per l'estructura o altres elements.

Per calcular la càrrega transmesa al piloti i, s'utilitza la fórmula de Navier:

$$P_i = \frac{N}{n} + \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y_i^2}$$

on		
	N	és la càrrega vertical transmesa per l'encep. Inclou les càrregues verticals transmeses per l'estructura a l'encep més el pes propi de l'encep més piloti i el fregament negatiu transmès al piloti pel terreny
	n	és el nombre de pilots d'encep
	Mx, My	són els moments, en eixos principals de l'encep, transmesos per l'estructura als pilots, més els moments addicionals introduïts directament en l'encep. No tots els moments transmesos pel pilar a l'encep són transmesos als pilots: una part (definida en el LLISTAT D'OPCIONS) és absorbida per les bigues de fonamentació unides al encep.

x_i, y_i són les distàncies al centre de gravetat de l'encep del piloti i en eixos principals de l'encep.

Fregament negatiu

Aquest fenomen es produeix degut a assentaments o consolidacions del terreny, que queda parcialment 'penjat' dels pilots, als que transmet per tant una tensió tangencial.

La càrrega unitària transmesa al piloti per aquest fenomen es calcula mitjançant l'expressió

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot K_0 \cdot \text{tg} \delta \approx \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot 0,25$$

on		
	i	cadascuna de les unitats geotècniques (estrats) considerades al llarg del piloti;
	β	paràmetre dependent del tipus de terreny (entre 0,25 i 0,80);
	σ'_{vi}	tensió efectiva en el punt del fust considerat ($\sigma'_{vi} = \gamma' \cdot z_i$).

Enceps i bigues de fonamentació

Dels moments transmesos per l'estructura a l'encep, un percentatge definible per l'usuari i especificat al LLISTAT D'OPCIONS és transmès a les bigues de fonamentació. En el cas dels enceps d'un sol piloti, la totalitat dels moments és transmesa a les bigues de fonamentació; i si l'encep es de dos pilots, la component del moment paral·lela a la línia que uneix els dos pilots és transmesa a les bigues de fonamentació.

El repartiment del moment entre les bigues de fonamentació que acometen a un encep es realitza en funció de la projecció en la direcció perpendicular del moment de la rigidesa a flexió de la biga de fonamentació ($4 \cdot E \cdot I_z / L$). Es a dir, es realitza un repartiment mitjançant un mètode similar al de Cross.

20.4. Càlcul estructural del fonament

Pilots

Els pilots es calculen i armen essencialment com pilars, amb les següents excepcions:

Coefficients addicionals de seguretat

És possible definir els coeficients addicionals de seguretat següents (en el LLISTAT D'OPCIONS s' especifiquen els valors adoptats):

- Un coeficient reductor ($\leq 1,0$) de la resistència del formigó per formigonat vertical.
- Un coeficient de minoració ($\geq 1,0$) de la resistència de l'acer de les armadures. Aquest coeficient serà normalment 1,0 en pilots prefabricats.
- Un coeficient de majoració ($\geq 1,0$) de les càrregues.
- Donada l'inexactitud inherent a la construcció d'un piloti formigonat "in situ", en el programa es defineix un coeficient de reducció de les dimensions de la secció del piloti a efectes resistents.

Excentricitats i guexament

Les excentricitats mínimes i la longitud de guexament es fixen de manera específica (veure el LLISTAT D'OPCIONS). Hem de tenir en conte que les imprecisions de replanteig i inclinació de pilots són molt superiors a les dels pilars. A més, no és possible inspeccionar el piloti una vegada executat.

D'altra banda, el terreny en el que s'introdueix el piloti proporciona una determinada coacció lateral que redueix significativament la longitud de guexament respecte a la d'un pilar d'igual dimensió.

Proximitat d'altres fonamentacions

La proximitat d'altres fonamentacions provoca empentes horitzontals al llarg de part del fuste del piloti, el que es tradueix en flexions que s'afegeixen a les procedents de l'estructura. Per avaluar aquest moment addicional, s'utilitza l'expressió (en el LLISTAT D'OPCIONS s'especifiquen els valors adoptats)

$$M_h = Q_h \cdot k \cdot L / 16$$

on

Mh	és el moment addicional a considerar
Qh	és la empenta, en Kgf/ml ó kN/ml, transmès per la fonamentació pròxima al pilar
L	és la longitud total del piloti
k	és un factor menor de 1,0 que indica la part de fust del piloti afectada per aquesta empenta.

Esforços deguts al transport i col·locació

Els pilots prefabricats poden patir degut al seu propi pes i com es traslladen i hissen fins la seva posició, moments flectors que es tenen que tenir en conte. Aquests moments no son addicionals, ja que desapareixen una vegada el piloti està situat a la seva posició definitiva.

Aquest moment , que només s’aplica als pilots prefabricats, s’avalua segons l’expressió (en el LLISTAT D’OPCIONS s’especifiquen els valors adoptats)

$M = p \cdot L^2 / x$	
on	
p	és el pes propi per metre lineal del piloti
L	és la longitud del piloti
x	és un factor definit per l’usuari

Pilots prefabricats

En el programa es defineix el model de piloti prefabricat a utilitzar en cada cas, per la qual cosa, el que es realitza es una comprovació de l’armat del piloti.

Enceps

S'utilitzen els criteris específics d’enceps de la normativa espanyola de formigó, EHE-08, en el seu article 58 (Elements de Fonamentació). Els únics enceps calculats pel programa son els enceps rígids de cantell constant. Per que un encep pugui considerar-se rígid, ha de complir-se

$V_{max} \leq 2h$	
essent	
Vmax	el màxim vol dels pilots de l’encep; definit com la distància entre la cara del pilar o suport i l’eix del piloti
h	és el cantell de l’ encep, que no serà menor de 40 cm ni del diàmetre dels pilots. També es comprova que aquest cantell permeti l’ancoratge en prolongació recta i compressió de l’armadura longitudinal dels pilots.

A més, la distància entre la cara dels pilots i la de l’encep serà no més de 25 cm ni de ½ del diàmetre dels pilots.
Els enceps rígids es calculen pel mètode de ‘bieles’ de formigó comprimides i tirants traccionats constituïts per barres d’acer.

Enceps d'un piloti

Els enceps d’un piloti han d’ arriostrar-se al menys per dos bigues de fonamentació en dos direccions sensiblement ortogonals. Aquestes bigues són les encarregades d’absorbir els moments transmesos per l’estructura i els derivats per la no coincidència entre l’eix del pilar i el del piloti.

Aquest encep està format per una única biela amb nusos multicomprimits (CCC), que es comproven d’acord amb l’apartat de “ càrregues concentrades sobre massissos” d’EHE-08. La comprovació es realitza segons l’expressió

$N_d \leq A_c \cdot f_{3cd}$	
essent	
Nd	l’axil transmès al piloti
Ac	és l’àrea carregada, que és la menor entre les seccions del pilar i el piloti
f3cd	és la resistència a compressió del nus de formigó. En EHE-08 ve donada per l’expressió

$f_{3cd} = \sqrt{\frac{A_c}{A_{c1}}} \cdot f_{cd} \geq 3,3 \cdot f_{cd}$	
on	
Ac1	és la més gran entre l’àrea de la secció del pilar i la del piloti
fcd	és la resistència a compressió del formigó

És necessari disposar d’una armadura horitzontal a les cares superiors i inferiors de l’encep i a les dues direccions on la seva quantia mecànica sigui al menys (a cada cara i direcció)

$T_d = 0,25 \cdot N_d \cdot \left(\frac{a - a_1}{a} \right) = A_s \cdot f_{ytd}$	
essent	
a	la dimensió major entre la de la secció del pilar i la del piloti
a1	la dimensió menor entre la de la secció del pilar i la del piloti
fytd	la tensió de tracció del tirant, que es limita respecte a la de l’acer a 400 MPa

Encep de dos pilots

Els enceps de dos pilots han d’arriostrar-se al menys per una biga de fonamentació en una direcció sensiblement ortogonal a la línia que uneix els dos pilots. Aquesta biga es l’encarregada d’absorbir els moments segons l’eix paral·lel a la línia que uneix els pilots transmesos per l’estructura i els derivats per la no coincidència de l’eix del pilar a la línia que uneix els pilots. En tot cas no es permet que la projecció de l’eix del pilar sobre la línia que uneix els pilots quedi exterior a la zona delimitada per els eixos dels pilots.

En general es forma un tirant horitzontal que uneix els eixos dels pilots a la zona inferior de l’encep i dues bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en el que degut a un moment de gran magnitud, un dels pilots quedi traccionat, l’esquema de gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb un tirant a la part superior de l’encep i una biela inclinada en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l’encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen sengles nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f2cd, que a EHE-08 és f2cd = 0,70· fcd.

Armadura principal

El programa avalua la tensió Td a la que està sotmès el tirant (o tirants), amb el que es calcula una armadura que compleixi Td<As·fytd. L’ancoratge d’aquesta armadura es realitza a partir de l’eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l’eix del pilar és equidistant dels eixos dels pilots i es situen en un mateix plànol vertical, aquesta tensió es calcula amb l’expressió

$T_d = \frac{N_d \cdot (v + 0,25 \cdot a)}{0,85 \cdot d}$	
essent	
Nd	l’axil del piloti més sol·licitat
v	el vol dels pilots
a	la dimensió del pilar
d	el cantell útil de l’encep

El o els tirants tenen una amplada igual a l’amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l’encep i l’eix de les armadures del tirant.

Armadura secundaria

A més de l’armadura del o dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L’armadura longitudinal superior i inferior tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s’estendrà al llarg de l’encep.
- Un armadura horitzontal i vertical disposada en retícula a les cares laterals. L’armadura vertical, que en el programa s’identifica com armadura transversal, consta de cercols tancats que lliguen l’armadura longitudinal. L’armadura horitzontal , que en el programa s’identifica com armadura de pell, consisteix en cercols tancats que lliguen l’armadura vertical anterior. La quantia d’aquestes armadures, referida a l’àrea de la secció del formigó perpendicular a la seva direcció, és de al menys el 4‰. Si

l'amplada supera la meitat del cantell, la secció de referència s'agafa amb una amplada igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total de l'armadura vertical serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil del càlcul del suport.

Enceps de tres pilots

En general es formen tres tirants horitzontals que uneixen els eixos dels pilots a la zona inferior de l'encep i tres bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en els que degut a un moment de gran magnitud, algun dels pilots quedi traccionat, l'esquema de gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb tirants també a la part superior de l'encep i una biela inclinada en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l'encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f_{2cd} , que en EHE-08 és $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa avalua la tensió T_d a la que estan sotmesos els tirants, amb el que es calcula una armadura que compleixi $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. L'ancoratge d'aquesta armadura es realitza a partir de l'eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l'eix del pilar està situat en el baricentre dels pilots, aquesta tensió es calcula amb l'expressió

$T_d = 0,68 \cdot \frac{N_d}{d} \cdot (0,58 \cdot l - 0,25 \cdot a)$		
essent		
	N_d	l'axil del piloti més sol·licitat
	l	la distància entre eixos de pilots
	a	la dimensió del pilar
	d	el cantell útil de l'encep

Els tirants conformen unes bandes o faixes situades entre els eixos dels pilots que tinguin una amplada igual a l'amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l'encep i l'eix de les armadures del tirant. S'iguala l'armadura dels tres tirants ó bandes, per facilitar l'execució del mateix

Armadura secundaria

A més de l'armat dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L'armadura longitudinal superior i inferior de les bandes tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s'estendrà al llarg de l'encep.
- Una armadura vertical, que en el programa s'identifica com armadura transversal, que consta de cercols tancats que lliguen l'armadura longitudinal de les bandes. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó de la banda perpendicular a la seva direcció, és d'almenys el 4‰. Si l'amplada supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb una amplada igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total d'aquesta armadura (a la direcció vertical) serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil de càlcul del suport.
- Una armadura horitzontal, que en el programa s'identifica com armadura de pell, consisteix en cercols tancats que recorren perimetralment l'encep i lliguen a l'armadura vertical anterior. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó perpendicular a la seva direcció, és d'almenys el 4‰. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència s'agafa amb una amplada igual a la meitat del cantell.

Enceps de quatre pilots

En general es formen quatre tirants horitzontals que uneixen els eixos dels pilots a la zona inferior de l'encep i quatre bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en els que degut a un moment de gran magnitud, algun dels pilots quedi traccionat, l'esquema de gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb tirants també a la part superior de l'encep i bieles inclinades en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l'encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f_{2cd} , que en EHE-08 és $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa avalua la tensió T_d a la que estan sotmesos els tirants, amb el que es calcula una armadura que compleixi $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. L'ancoratge d'aquesta armadura es realitza a partir de l'eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l'eix del pilar està situat en el baricentre dels pilots, i l'encep és quadrat, aquesta tensió es calcula amb l'expressió

$T_d = \frac{N_d}{0,85 \cdot d} \cdot (0,50 \cdot l - 0,25 \cdot a)$		
essent		
	N_d	l'axil del piloti més sol·licitat
	l	la distància entre eixos de pilots
	a	la dimensió del pilar
	d	el cantell útil de l'encep

Els tirants conformen unes bandes o faixes situades entre els eixos dels pilots que tenen una amplada igual a l'amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l'encep i l'eix de les armadures del tirant. S'iguala l'armadura dels quatre tirants o bandes, per facilitar l'execució del mateix.

Armadura secundaria

A més de l'armat dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L'armadura longitudinal superior i inferior de les bandes tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s'estendrà al llarg de l'encep.
- Una armadura horitzontal, entre les bandes, de quantia no menor a ¼ de la de les bandes.
- Una armadura vertical, que en el programa s'identifica com armadura transversal, que consta de cercols tancats que lliguen l'armadura longitudinal de les bandes. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó de la banda perpendicular a la seva direcció, es d'almenys del 4‰. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb un ample igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total d'aquesta armadura (en la direcció vertical) serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil del càlcul del suport.
- Una armadura horitzontal, que en el programa s'identifica com armadura de pell, consisteix en cercols tancats que recorren perimetralment l'encep i lliguen a l'armadura vertical anterior. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó perpendicular a la seva direcció, és d'almenys del 4‰. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb un ample igual a la meitat del cantell.

Bigues de fonamentació

Les bigues de fonamentació poden unir sabates aïllades, combinades, sabates de murs de soterrani, sabates de murs resistents i enceps. Per al seu dimensionament i armat s'utilitzen els criteris exposats a l'apartat "8. Càlcul de la fonamentació" d'aquesta esta memòria, amb les precisions que s'indiquen a continuació en el cas de que la biga de fonamentació estigui unida a un encep.

Les bigues de fonamentació unides a enceps, es consideren sempre unides al centre de gravetat de l'encep. La seva armadura longitudinal es constant en tota la seva longitud, e igual en ambdues cares. L'armadura transversal es també constant en tota la seva longitud.

El moment de disseny es el moment transmès per l'encep a la biga, tal com s'ha indicat a l'apartat "Enceps i bigues de fonamentació". El tallant de disseny es el provocat per els moments existents en els extrems de les bigues.

Materials

Els materials (formigó i acer) i els coeficients de seguretat utilitzats en el càlcul dels enceps i pilots són els mateixos que els utilitzats a les sabates i bigues de fonamentació. Com a excepció, els pilots prefabricats tenen els seus propis materials, que poden ser diferents dels de la resta de la fonamentació.

Paràmetres de càlcul del fonament

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

21. COMPROVACIÓ DE BARRES DE FUSTA

El programa realitza la comprovació de les barres de fusta existents en l'estructura segons el CTE DB SE-M "**Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat Estructural. Estructures de Fusta**", que és una transcripció quasi literal de Eurocodi 5 en vigor des del març de 2006 i modificat per darrera vegada l'abril del 2009. A partir d'ara, es referirà a aquest document per "**CTE SE-M**".

21.2. Accions de càlcul

Les accions de càlcul que es tenen en compte pel *Tricalc* per la comprovació de barres de fusta, es combinen segons el CTE DB SE. Veure l'apartat 'COMBINACIÓ D'ACCIONS' d'aquesta memòria.

21.3. Càlcul d'esforços

S'utilitza les característiques del material definides en la caixa '*Propietats...*' de cada perfil: mòdul de Young (E), mòdul de tallant (G), coeficient de dilatació tèrmica i densitat.

21.4. Estats límit últims (E.L.U.)

El programa obté les sol·licitacions en els nusos de cada barra. A més, i a efecte de la seva comprovació, realitza un estudi en les seccions interiors de cada barra, calculant els valors dels moments flectors, tallants, i força axil de tracció i de compressió.

El programa realitza les següents comprovacions sobre les barres de fusta:

- Comprovació a flexotracció, s'han de complir les següents condicions (amb $k_m=0,7$ per seccions rectangulars i $k_m=1,0$ per altres seccions)

$$\begin{aligned} \left(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d}\right) + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) &\leq 1 \\ \left(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d}\right) + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) &\leq 1 \end{aligned}$$

- Comprovació a flexocompressió, s'han de complir les següents desigualtats:

$$\begin{aligned} \left(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d}\right)^2 + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) &\leq 1 \\ \left(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d}\right)^2 + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) &\leq 1 \end{aligned}$$

- Comprovació a tallant i a torsió uniforme, ha de complir-se la següent condició:

$$\left(\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

En les fórmules anteriors la notació utilitzada es la següent:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_x}{A_x} \quad \text{tensió normal màxima a tracció}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_x}{A_x} \quad \text{tensió normal màxima a compressió}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} \quad \text{tensió normal màxima produïda per un flector } M_y$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} \quad \text{tensió normal màxima produïda per un flector } M_z$$

$$\tau_{v,d} = \sqrt{\left(\frac{V_y}{A_y}\right)^2 + \left(\frac{V_z}{A_z}\right)^2} \quad \text{tensió de tallant màxima produïda per tallants } V_y \text{ y } V_z$$

$$\tau_{tor} = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{tensió de tallant àxima produïda per un torsor } M_x$$

$$\begin{aligned} k_{forma} &= 1,20 \text{ per a seccions circulars} \\ &= \min(1 + 0,15 \cdot h / b; 2,00) \text{ per a seccions rectangulars de costats } b \times h \end{aligned}$$

21.5. Estat límit de servei (E.L.S.)

El programa calcula la màxima fletxa per la combinació de hipòtesi més desfavorable per totes les barres horitzontals o inclinades. Si la barra és un voladiu, es calcula i es comprova la fletxa en la vora; si la barra és una biga, es calcula la fletxa en el punt més desfavorable, i es compara amb el valor $1/XXX$, on XXX és un valor definit per l'usuari en les opcions de comprovació. El càlcul, al realitzar-se en l'Estat límit de servei, es realitza sense majoració de càrregues.

Pel càlcul de les fletxes de les barres de fusta, el programa te en compte els següents aspectes:

- Deformació inicial deguda a una acció (wini): Es calcula utilitzant els valors mitjans dels coeficients de deformació.
- Deformació final deguda a una acció (wfin): Es calcula en funció de la fletxa inicial a partir de la fórmula:

$$w_{fin} = w_{ini} \left(1 + \Psi_2 k_{def}\right)$$

A on, k_{def} es defineix en funció de la classe de servei i del tipus de fusta i Ψ_2 és el corresponent factor de combinació de càrrega. En el cas de la combinació quasipermanent, cada terme sols es multiplicarà una vegada pel factor Ψ_2 .

Limitació de les fletxes

El programa permet obtenir i limitar la fletxa instantània de les sobrecàrregues, la fletxa activa total i la fletxa total: les dues primeres amb les combinacions característiques i la tercera amb les quasipermanents. (Veure LLISTAT D'OPCIONS)

21.6. Estabilitat de les peces: Guerxament per flexió i compressió combinades

El programa calcula el guerxament de totes les barres de l'estructura segons els dos plànols principals de la secció.

Es defineix com Longitud de Guerxament d'una barra al producte de la seva longitud real per un coeficient β anomenat factor de guerxament β , mitjançant l'expressió

$$l_p = \beta \cdot l$$

on β és el factor de guerxament.

El factor de guerxament β d'una barra, en un plànol determinat, està determinat pel grau d'encastament que la barra posseeixi en els seus dos extrems, superior i inferior, esquerra i dreta, grau que es determina en funció dels valors dels factors d'encastament $k1$ i $k2$, a cada extrem de la barra. Per la seva determinació, el programa considera l'estructura com traslacional o intraslacional, segons l'opció definida per l'usuari en la caixa d'opcions de comprovació.

Si una barra té les seves unions en el nus com articulacions, el programa determina un valor de β en els dos plànols de comprovació igual a la unitat.

Per l'obtenció del *Factor d'Encastament* en un plànol principal de l'estructura, d'un extrem d'una barra qualsevol de l'estructura, el programa avalua els factors de repartiment de les diferents barres que escometen al nus i que estiguin rígidament unides al nus, de la forma:

$$K = \frac{\sum(I_v / L_v)}{\sum(I / L)}$$

on,

K	És el factor d'encastament.
I_v / L_v	És el quocient entre l'Inèrcia i la longitud de totes les bigues que escometen rígidament al nus.
I / L	És el quocient entre l'Inèrcia i la longitud de totes les barres que escometen rígidament al nus.

El factor de Guerxament β en cadascun dels plànols principals de l'estructura, per una barra amb factors d'encastament $K2$ (superior) i $K1$ (inferior) és:

- Estructures Traslacionals

$$\beta = \sqrt{\frac{\left(1,6 + 2,4 \cdot (K_1 + K_2) + 1,1 \cdot K_1 \cdot K_2\right)}{K_1 + K_2 + 5,5 \cdot K_1 \cdot K_2}}$$

- Estructures Intraslacionals

$$\beta = \frac{3 - 1.6 \cdot (K_1 + K_2) + 0.84 \cdot K_1 \cdot K_2}{3 - (K_1 + K_2) + 0.28 \cdot K_1 \cdot K_2}$$

La condició de *Traslacionalitat* o *Intraslacionalitat* ha de ser fixada per l'usuari, avaluant l'estructura que es vol comprovar. La situació real de l'estructura és, a vegades, difícil d'avaluar, trobant-se l'estructura en una situació intermitja. Poden assignar-se particularment aquesta opció a barres o grups de barres.

L'usuari pot assignar manualment els coeficients de guernament que consideri oportú, mitjançant l'assignació d'opcions particulars de comprovació a cada barra, cota o pòrtic, de la mateixa forma que s'assignen les opcions de predimensionat. Si s'utilitzen les opcions de comprovació generals de totes les barres es poden agrupar els valors dels coeficients β en els grups: bigues, pilars i diagonals (veure *Opcions de Comprovació*).

Un cop determinat el factor d'encastament, el programa calcula l'esveltesa simple de la barra. Es defineix com *Esveltesa Simple* d'una barra el quocient entre la longitud de guernament i el radi de gir en la direcció considerada. El programa considera l'esveltesa en els dos plànols principals de cada barra, existint una opció per deshabilitzar la comprovació en algun dels plànols. Si s'habilita la comprovació en els dos plànols, l'esveltesa resultant de la barra serà la corresponent al radi de gir mínim.

El programa permet definir uns límits de l'esveltesa de cada barra.

Quan l'esveltesa d'una barra supera aquests valors, el programa ho fa notar en el llistat de comprovació de seccions de fusta. El programa no considera cap tipus de reducció en aquests valors per l'actuació de càrregues dinàmiques sobre l'estructura. El programa no realitza cap comprovació amb peces compostes.

En el cas d'haver definit nusos interiors en barres, el programa no interpreta que es tracti d'una mateixa barra amb nusos interiors, per tant no prendrà com a longitud de guernament la corresponent a la barra completa sinó a la barra definida entre dos nusos. L'usuari haurà de comprovar l'efecte de guernament al considerar la longitud de guernament de tota la barra amb els esforços més desfavorables.

El programa permet definir per cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual i en cadascun dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació de guernament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar el seu factor de longitud de guernament β (factor que al multiplicar per la longitud de la barra s'obté la longitud de guernament).

Si es deshabilitza la comprovació de guernament en un determinat plànol de guernament d'una barra, es considerarà que el factor de guernament β en aquest plànol és *1,0* i no es realitzen les comprovacions relatives al guernament de la normativa. El factor de guernament d'una barra serà el major dels factors de guernament corresponents als dos plànols principals de la barra.

Pel consideració del factor de longitud de guernament β d'una barra (quan aquest no es fixat per l'usuari), el programa considera que el valor de *K* (factor de encastament) és:

<i>1,0</i>	Encastament total. En l'extrem de la barra en la qual existeixi un encastament total, un mur de soterrani o un ressort. D'aquesta manera, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà una longitud de guernament igual a 0,5 vegades la seva longitud si és intraslacional o 1,0 vegades la seva longitud si és traslacional.
<i>0,75</i>	En l'extrem de la barra en la qual existeixi un forjat reticular o una llosa massissa de forjat. D'aquesta forma, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà longitud de guernament igual a $\approx 0,64$ vegades la seva longitud si és intraslacional o $\approx 1,12$ vegades la seva longitud si és traslacional.
<i>0,0</i>	En l'extrem de la barra en la qual existeixi una articulació. D'aquesta manera, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà una longitud de guernament igual a 1,0 vegades la seva longitud si és intraslacional o $\approx 5,0$ vegades la seva longitud si és traslacional.

Si l'usuari fixa el factor de longitud de guernament β d'una barra, el programa considerarà que per aquella barra l'estructura és traslacional quan β sigui major o igual que *1,0*, i intraslacional en cas contrari.

El programa realitza la comprovació de guernament per flexió i compressió combinades i la comprovació a bloc lateral de les bigues en flexocompressió.

Variables que intervenen en el càlcul

Longituds eficaces de guernament:

$$l_{e,y} = \beta_y l ; l_{e,z} = \beta_z l$$

Esvelteses mecàniques:

$$\lambda_y = l_{e,y} / i_y \quad \lambda_z = l_{e,z} / i_z$$

Esvelteses relatives:

$$\lambda_{rel,y} = (\lambda_y / \pi) \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,k})} ; \lambda_{rel,z} = (\lambda_z / \pi) \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,k})}$$

Comprovació de guernament per flexo-compressió

Si $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ i $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ aleshores es realitza la comprovació habitual a compressió o flexocompressió, segons correspongui. Cas contrari les expressions habituals es substitueixen per aquestes altres:

$$\left(\sigma_{c,0,d} / (f_{c,0,d} k_{c,y}) \right) + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) \leq 1$$
$$\left(\sigma_{c,0,d} / (f_{c,0,d} k_{c,z}) \right) + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) \leq 1$$

essent

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right)$$

$$k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right)$$

i $\beta_c = 0,2$ per fusta massissa ó $\beta_c = 0,1$ per fusta laminada i microlaminada.

21.7. Estabilitat de les peces: Bolcada lateral de bigues

Es considera la bolcada lateral de bigues amb flexió respecte de l'eix de major inèrcia, que serà l'eix i per conveni.

Variables que intervenen en el càlcul

Esveltesa relativa a flexió:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$$

Tensió crítica de flexió:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,k} I_z G I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

on I_{tor} és el mòdul de torsió uniforme i W_y és el mòdul resistent respecte de l'eix fort.

Longitud eficaç de bloc lateral:

$$l_{ef} = \beta_v l$$

El factor β_v s'obté en funció de les condicions de càrrega

Comprovació de la bolcada lateral en flexo-compressió

Quan actua un moment flector $M_{y,d}$ (respecte de l'eix fort) junt amb un esforç axil de compressió, s'ha de comprovar la següent condició:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \right) \leq 1$$

on k_{crit} s'obté a partir de les següents expressions:

$$k_{crit} = 1$$
$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$$
$$k_{crit} = 1/\lambda_{rel,m}^2$$

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

per $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$

per $1,4 < \lambda_{rel,m}$

21.8. Classes resistents de fusta

Les classes resistents de fusta poden ser de: espècies de coníferes i pollancre, espècies de frondoses, fusta laminada encolada homogènia i fusta laminada encolada combinada.

Fusta aserrada. Espècies de coníferes i pollancre

Per aquest tipus de fusta en CTE SE-F es consideren les classes: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 i C50. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades Características		Clase resistente					
		C14	C16	C18	C20	C22	C24
Resistencia (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	f _{m,k}	14	16	18	20	22	24
	f _{t,0,k}	8	10	11	12	13	14
	f _{t,90,k}	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	f _{c,0,k}	16	17	18	19	20	21
	f _{c,90,k}	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5
	f _{v,k}	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	E _{0,medio}	7	8	9	9,5	10	11
	E _{0,k}	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4
	E _{90,medio}	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37
	G _{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69
Densidad (Kg/m3) Característica Media	ρ _k	290	310	320	330	340	350
	ρ _{media}	350	370	380	390	410	420

Propiedades Características		Clase resistente					
		C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	f _{m,k}	27	30	35	40	45	50
	f _{t,0,k}	16	18	21	24	27	30
	f _{t,90,k}	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	f _{c,0,k}	22	23	25	26	27	29
	f _{c,90,k}	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
	f _{v,k}	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	E _{0,medio}	11,5	12	13	14	15	16
	E _{0,k}	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
	E _{90,medio}	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
	G _{medio}	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad (Kg/m3) Característica Media	ρ _k	370	380	400	420	440	460
	ρ _{media}	450	460	480	500	520	550

Fusta aserrada. Espècies de frondoses

Per aquest tipus de fusta en CTE SE-F es consideren les classes: D30, D35, D40, D50, D60 i D70. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes							
		D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Resistencia característica (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	f _{m,k}	18	24	30	35	40	50	60	70
	f _{t,0,k}	11	14	18	21	24	30	36	42
	f _{t,90,k}	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	f _{c,0,k}	18	21	23	25	26	29	32	34
	f _{c,90,k}	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
	f _{v,k}	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	E _{0,medio}	10	11	12	12	13	14	17	20
	E _{0,k}	8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
	E _{90,medio}	0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
	G _{medio}	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Densidad (Kg/m³) Característica Media	ρ _k	500	520	530	540	550	620	700	900
	ρ _{media}	610	630	640	650	660	730	840	1080

Fusta laminada encolades homogènia

Per aquest tipus de fusta es consideren les classes: GL24h, GL28h, GL32h i GL36h. A la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Resistencia característica (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	f _{m,g,k}	24	28	32	36
	f _{t,0,q,k}	16,5	19,5	22,5	26
	f _{t,90,g,k}	0,4	0,45	0,5	0,6
	f _{c,0,q,k}	24	26,5	29	31
	f _{c,90,q,k}	2,7	3,0	3,3	3,6
	f _{v,q,k}	2,7	3,2	3,8	4,3
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	E _{0,q,medio}	11,6	12,6	13,7	14,7
	E _{0,q,k}	9,4	10,2	11,1	11,9
	E _{90,q,medio}	0,39	0,42	0,46	0,49
	G _{q,medio}	0,72	0,78	0,85	0,91
Densidad (Kg/m³) Característica Media	ρ _{q,k}	380	410	430	450
	ρ _{media}	---	---	---	---

Fusta laminada encolada combinada

Per aquest tipus de fusta es consideren les classes: GL24c, GL28c, GL32c i GL36c. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes			
		GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Resistencia característica (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	f _{m,q,k}	24	28	32	36
	f _{t,0,q,k}	14	16,5	19,5	22,5
	f _{t,90,q,k}	0,35	0,4	0,45	0,5
	f _{c,0,q,k}	21	24	26,5	29
	f _{c,90,q,k}	2,4	2,7	3,0	3,3
	f _{v,q,k}	2,2	2,7	3,2	3,8
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	E _{0,q,medio}	11,6	12,6	13,7	14,7
	E _{0,q,k}	9,4	10,2	11,1	11,9
	E _{90,q,medio}	0,32	0,39	0,42	0,46
	G _{q,medio}	0,59	0,72	0,78	0,85
Densidad (Kg/m³) Característica Media	ρ _{q,k}	350	380	410	430
	ρ _{media}	---	---	---	---

21.9. Valors de càlcul de les propietats del material

Com a propietats del material es prenen els valors característics del mateix obtinguts a partir de les taules de les diferents classes.

Modificació de la resistència segons la classe de servei i la durada de la càrrega

S'aplica un factor k_{mod} que modifica el valor característic X_k de la seva resistència de la següent forma:

$$X_d = k_{mod} k_h k_c \frac{X_k}{\gamma_M}$$

El valor de k_{mod} depèn de la classe de servei i de la durada de les càrregues que intervenen en la corresponent combinació d'accions.

Modificació per geometria i segons la classe de fusta

Es defineix el factor d'alçada k_h que es pot aplicar a $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{a}{h} \right)^s, k_{h0} \right\} \text{ amb } h < a$$

on h és el cantell a flexió de la peça o la major dimensió de la secció en tracció (en mm), aplicable quan $h < a$. La resta de constants pren els valors:

Tipus de Fusta	a	s	k _{h0}
Massís	150	0,2	1,30
Laminada	600	0,1	1,10
Microlaminada	300	⁽¹⁾	1,20

⁽¹⁾a proporcionar pel fabricant d'acord a la norma UNE EN 14374.

En el programa **Tricalc**, els valors d' a, s y k_{h0} són definibles per l'usuari en les opcions de comprovació de fusta.

Factor de càrrega compartida (k_c)

Pot modificar els valors de $f_{m,k}$, $f_{c,0,k}$ i $f_{t,0,k}$ de la fusta massissa amb un valor $k_c = 1,1$ en EC-5 (i de la fusta microlaminada amb un valor entre 1 i 1,2 en CTE SE-M) que tingui en compte la possible redistribució de càrregues entre elements, cas de no realitzar-se un anàlisi més precís.

Coefficient parcial de seguretat (γ_M)

Veure el LLISTAT D'OPCIONS.

21.10. Barres d'inèrcia variable

El programa permet definir barres de fusta d'inèrcia variable, amb seccions rectangulars i en I, realitzant-se en general les mateixes comprovacions que a barres de secció constant encara que tenint en conte la secció existent a cada punt de la barra.

En el cas de seccions rectangulars i fusta laminada, es contemplen les comprovacions addicionals definides en l'article **6.4.2 Bigues de cantell variable i cares sense canvi de pendent** de CTE SE-M; encara que generalitzant-se per contemplar l'existència simultània de flexió més axial.

És possible definir si les làmines de la barra estan disposades paral·leles a la directriu de la barra (que és el cas més habitual) o paral·lels al costat inclinat de la biga d'inèrcia variable.

També és possible definir si l'extrem de major secció de la barra correspon amb una 'zona de vèrtex', en qualsevol cas també es respecten les indicacions al respecte de l'article **6.4.3 Biga a dos aigües o amb canvi de pendent en una de les cares** de CTE SE-M.

21.11. Barres corbes o amb intradós corb

És possible definir que una barra es comprovi considerant-la com de directriu corba o d'inèrcia variable amb intradós corb. Si la fusta utilitzada és laminada, es respectarà llavors les prescripcions de l'article **6.4.4 Bigues amb parets del seu traçat corbes** de CTE SE-M.

La curvatura sempre es produirà en el plànol $X_p^Y_p$ de la barra.

22. FORJATS DE XAPA

22.2. Introducció

El programa Tricalc 15 permet la definició, càlcul, armat i dibuix de plànols de forjats de xapa d'acer més llosa superior de formigó, ja sigui aquesta xapa utilitzada només als efectes d'emmotllat perdut o com a col·laborant en flexió positiva, podent tenir o no en aquests cas armadures addicionals.

L'estructura portant destinada a suportar els forjats de xapa pot ser de diferent naturalesa: metàl·lica, formigó o obra de fàbrica.

En cap cas el programa comprova el sistema de forjat de xapa combinat amb el càlcul de l'estructura metàl·lica de suport com biga mixta amb connexió llosa-biga de suport mitjançant pernos connectors (formigó treballant a compressió a la part superior i acer treballant a tracció a la part inferior).

22.3. Tipologies de forjats de xapa

Tricalc 15 permet calcular forjats de xapa de les següents tipologies:

- Xapa només com a emmotllat perdut

Quan la xapa funciona com a emmotllat perdut, la seva funció simplement és la de retenir el formigó fins el seu enduriment, no absorbint esforços una vegada hagi endurit la llosa.

En aquest cas, la xapa és llisa, perquè quan el forjat entri en càrrega i la llosa es deformi, els dos materials lliscaran entre si sense que existeixi mútua col·laboració.

- Xapa col·laborant resistent sense armadura

Quan la xapa forma un únic element estructural amb la llosa de formigó per resistir les sol·licitacions existents, aportant resistència a tracció. En una primera fase (fins l'enduriment del formigó) actua com a emmotllat perdut.

En aquest tipus de forjats la xapa actua com armadura a flexió no precisant altres armadures addicionals. La xapa ha de contar per tant amb una sèrie de deformacions, en talladures o protuberàncies que garantitzin que la xapa i el formigó no llisquin entre si al entrar al forjat en càrrega.

- Xapa col·laborant resistent amb armadures addicionals

Bàsicament és el mateix tipus que el descrit anteriorment només que la xapa treballant a flexió precisa d'armadures de flexió complementaries per resistir els esforços existents, per ser ella mateixa insuficient.

En qualsevol dels casos sempre existirà armadures de negatius en els suports en cas de llosa continua i en els voladissos.

Moments positius amb armadura

Es menysprea la col·laboració de la xapa, calculant-se com una llosa unidireccional armada de canto h , a la forma habitual (sense considerar que la secció es mixta)

L'armadura resultant ha de respectar consideracions de quanties mínimes i màximes i de separacions entre rodons especificades a la norma de formigó seleccionada (EHE-08, EHE o EH-91 per norma espanyola, REBAP per norma Portuguesa, etc...)

Per consideracions constructives, l'armat es situa en tots els senos de la xapa, de forma que el número de rodons per xapa és múltiple del seu número de senos.

Eurocodi

S'utilitzen expressió habitual a Eurocodi 2.

$$M_d \leq M_{p.Rd} = \frac{A_s f_{ys}}{\gamma_s} \left(d - \frac{x}{2} \right)$$
$$x = \frac{A_s (f_{ys} / \gamma_s)}{0.85 (f_{ck} / \gamma_c) b_1}$$

essent,	
A_s	àrea d'armadura a tracció
d	distància de l'armadura a la cara superior de la llosa
b_1	amplada de la llosa compressió

Moments negatius

Es menysprea la col·laboració de la xapa. De la secció de formigó, només si te en conte a una secció rectangular d'ample l'ample inferior dels nervis (b_o a la nomenclatura de Eurocodi, B_b a la nomenclatura d'ASCE) i el canto total de la llosa mixta.

Eurocodi

S'utilitza l'expressió habitual a Eurocodi 2.

$$M_d \leq M_{p.Rd} = \frac{A_s f_{ys}}{\gamma_s} \left(d - \frac{x}{2} \right)$$
$$x = \frac{A_s (f_{ys} / \gamma_s)}{0.85 (f_{ck} / \gamma_c) b_0}$$

essent	
d	la distància de l'armadura a la cara inferior de la xapa
b_0	l'ample inferior dels nervis de la xapa

Esforç rasant

S'ha de comprovar que el rasant entre la xapa d'acer i el formigó vessat en obra no supera la resistència proporcionada per les protuberàncies existents a tal efecte a la xapa.

Eurocodi

El tallant vertical màxim, V , ha de complir

$$V \leq V_{I.Rd} = b \cdot d_p \cdot \left[\frac{m \cdot A_p}{b \cdot L_s} + k \right] \cdot \frac{1}{\gamma_{vs}}$$

on	
L_s	és la llum del tallant, que en el cas de càrregues continues és igual L/4 (essent L la llum del vano)
A_p	és l'àrea de la xapa.
γ_{vs}	és el coeficient de minoració, que es prendrà igual a 1,25 en aquests cas.

Fisuració

La xapa nervada d'acer impedeix l'aparició de fissures visibles a la cara inferior del forjat. A la cara superior, a moments negatius, el forjat es comporta com qualsevol altre forjat de formigó, realitzant-se les mateixes comprovacions de fissuració en aquells.

Fletxa

A la fase d'execució, la fletxa produïda per les càrregues d'execució (el pes propi de la xapa més el formigó fresc més altres càrregues a la fase d'execució) es calcularà tenint en conte només la xapa d'acer, suportada a les bigues i als suports intermitjos. Es calcularà per tant d'acord amb la normativa d'acer fixada. Aquestes fletxes no han de superar uns determinats valors que es puguin fixar el programa. Per exemple, la norma americana ASCE estableix que les fletxes, en fase d'execució, no han de superar el major dels següents valors.

- L/180
- 20 mm

A la fase d'explotació, la fletxa de calcular amb la secció homogeneïtzada i tenint en conte la fissuració produïda al formigó, de forma equivalent a com es realitza a la resta de forjats de formigó. Si la xapa actua només com encofrat perdut, no intervé tampoc al càlcul de la fletxa en fase d'explotació.

23. RESISTÈNCIA AL FOC DE L'ESTRUCTURA

El CTE DB SI és el Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi del Codi Tècnic de l'Edificació. Substueix a la norma NBE CPI. A efectes del programa **Tricalc**, només té interès la secció 6 (Resistència al foc de l'estructura) i els annexos corresponents als diferents materials estructurals.

Vegi l'Informe de COMPROVACIÓ A FOC de l'estructura per a obtenir els paràmetres de càlcul de la resistència al foc utilitzats.

23.2. Generalitats

Un incendi en un edifici afecta a la seva estructura de dues maneres diferents:

- Es modifica de manera important la capacitat mecànica dels elements estructurals.
- Apareixen accions indirectes que donen lloc a tensions que es sumen a les degudes a altres accions.

Al programa, d'acord amb aquest DB, s'utilitzen únicament mètodes simplificats que només recullen l'estudi de la resistència al foc dels elements estructurals individuals davant la corba normalitzada temps / temperatura.

Amb els mètodes simplificats indicats en aquesta memòria no és necessari tenir en compte les accions indirectes derivades de l'incendi. És a dir, amb el mètode simplificat proposat en aquest DB, l'incendi no suposa una modificació dels esforços de disseny sinó una reducció de la capacitat resistent, sent suficient comprovar que dita pèrdua permet a l'element resistir el temps necessari sense que es col·lapsi.

23.3. Determinació dels efectes de les accions durant l'incendi

D'acord amb l'article 5 d'aquesta secció 6 del CTE DB SI (i l'article 3.1 de l'Annex 6 de l'EHE-08), es pot apreciar l'efecte de les accions de càlcul en situació d'incendi a partir de l'efecte de les accions de càlcul a temperatura normal, com:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d$$

Sent	
E_d	és l'efecte de les accions a temperatura normal d'acord amb les situacions persistents o transitòries (apartat 4.2.2 del CTE DB SE);
$E_{fi,d}$	és l'efecte de les accions en situació d'incendi;
η_{fi}	factor de reducció o nivell de càrrega en situació d'incendi.

A **Tricalc**, η_{fi} es defineix en les opcions de comprovació a foc (veure l'Informe de COMPROVACIÓ A FOC). Com a simplificació, en els Eurocodis (dels que aquest DB SI no deixa de ser una adaptació) s'indica que pot usar-se el valor $\eta_{fi} = 0,65$, excepte per a àrees d'emmagatzemament, on es recomana un valor de 0,7. En el cas de l'EHE-08, s'indiquen com a valors simplificats $\eta_{fi} = 0,6$ en casos normals y $\eta_{fi} = 0,7$ per a àrees d'emmagatzemament.

23.4. Determinació de la resistència al foc

Els valors dels coeficients de minoració del material en situació d’incendi s’han de prendre com

$$\gamma_{M,fi} = 1$$

En la utilització d’algunes taules d’especificacions de formigó i acer es considera el coeficient de sobredimensionat μ_{fi} , definit com:

$$\mu_{fi} = E_{fi,d} / R_{fi,d,0}$$

Sent

$R_{fi,d,0}$	resistència de l’element estructural en situació d’incendi en l’instant inicial t=0, a temperatura normal.
--------------	--

A **Tricalc**, el valor de μ_{fi} es calcula com

- En el cas de formigó armat, serà un valor definit en les opcions de comprovació a foc (veure l’Informe de COMPROVACIÓ A FOC).
- En el cas de l’acer, s’utilitza l’expressió general de μ_{fi} , sent llavors igual al coeficient d’aprofitament obtingut segons CTE DB SE-A per als esforços $E_{fi,d}$.

23.5. Resistència al foc dels elements de formigó armat

L’Annex C d’aquest DB és molt similar a l’Annex 6 de l’EHE-08, pel qual aquest apartat és d’aplicació a ambdós annexos.

El mètode simplificat establert en aquest DB consisteix en comprovar que les dimensions de les peces i els recobriments de l’armadura proporcionen la resistència al foc requerida. En tot cas també s’hauran de respectar les dimensions mínimes i recobriments mínims establerts en l’EHE-08, que poden ser més exigents. S’ha de tenir en compte, a més, que els aïllaments davant el foc es comporten com un determinat recobriment addicional de formigó equivalent a l’hora de calcular la resistència al foc de l’element, però no sempre es consideren a l’hora de comprovar la durabilitat de l’element davant la corrosió.

Es defineix com a distància equivalent a l’eix de les armadures, **a_m**, a efectes de resistència al foc, al valor:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} \cdot f_{yki} \cdot (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} \cdot f_{yki}}$$

Sent

A_{si}	àrea de l’armadura i (passiva o activa);
a_{si}	distància de l’eix de l’armadura i al parament exposat al foc més pròxim, tenint en compte els revestiments contra foc (en la forma indicada més endavant);
f_{yki}	resistència característica de l’acer de l’armadura i;
Δa_{si}	correcció deguda a les diferents temperatures crítiques de l’acer i a les condicions particulars d’exposició al foc. S’estableix en la taula C.1. del CTE DB SI, idèntica a la Taula A.6.5.1 de l’EHE-08 (no reproduïda en aquesta memòria).

El valor d’**a_m** es calcula per a les armadures longitudinals següents:

- En suports, per al conjunt de l’armadura longitudinal;
- En bigues i forjats, per a l’armadura longitudinal inferior;
- En murs, per a l’armadura vertical situada a la cara exposada.

Els valors de les taules són vàlids per a formigó amb àrid silici, tot i que en l’articulat s’inclouen factors correctors per a altres tipus d’àrid.

Formigó d’alta resistència

El CTE DB SI no indica res al respecte, però **Tricalc** aplica les especificacions de l’EHE-08, com s’indica a continuació.

D’acord amb l’EHE-08, per a verificar la resistència al foc de formigons de $f_{ck} > 50$ MPa es poden utilitzar les taules descrites a continuació, sumant a les dimensions mínimes de la secció definides en dites taules (**b_{min}**) el valor donat en la següent taula (sent **a_{min}** la distància mínima a l’eix de l’armadura definit en les mateixes taules):

Increment de b_{min}	50 MPa < f_{ck} ≤ 60 MPa	60 MPa < f_{ck} ≤ 80 MPa
Elements exposats per una cara	+0,1·a _{min}	+0,3·a _{min}
Elements exposats per més d’una cara	+0,2·a _{min}	+0,6·a _{min}

Per a $f_{ck} > 80$ MPa, s’ha de fer un estudi especial, i per tant, **Tricalc** considera que no tenen resistència al foc suficient.

Suports

La resistència al foc en pilars rectangulars i circulars amb 3 o 4 costats exposats al foc serà suficient si es respecta la dimensió mínima, **b_{min}** i la distància equivalent mínima a l’eix de les armadures, **a_{min}**, indicats a la taula C.2 del CTE DB SI.

Murs resistents

A la taula C.2 del CTE DB SI també es pot obtenir la resistència al foc dels murs massissos portants exposats per una o per ambdues cares, per a un espessor mínim (**b_{min}**) i la distància mínima equivalent a l’eix de les armadures de les cares exposades (**a_{min}**).

Bigues

Per a bigues de secció d’ample variable es considera com a amplada mínima **b** la que existeix a l’alçada del centre de gravetat mecànic de l’armadura traccionada en la zona exposada.

Mitjançant la taula C.3 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions de bigues sustentades als extrems, referida a **b_{min}** i a **a_{min}** de l’armadura inferior traccionada.

En el cas de bigues exposades en les seves quatre cares s’haurà de verificar, a més, que l’àrea de la secció transversal de la biga no sigui inferior a 2·**b_{min}**².

Lloses massisses

Amb la taula C.4 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions de lloses massisses, referida a **a_{min}** de l’armadura inferior traccionada.

Només s’ha de respectar l’espessor mínim, **h_{min}**, de la taula (incloent el solat o qualsevol altre element que mantingui la seva funció aïllant durant tot el període de resistència al foc) si la llosa ha de complir una funció de compartimentació d’incendis (criteris R, E i I); però no quan es requereixi únicament una funció resistent (criteri R).

Les **bigues planes** amb massissats laterals majors que 10 cm (el qual és perceptiu segons EHE-08 en forjats unidireccionals prefabricats) es poden assimilar a lloses unidireccionals.

Forjats bidireccionals (reticulars)

Amb la taula C.5 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions dels forjats nervats bidireccionals, referida a l’ample mínim de nervi i a **a_{min}** de l’armadura inferior traccionada.

Només s’ha de respectar l’espessor mínim de la llosa superior (capa de compressió), **h_s**, de la taula (incloent solat o qualsevol element que mantingui la seva funció aïllant durant tot el període de resistència al foc) si el forjat ha de complir una funció de compartimentació d’incendis (criteri REI); però no quan es requereixi únicament una funció resistent (criteri R).

Si els forjats disposen d’elements d’entrebigat ceràmics o de formigó i revestiment inferior, per a resistència al foc R-120 o menor bastarà amb que es compleixi el valor d’**a_{min}** a la taula corresponent a lloses massisses, podent comptabilitzar-se, a efectes de dita distància, els espessors equivalents de formigó de l’aïllament.

Condicions addicionals per al dimensionament de les armadures

Per a una resistència al foc R–90 o major, s’exigeixen unes condicions a l’armat que són tingudes en compte per **Tricalc** de forma opcional. Concretament:

- Bigues amb les tres cares exposades al foc (bigues amb despenjament sota el forjat)

Per a R 90 o major, l’armadura de negatius de bigues contínues es perllongarà fins al 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior al 25% de la requerida en els extrems. El programa **Tricalc** respectarà aquesta prescripció si es selecciona l’opció corresponent.

- Lloses massisses i forjats reticulars

Les **bigues planes** amb massissats laterals majors que 10 cm es poden assimilar a lloses unidireccionals. (Tant EFHE com EHE-08 exigeixen sempre aquest massissat de 10 cm per a forjats unidireccionals amb elements prefabricats).

Per a lloses massisses i reticulars sobre suports lineals, si s’exigeix R 90 o major, l’armadura de negatius s’haurà de prolongar un 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior a un 25% de la requerida en extrems sustentats. El programa **Tricalc** realitzarà aquesta comprovació si es selecciona l’opció 'Considerar els criteris d’armat del CTE DB SI – Annex C, per a una resistència R 90 o superior' i a més no es selecciona l’opció 'Armar com a llosa sense bigues'.

Per a lloses massisses i reticulars sobre suports puntuals, si s'exigeix R 90 o major, el 20% de l'armadura superior sobre suports s'haurà de prolongar al llarg de tot el tram. El programa **Tricalc** realitzarà aquesta comprovació si es selecciona l'opció 'Considerar els criteris d'armat del CTE DB SI – Annez C, per a una resistència R 90 o superior' i a més es selecciona l'opció 'Armar com a llosa sense bigues'.

- Forjats unidireccionals

Per a una resistència al foc R 90 o major, l'armadura de negatius de forjats continus s'ha de prolongar fins al 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior al 25% de la requerida en els extrems. Això és respectat per **Tricalc** si es selecciona l'opció "Considerar els criteris d'armat del CTE DB SI – Annex C, per a una resistència R 90 o superior".

23.6. Resistència al foc dels elements d'acer

S'admet que la situació d'incendi no varia les coaccions exteriors, tipus d'unió ni classes de les seccions.

Per als pilars amb seccions de Classe 1, 2 o 3, **Tricalc** utilitza el model exposat en l'apartat D.2.2 del CTE DB SI.

Per a les bigues i diagonals amb seccions de Classe 1, 2 o 3, **Tricalc** utilitza el model exposat en l'apartat D.2.1 del CTE DB SI.

Per a les seccions de Classe 4 i seccions obertes conformades en fred, d'acord amb el paràgraf D.1(4) del CTE DB SI, basta comprovar que la temperatura de l'acer no assoleix el valor $\theta_{crit} = 350^{\circ}$.

Càlcul de la resistència a foc en pilars

El CTE DB SI només cobreix el cas d'estructures travades (intraslacionals). Tanmateix, **Tricalc** utilitza aquest mètode també en cas d'estructures no travades (traslacionals).

En suports de paret no prima (Classes 1, 2 o 3), la capacitat resistent de càlcul considerant pandeig d'un element sotmès a flexocompressió es pot verificar, a partir de les sol·licitacions obtingudes de la combinació d'accions en cas d'incendi, mitjançant les expressions generals del DB SE-A utilitzant els valors modificats donats a continuació:

- El límit elàstic es reduirà multiplicant-lo pel coeficient $k_{y,\theta}$ de la Taula D.2 del CTE DB SI (no reproduïda en aquesta memòria).
- Com a longitud de pandeig es prendrà, en estructures arriostrades i si el sector d'incendi no avarca més d'una planta, la meitat de l'alçada entre plantes intermitjes, o el 0,7 de l'alçada de l'última planta. A **Tricalc** s'utilitzarà la mateixa longitud de pandeig que en situació no d'incendi.
- Com corba de pandeig s'utilitzarà la corba c , amb independència del tipus de secció transversal o el pla de pandeig.
- L'esveltesa reduïda s'incrementarà multiplicant-la pel coeficient $k_{\lambda,\theta}$ de la taula D.2 abans esmentada.

Càlcul de la resistència a foc en bigues

El mètode consisteix en obtenir, de la taula D.1 del CTE DB SI (no reflectida en aquesta memòria), la relació d/λ_p mínima a aportar per l'aïllament contra el foc en funció de la resistència requerida en minuts, el factor de forma de la secció i el coeficient de sobredimensionament de la biga, sent:

d	Espessor de l'aïllament, en metres;
λ_p	conductivitat de l'aïllant, en W/(m·K)

Un valor $d/\lambda_p = 0$ o un valor de $\mu_{fi} < 0,4$ indica que no és necessari revestiment protector davant al foc. Un valor de $\mu_{fi} > 0,7$ implica un error de resistència davant al foc.

Càlcul de la temperatura de l'acer

El càlcul es realitza de forma incremental. Se suposa que tant l'acer com l'ambient es troben al principi a 20°C. Passat un determinat increment de temps (que en **Tricalc** és de 5 s) es calcula amb la corba normalitzada temps-temperatura la temperatura del gas que envolta l'element. Amb l'ambient a aquesta temperatura i l'acer a 20°C es calcula el flux de calor, assolint-se altra temperatura en l'acer passat aquest increment de temps. A partir d'aquí es considera altre increment per al que hi haurà una temperatura de gas. Amb aquesta última temperatura i la temperatura de l'acer del pas anterior, es recalcula el flux de calor i amb això una nova temperatura en l'acer. I així succesivament fins a arribar al temps de resistència a foc desitjat (si és R60, per exemple, 60 minuts). La corba normalitzada temps-temperatura es defineix en l'article B.2 del CTE DB SI, expressió (B.1):

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10} (8 \cdot t + 1)$$

Sent	
θ_g	temperatura del gas, en °C;

t	temps des de l'inici de l'incendi, en minuts.
---	---

23.7. Resistència al foc dels elements d'alumini

La resistència al foc dels elements d'alumini es realitza mitjançant l'Eurocodi 9, d'acord amb l'EN 1999-1-2:2007 + AC:2009.

Propietats dels materials

Per a avaluar la resistència en situació d'incendi, algunes de les característiques de l'alumini varien en funció de la temperatura aconseguida. D'aquesta forma, s'estableixen els següents coeficients:

$$k_{o,\theta} = f_{o,\theta} / f_o$$
$$E_{al,\theta} / E_{al}$$

Sent	
$f_{o,\theta}$	límit elàstic pràctic de l'alumini amb el 0,2% de deformació unitària en funció de la seva temperatura;
$E_{al,\theta}/E_{al}$	relació entre el mòdul d'elasticitat de l'alumini en funció de la seva temperatura i el mòdul d'elasticitat de l'alumini a 20 °C

En les taules 1a, 1b i 2 de l'EN 1999-1-2 (no reproduïdes en aquesta memòria) s'indica el valor d'aquests coeficients per a cada temperatura de l'alumini.

Classificació de les seccions

Per a les comprovacions relatives a aquesta part EN 1999-1-2, les seccions poden ser classificades com a temperatura normal.

Càlcul de la resistència a foc

El coeficient de seguretat per a la situació d'incendi, γ_{Mfi} , excepte l'indicat en l'annex nacional, pot prendre's de valor 1,0, que és el valor adoptat per **Tricalc**. El càlcul es realitza mitjançant els apartats 4.2.1 i 4.2.2 de l'EN 1999-1-1:2007, no reproduïts en aquesta memòria.

Càlcul de la temperatura de l'alumini

El càlcul es realitza de forma incremental. Se suposa que tant l'alumini com l'ambient es troben al principi a 20°C. Passat un determinat increment de temps (que en **Tricalc** és de 5 s) es calcula amb la corba normalitzada temps-temperatura la temperatura del gas que envolta l'element. Amb l'ambient a aquesta temperatura i l'alumini a 20°C es calcula el flux de calor, aconseguint-se altra temperatura en l'alumini passat aquest increment de temps. A partir d'aquí es considera altre increment per al que hi haurà una temperatura de gas. Amb aquesta última temperatura i la temperatura de l'alumini del pas anterior, es re-calcula el flux de calor i amb això una nova temperatura en l'alumini. I així successivament fins a arribar al temps de resistència a foc desitjat (si és R60, per exemple, 60 minuts). La corba normalitzada temps-temperatura es defineix en l'EN 1991-1-2, expressió (3.4):

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10} (8 \cdot t + 1)$$

Sent	
θ_g	temperatura del gas, en °C;
t	temps des de l'inici de l'incendi, en minuts.

23.8. Resistència al foc dels elements de fusta

El programa calcula l'estabilitat estructural de les barres de fusta front a foc, és a dir, comprova la capacitat resistent dels elements de fusta front a les accions de càlcul quan es troben sotmesos a una *corba d'incendi normal*.

Tricalc realitza aquesta comprovació considerant el *mètode de la secció eficaç*, que admet una pèrdua de secció resistent de les cares exposades al foc expressada per mitjà de la *profunditat eficaç de carbonització*, la qual és funció del temps d'incendi, com ho especifica l'annex E del CTE DB SI (**Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat en cas d'Incendi**).

Valors de càlcul de les propietats del material

Els valors de càlcul de les propietats de l'element sotmès a l'acció d'un foc, es determinen mitjançant la següent expressió:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{k_{fi} f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

on $k_{mod,fi} = 1,0$, $\gamma_{M,fi} = 1,0$ i $k_{fi} = 1,0$.

Carbonització de la fusta

Tricalc permet comprovar la resistència a foc d’elements de fusta que es troben recoberts amb protecció com sense ella. Per cada cas es realitzen les següents comprovacions:

Estructures de fusta sense protecció

Es considera una secció nominal que s’obté descomptant a la secció inicial una profunditat carbonitzada obtinguda a partir de la següent expressió:

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

on t és el temps d’exposició al foc en minuts, i β_n (velocitat de carbonització) s’obté de la següent taula.

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
Frondosas	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m^3 ⁽¹⁾	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
Madera microlaminada	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

⁽¹⁾ Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m³, se interpolará linealmente

S’han de tenir en compte les següents observacions:

- Les velocitats d’aquesta taula s’apliquen sempre que l’espessor residual mínim sigui de 40 mm.
- Per espessors residuals menors les velocitats de carbonització han d’incrementar-se en un 50 %.
- En fusta massissa de frondoses amb densitats compreses entre 290 i 450 kg/m³ poden obtenir-se els valors de β_n per interpolació lineal.

Estructures de fusta amb protecció

En la comprovació dels elements de fusta amb protecció es té en compte els següents punts:

El començament de la carbonització es retarda fins el temps t_{ch} funció del tipus de protecció.

La velocitat de carbonització un cop assolit el temps t_{ch} de començament de carbonització és menor fins el temps de fallença de la protecció, t_f .

Si el temps de fallença és inferior a 10 minuts ($t_f < 10 \text{ min}$) llavors l’efecte de la protecció es desprecia.

En l’interval de temps transcorregut entre el començament de la carbonització i la fallença del revestiment ($t_f - t_{ch}$) la velocitat de carbonització s’obté multiplicant la velocitat nominal per un factor k_2 .

Un cop que s’ha produït la fallença del revestiment, la carbonització prossegueix amb velocitat $2\beta_n$ fins que s’assoleix un temps t_{en} que es pot calcular mitjançant l’expressió:

$$t_{en} = \min \left\{ 2 t_f - \frac{d_1}{\beta_n}, t_f + \frac{25 - d_1}{2 \beta_n} \right\} \quad \text{si } d_1 \leq 25$$

$$t_{en} = t_f \quad \text{si } d_1 > 25$$

on $d_1 = (t_f - t_{ch}) k_2 \beta_n$.

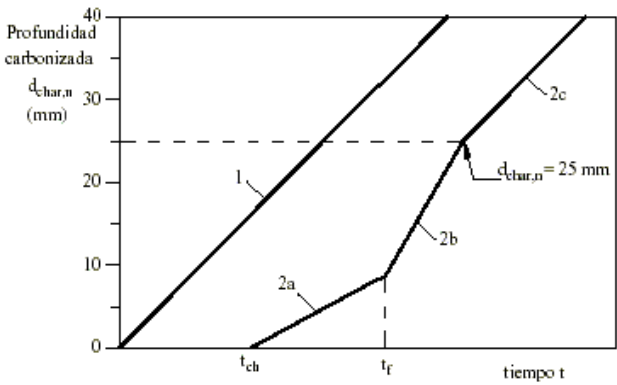


Figura VI.5.4 Relación entre profundidad carbonizada y tiempo para $t_{ch} \leq t_f$ y $t_f \geq 10$ minutos

Relación para piezas no protegidas para la velocidad de carbonización β_n
Relación para piezas protegidas cuando la carbonización comienza antes del fallo de la protección
La carbonización comienza en t_{ch} con una velocidad reducida mientras la protección se encuentra todavía en su posición
Antes de que la protección haya fallado y la carbonización comience con velocidad doble
Antes de que la profundidad carbonizada exceda de 25 mm la velocidad de carbonización se reduce a β_n

Comprovació pel mètode de la secció reduïda

Per la comprovació de la resistència a foc dels elements de fusta s’apliquen els procediments generals de comprovació de seccions de fusta, considerant l’element estructural amb la seva secció reduïda per l’efecte de la carbonització.

La secció reduïda ha de calcular-se descomptant, a la secció inicial, la profunditat eficaç de carbonització d_{ef} calculada a partir de la següent fórmula:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

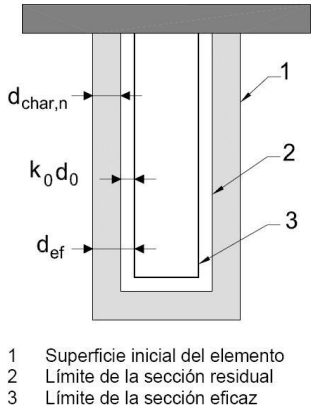
on,

$d_0 = 7 \text{ mm}$

$k_0 = \min \{t/t_0; 1,0\}$

$t_0 = 20 \text{ min}$ per superfícies no protegides

$t_0 = \max \{20; t_{ch}\}$ per superfícies protegides.



23.9. Resistència al foc de les estructures de fàbrica

A causa de la parquetat de l’annex F del CTE DB SI, **Tricalc** realitza la comprovació a foc dels murs de fàbrica d’acord amb la norma europea EN 1993-1-2.

En funció del tipus de peça de la fàbrica, el seu morter i possible capa de protecció (que el programa afegeix si és necessari i les opcions de càlcul a foc fixades ho permeten), l’EN 1999-1-2 estableix una relació entre espessor de la fàbrica i resistència al foc (criteri R) que comporta.

23.10. Resistència al foc de les bigues mixtes

En situació d'incendi, s'avalua la resistència de la secció tenint en compte la pèrdua de resistència dels materials (formigó, acer estructural, armadures i connectors de tallant) degut a la temperatura assolida en cada punt de la secció, pel que s'utilitza la norma europea EN 1994-1-2.

Les opcions relatives a foc de les bigues mixtes, s'estableixen d'acord al següent criteri:

- L'opció de **Càlcul a foc activat** i el temps en minuts a resistir en situació d'incendi, s'escullen de la pestanya **Bigues**.
- L'aïllament de la part d'acer estructural s'indica en l'apartat de bigues d'acer, amb l'excepció que, en bigues compostes, s'assumeix sempre que l'opció **Sols tres cares exposades** està activada.
- L'aïllament del cap inferior, s'estableix en la pestanya **Lloses de forjat** en el cas que la biga mixta sigui del tipus **Cap rectangular de formigó**, i de la pestanya **Forjats de xapa** en el cas de bigues d'aquest tipus.

L'armat i connectors resultants del càlcul seran els màxims entre la situació normal i la situació amb foc. En l'informe de barres de formigó i mixtes es detalla la quantia d'armat i connectors necessaris en ambdues situacions.

Vegi el Manual de Normatives per a més informació.

1. ANEXOS

1.1. Datos de Cálculo

1.1.1. Informe de datos de cálculo

1.1.1.1. Càrregues

Hipòtesi de càrrega

NH	Nom	Tipus	Descripció
0	G	Permanents	Permanents
1	Q1	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
2	Q2	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
7	Q3	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
8	Q4	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
9	Q5	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
10	Q6	Sobrecàrregues	Sobrecàrregues
22	S	Neu	Neu
21	T	Sense definir	Temperatura
23	A	Sense definir	Accidentals

Coeficients de majoració

Tipus	Hipòtesi		Fav.	Desfav.
	N	Id		
Càrregues permanents	0	G	0,80	1,35
Cargas variables	1	Q1	0,00	1,50
	2	Q2	0,00	1,50
	7	Q3	0,00	1,50
	8	Q4	0,00	1,50
	9	Q5	0,00	1,50
	10	Q6	0,00	1,50
Càrregues mòbils no habilitades				
Càrregues de temperatura	21	T	0,00	1,50
Càrregues de neu	22	S	0,00	1,50
Càrregues accidentals	23	A	0,00	1,00

Opcions de càrregues

- Vent no actiu
- Sisme no actiu
- Es considera el Pes propi de les barres

Coeficients de combinació

Categoria de les sobrecàrregues d'ús: Sense definir o altres casos

Tipus de càrrega	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
Gravitatòries	0,70	0,50	0,30
Mòbils	0,70	0,50	0,30
Vent	0,60	0,50	0,00
Neu	0,50	0,20	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00

1.1.1.2. Càrregues en forjats i murs

Càrregues en forjats unidireccionals-xapa

Plànol 175

Forjat	Rigidesa total	Tipus de càrrega	Costat	N	Càrrega		Hipòtesi	
F1_2	11866 m2·kN/m	Superficial			4,75	kN/m²	0	G
					5,00	kN/m²	1	Q1
F1_1	11866 m2·kN/m	Superficial			4,75	kN/m²	0	G
					5,00	kN/m²	1	Q1

Plànol 575

Forjat	Rigidesa total	Tipus de càrrega	Costat	N	Càrrega		Hipòtesi	
F5_1	11866 m2·kN/m	Superficial			4,75	kN/m²	0	G
					5,00	kN/m²	1	Q1
F5_2	11866 m2·kN/m	Superficial			4,75	kN/m²	0	G
					5,00	kN/m²	1	Q1

Plànol 880

Forjat	Rigidesa total	Tipus de càrrega	Costat	N	Càrrega		Hipòtesi	
F8_1	11866 m2·kN/m	Superficial			5,25	kN/m²	0	G
					2,00	kN/m²	1	Q1
					1,00	kN/m²	22	S

Plànol 1015

Forjat	Rigidesa total	Tipus de càrrega	Costat	N	Càrrega		Hipòtesi	
F8_2	11866 m2·kN/m	Superficial			4,25	kN/m²	0	G
					1,00	kN/m²	1	Q1

Càrregues en murs resistents

Plànol XY-00969

Tipus de càrrega	Mur resistent	N	Càrrega		Direcció			Hipòtesi	
Pes propi	2		14,71	kN/m³	0.00	-1.00	0.00	0	G

Plànol ZY000470

Tipus de càrrega	Mur resistent	N	Càrrega		Direcció			Hipòtesi	
Pes propi	1		14,71	kN/m³	0.00	-1.00	0.00	0	G

1.2. Geometría

1.3. Acciones-Cargas

1.3.1. Informe de cargas

1.3.1.1. CÀRREGUES EN BARRES

BARRA		CÀRREGA		A(cm)	L(cm)	Direcció	HIP	Id
2		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
3		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
4		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
5		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
6		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
6		QC(kN/m)*	5,3378			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
6		QC(kN/m)*	5,6187			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
7		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
7		QC(kN/m)*	5,3378			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
7		QC(kN/m)*	5,6187			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
8		QC(kN/m)	0,4531			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
9		QC(kN/m)	0,4531			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
10		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
10		QD(kN/m)*	7,7425		0 455	(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
10		QD(kN/m)*	8,1500		0 455	(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
10		P(kN)*	1,35	490		(+0,00,-1,00,+0,00)	0	G
10		P(kN)*	1,43	490		(+0,00,-1,00,+0,00)	1	Q1
11		QC(kN/m)	1,5323			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
12		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
12		P(kN)*	1,35	82		(+0,00,-1,00,+0,00)	0	G
12		P(kN)*	1,43	82		(+0,00,-1,00,+0,00)	1	Q1
13		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
14		QC(kN/m)	1,5323			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
14		QC(kN/m)*	7,7425			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
14		QC(kN/m)*	8,1500			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
14		MF(kNm)	0,495	0		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	70		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	140		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	210		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	280		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	350		eix 0	0	G
14		MF(kNm)	0,495	420		eix 0	0	G

BARRA		CÀRREGA		A(cm)	L(cm)	Direcció	HIP	Id
14		MF(kNm)	0,521	0		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	70		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	140		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	210		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	280		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	350		eix 0	1	Q1
14		MF(kNm)	0,521	420		eix 0	1	Q1
15		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
16		QC(kN/m)	2,2066			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
17		QC(kN/m)	2,2066			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
18		QC(kN/m)	0,4139			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
18		QC(kN/m)*	4,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
18		QC(kN/m)*	6,6000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
18		P(kN)	18,00	150		(+0,00,-1,00,+0,00)	0	G
19		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
20		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
21		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
22		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
22		QC(kN/m)*	5,3378			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
22		QC(kN/m)*	5,6187			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
23		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
23		QC(kN/m)*	9,6188			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
23		QC(kN/m)*	10,1250			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
24		QC(kN/m)	0,7081			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
24		QC(kN/m)	56,3500			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
24		QC(kN/m)	10,5000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
24		QC(kN/m)	7,5000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
24		QC(kN/m)	3,1500			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
24		QC(kN/m)*	5,3378			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
24		QC(kN/m)*	5,6188			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
25		QC(kN/m)	1,5323			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
26		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
26		QC(kN/m)*	9,6188			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
26		QC(kN/m)*	10,1250			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
27		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
27		QC(kN/m)*	5,3369			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
27		QC(kN/m)*	5,6178			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
28		QC(kN/m)	0,9630			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
28		QC(kN/m)	5,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
28		QC(kN/m)	8,7500			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
28		QC(kN/m)	5,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
28		QC(kN/m)	48,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
28		QC(kN/m)	7,5000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
29		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
30		QC(kN/m)	0,4139			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
30		QC(kN/m)*	4,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
30		QC(kN/m)*	6,6000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
30		QD(kN/m)	4,0000		0 500	(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
30		P(kN)	6,00	770		(+0,00,-1,00,+0,00)	0	G
30		P(kN)	12,00	600		(+0,00,-1,00,+0,00)	0	G
31		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
32		QC(kN/m)	0,6012			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
33		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
34		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G

BARRA		CÀRREGA		A(cm)	L(cm)	Direcció	HIP	Id
34		QC(kN/m)*	5,8996			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
34		QC(kN/m)*	2,2475			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
35		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
35		QC(kN/m)*	5,8997			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
35		QC(kN/m)*	2,2475			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
36		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
36		QC(kN/m)*	5,8992			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
36		QC(kN/m)*	2,2473			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
37		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
38		QC(kN/m)	0,4139			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
38		QC(kN/m)	5,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
38		QC(kN/m)*	5,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
38		QC(kN/m)*	2,0000			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
39		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
40		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
40		QC(kN/m)*	4,7759			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
40		QC(kN/m)*	1,1237			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
41		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
41		QC(kN/m)*	4,7759			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G
41		QC(kN/m)*	1,1237			(+0,00,-1,00,+0,00)		1 Q1
42		QC(kN/m)	0,6129			(+0,00,-1,00,+0,00)		0 G

1.3.1.2. CÀRREGUES EN PLANS

Pla	Càrrega		Direcció		Posició	Hip	Mod
XY-00969	QS(kN/m2)	1,77	[0,00;-1,00; 0,00]		2	0	
ZY000470	QS(kN/m2)	1,77	[0,00;-1,00; 0,00]		1	0	

1.4. Combinación de Acciones

1.5. Listados y Gráficas de Esfuerzos

1.5.1. Informe de solicitaciones

1.5.1.1. Bigues

Sol·licitacions (Eixos principals. Hip. sense majorar; Comb. majorades)

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
5		4	0	M+	A		+4118,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M+	A		+4118,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		5	225	M+	A		+4118,5	+0,0	+2467,8	+0,0	+0,0	+0,0
		4	0	M-	A		+0,0	+0,0	35539,7	+0,0	29694,2	+0,0
			113	M-	A		+0,0	+0,0	17690,5	+0,0	29693,3	+0,0
		5	225	M-	A		+0,0	+0,0	-0,3	+0,0	29692,3	+0,0
6		4	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
			318	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		10	635	M+	A		+0,0	+0,0	+4423,0	+0,0	+0,0	+0,0
		4	0	M-	A		-3653,8	+0,0	-5608,4	+0,0	2866,2	+0,0
			318	M-	A		-3653,8	+0,0	-600,9	+0,0	2813,8	+0,0
		10	635	M-	A		-3653,8	+0,0	+0,0	+0,0	2761,5	+0,0
		5	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
7			318	M+	A		+0,0	+0,0	+1217,8	+0,0	+0,0	+0,0
		11	635	M+	A		+0,0	+0,0	+4420,4	+0,0	+0,0	+0,0
		5	0	M-	A		-3486,1	+0,0	-2248,2	+0,0	3583,2	+0,0
			318	M-	A		-3486,1	+0,0	+0,0	+0,0	3530,9	+0,0
		11	635	M-	A		-3486,1	+0,0	+0,0	+0,0	3478,5	+0,0
		8	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
10			250	M+	A		+0,0	+0,0	+30,7	+0,0	+0,0	+0,0
		9	500	M+	A		+0,0	+0,0	+0,3	+0,0	+36,0	+0,0
		8	0	M-	A		-7,8	-0,0	-84,0	+0,0	-75,2	-0,0
			250	M-	A		-7,8	+0,0	+0,0	+0,0	-16,5	-0,0
		9	500	M-	A		-7,8	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
		9	0	M+	A		+1,3	+0,0	+7,7	+0,0	+0,0	+0,0
12			164	M+	A		+1,3	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		13	328	M+	A		+1,3	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		9	0	M-	A		+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	-36,0	+0,0
			164	M-	A		+0,0	+0,0	-55,8	+0,0	-41,4	+0,0
		13	328	M-	A		+0,0	-0,0	-124,7	+0,0	-42,7	+0,0
		10	0	M+	A		+3447,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
13			113	M+	A		+3447,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		11	225	M+	A		+3447,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		10	0	M-	A		+0,0	+0,0	-8885,2	+0,0	6942,2	+0,0
			113	M-	A		+0,0	+0,0	-6653,6	+0,0	6941,3	+0,0
		11	225	M-	A		+0,0	+0,0	-4442,8	+0,0	6940,4	+0,0
		16	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
18			442	M+	A		+0,0	+0,0	+65,2	+0,0	+3,2	+0,0
		17	884	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+73,3	+0,0
		16	0	M-	A		+0,0	+0,0	-112,3	+0,0	-91,2	+0,0
			442	M-	A		+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		17	884	M-	A		+0,0	-0,0	-103,8	+0,0	+0,0	+0,0
		18	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+58,4	+0,0
21			113	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+59,3	+0,0
		19	225	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+60,3	+0,0
		18	0	M-	A		-37,8	+0,0	-22,3	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M-	A		-37,8	+0,0	-88,8	+0,0	+0,0	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
22		19	225	M-	A		-37,8	+0,0	-155,8	+0,0	+0,0	+0,0
		18	0	M+	A		+24,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			318	M+	A		+24,0	+0,0	+65,8	+0,0	+0,0	+0,0
		25	635	M+	A		+24,0	+0,0	+1,8	+0,0	+46,3	+0,0
		18	0	M-	A		+0,0	-0,0	-36,7	-0,0	-58,4	-0,0
			318	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	-6,1	-0,0
23		25	635	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	-0,0
		19	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			168	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		20	335	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		19	0	M-	A		-2,2	+0,0	-173,1	+0,0	-100,0	+0,0
			168	M-	A		-2,2	+0,0	-46,0	+0,0	-51,3	+0,0
24		20	335	M-	A		-2,2	+0,0	-0,9	+0,0	-3,5	+0,0
		19	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			203	M+	A		+0,0	+0,0	+252,4	+0,0	+0,3	+0,0
		21	405	M+	A		+0,0	+0,0	+1,1	+0,0	+248,4	+0,0
		19	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-249,0	+0,0
			203	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
25		21	405	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		20	0	M+	A		+0,0	+0,0	+2,2	+0,0	+0,0	+0,0
			203	M+	A		+0,0	+0,0	+3,9	+0,0	+1,4	+0,0
		22	405	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+5,6	+0,0
		20	0	M-	A		-0,9	+0,0	+0,0	+0,0	-3,5	-0,0
			203	M-	A		-0,9	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
26		22	405	M-	A		-0,9	-0,0	-3,3	+0,0	+0,0	-0,0
		21	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			158	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		22	315	M+	A		+0,0	+0,0	+0,9	+0,0	+0,0	+0,0
		21	0	M-	A		-3,3	+0,0	-161,4	+0,0	-97,2	+0,0
			158	M-	A		-3,3	-0,0	-44,1	+0,0	-51,3	+0,0
27		22	315	M-	A		-3,3	-0,0	+0,0	+0,0	-5,5	+0,0
		21	0	M+	A		+81,9	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			115	M+	A		+81,9	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		26	230	M+	A		+81,9	+0,0	+3,0	+0,0	+0,0	+0,0
		21	0	M-	A		+0,0	+0,0	-151,1	+0,0	-85,9	+0,0
			115	M-	A		+0,0	+0,0	-63,2	+0,0	-67,0	+0,0
28		26	230	M-	A		+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	-48,1	+0,0
		23	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			254	M+	A		+0,0	+0,0	+346,2	+0,0	+0,3	+0,0
		24	507	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+273,4	+0,0
		23	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-272,9	+0,0
			254	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
29		24	507	M-	A		+0,0	+0,0	-1,4	+0,0	+0,0	+0,0
		25	0	M+	A		+0,0	+0,0	+24,1	+0,0	+46,2	+0,0
			113	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+47,2	+0,0
		26	225	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+48,1	+0,0
		25	0	M-	A		-0,9	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M-	A		-0,9	+0,0	-28,7	+0,0	+0,0	+0,0
30		26	225	M-	A		-0,9	+0,0	-82,0	+0,0	+0,0	+0,0
		27	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			442	M+	A		+0,0	+0,0	+81,8	+0,0	+0,0	+0,0
		28	884	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+95,9	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
		27	0	M-	A		-0,0	-0,0	-133,7	+0,0	-95,6	+0,0
			442	M-	A		-0,0	-0,0	+0,0	+0,0	-1,7	+0,0
		28	884	M-	A		-0,0	-0,0	-134,5	+0,0	+0,0	+0,0
33		29	0	M+	A		+0,0	+0,0	+8216 1048,0	+0,0	+6790 6304,0	+0,0
			113	M+	A		+0,0	+0,0	+5427 575,0	+0,0	+6790 6312,0	+0,0
		30	225	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6790 6312,0	+0,0
		29	0	M-	A		- 12189 2288,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M-	A		- 12189 2288,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		30	225	M-	A		- 12189 2288,0	+0,0	70626 848,0	+0,0	+0,0	+0,0
34		29	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			180	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		32	359	M+	A		+0,0	+0,0	+1181 41680, 0	+0,0	+0,0	+0,0
		29	0	M-	A		- 76304 016,0	+0,0	- 12564 2008,0	+0,0	- 67906 584,0	+0,0
			180	M-	A		- 76304 016,0	+0,0	- 34106 05,8	+0,0	- 67906 560,0	+0,0
		32	359	M-	A		- 76304 016,0	+0,0	+0,0	+0,0	67906 544,0	+0,0
35		30	0	M+	A		+0,0	+0,0	+1184 25544, 0	+0,0	+6791 3136,0	+0,0
			65	M+	A		+0,0	+0,0	+7428 5416,0	+0,0	+6791 3144,0	+0,0
		31	129	M+	A		+0,0	+0,0	+3082 4372,0	+0,0	+6791 3152,0	+0,0
		30	0	M-	A		- 76297 280,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			65	M-	A		- 76297 280,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		31	129	M-	A		- 76297 280,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
36		31	0	M+	A		+0,0	+0,0	+3057 4094,0	+0,0	+6790 5432,0	+0,0
			115	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6790 5456,0	+0,0
		33	230	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6790 5464,0	+0,0
		31	0	M-	A		- 76303 936,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			115	M-	A		- 76303 936,0	+0,0	- 47517 072,0	+0,0	+0,0	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
37		33	230	M-	A		- 76303 936,0	+0,0	- 12560 8248,0	+0,0	+0,0	+0,0
		32	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M+	A		+0,0	+0,0	+6116 393,5	+0,0	+0,0	+0,0
		33	225	M+	A		+0,0	+0,0	+8217 1240,0	+0,0	+0,0	+0,0
		32	0	M-	A		- 12189 1936,0	+0,0	- 70617 512,0	+0,0	- 67906 208,0	+0,0
			113	M-	A		- 12189 1936,0	+0,0	+0,0	+0,0	- 67906 208,0	+0,0
		33	225	M-	A		- 12189 1936,0	+0,0	+0,0	+0,0	- 67906 208,0	+0,0
38		34	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			442	M+	A		+0,0	+0,0	+87,2	+0,0	+0,1	+0,0
		35	884	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+84,8	+0,0
		34	0	M-	A		+0,0	-0,0	-99,5	+0,0	-84,6	+0,0
			442	M-	A		+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		35	884	M-	A		+0,0	-0,0	-100,4	+0,0	+0,0	+0,0
39		36	0	M+	A		+0,0	+0,0	+8226 00192, 0	+0,0	+6953 50720, 0	+0,0
			113	M+	A		+0,0	+0,0	+3685 3544,0	+0,0	+6953 50720, 0	+0,0
		37	225	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6953 50720, 0	+0,0
		36	0	M-	A		- 85180 1536,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M-	A		- 85180 1536,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		37	225	M-	A		- 85180 1536,0	+0,0	- 74193 9584,0	+0,0	+0,0	+0,0
40		36	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			123	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		38	245	M+	A		+0,0	+0,0	+8138 48960, 0	+0,0	+0,0	+0,0
		36	0	M-	A		- 78139 2960,0	+0,0	- 88975 1488,0	+0,0	- 69534 9376,0	+0,0
			123	M-	A		- 78139 2960,0	+0,0	- 34474 548,0	+0,0	- 69534 9376,0	+0,0
		38	245	M-	A		- 78139 2960,0	+0,0	+0,0	+0,0	- 69534 9376,0	+0,0
41		37	0	M+	A		+0,0	+0,0	+8157 60512, 0	+0,0	+6953 48608, 0	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
			123	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6953 48608, 0	+0,0
		39	245	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6953 48608, 0	+0,0
		37	0	M-	A		- 78139 3024,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			123	M-	A		- 78139 3024,0	+0,0	- 39518 568,0	+0,0	+0,0	+0,0
		39	245	M-	A		- 78139 3024,0	+0,0	- 88784 4160,0	+0,0	+0,0	+0,0
42		38	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			113	M+	A		+0,0	+0,0	+4380 6828,0	+0,0	+0,0	+0,0
		39	225	M+	A		+0,0	+0,0	+8225 98592, 0	+0,0	+0,0	+0,0
		38	0	M-	A		- 85180 1728,0	+0,0	- 74193 8432,0	+0,0	- 69535 0016,0	+0,0
			113	M-	A		- 85180 1728,0	+0,0	+0,0	+0,0	- 69535 0016,0	+0,0
		39	225	M-	A		- 85180 1728,0	+0,0	+0,0	+0,0	- 69535 0016,0	+0,0
46		12	0	M+	A		+0,0	+0,0	+19,1	+0,0	+24,6	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+11,9	+0,0	+31,0	+0,0
		42	51	M+	A		+0,0	+0,0	+3,3	+0,0	+37,2	+0,0
		12	0	M-	A		-3,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
			26	M-	A		-3,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
		42	51	M-	A		-3,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
47		42	0	M+	A		+0,0	+0,0	+3,3	+0,0	+1,3	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+2,1	+0,0	+7,8	+0,0
		43	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+13,9	+0,0
		42	0	M-	A		-4,3	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M-	A		-2,9	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		43	51	M-	A		-2,9	+0,0	-0,6	+0,0	+0,0	+0,0
48		43	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,2	+0,0	+0,1	+0,0
		44	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6,3	+0,0
		43	0	M-	A		-3,8	-0,0	-0,6	+0,0	-6,3	+0,0
			26	M-	A		-3,8	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		44	51	M-	A		-2,4	-0,0	-0,6	+0,0	+0,0	+0,0
49		44	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,3	+0,0	+0,0	+0,0
		45	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6,2	+0,0
		44	0	M-	A		-3,6	+0,0	-0,6	+0,0	-6,4	-0,0
			26	M-	A		-3,6	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	-0,0
		45	51	M-	A		-3,6	+0,0	-0,5	+0,0	+0,0	-0,0
50		45	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,2	+0,0	+0,2	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
		46	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6,4	+0,0
		45	0	M-	A		-5,2	+0,0	-0,5	+0,0	-6,2	+0,0
			26	M-	A		-3,8	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		46	51	M-	A		-3,8	-0,0	-0,6	+0,0	+0,0	+0,0
51		46	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,2	+0,0	+0,3	+0,0
		47	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+6,5	+0,0
		46	0	M-	A		-5,8	-0,0	-0,6	+0,0	-6,1	-0,0
			26	M-	A		-4,3	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
52		47	51	M-	A		-4,3	+0,0	-0,7	+0,0	+0,0	-0,0
		47	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,9	+0,0
		48	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+7,1	+0,0
		47	0	M-	A		-6,9	+0,0	-0,7	+0,0	-5,5	+0,0
53			26	M-	A		-6,9	-0,0	-0,2	+0,0	+0,0	+0,0
		48	51	M-	A		-5,4	-0,0	-1,1	+0,0	+0,0	+0,0
		48	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+4,7	+0,0
		49	51	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+10,9	+0,0
54		48	0	M-	A		-8,5	+0,0	-1,1	+0,0	-1,8	+0,0
			26	M-	A		-8,5	-0,0	-1,5	+0,0	+0,0	+0,0
		49	51	M-	A		-8,5	-0,0	-3,5	+0,0	+0,0	+0,0
		13	0	M+	A		+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+15,2	+0,0
			26	M+	A		+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+8,8	+0,0
55		49	51	M+	A		+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+3,1	+0,0
		13	0	M-	A		-11,5	+0,0	-7,9	+0,0	+0,0	+0,0
			26	M-	A		-11,5	-0,0	-4,8	+0,0	+0,0	+0,0
		49	51	M-	A		-13,0	-0,0	-3,5	+0,0	-1,7	+0,0
		8	0	M+	A		+70,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
56			27	M+	A		+70,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		50	54	M+	A		+70,5	+0,0	+0,0	+0,0	+0,2	+0,0
		8	0	M-	A		+0,0	+0,0	-7,8	+0,0	-1,2	+0,0
			27	M-	A		+0,0	+0,0	-7,5	+0,0	-0,7	+0,0
		50	54	M-	A		+0,0	+0,0	-7,4	+0,0	-0,2	+0,0
57		50	0	M+	A		+51,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			27	M+	A		+51,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		51	54	M+	A		+51,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		50	0	M-	A		+0,0	+0,0	-7,4	+0,0	-11,2	+0,0
			27	M-	A		+0,0	+0,0	-4,5	+0,0	-10,7	+0,0
58		51	54	M-	A		+0,0	+0,0	-1,7	+0,0	-10,1	+0,0
		51	0	M+	A		+38,7	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			27	M+	A		+38,7	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		52	54	M+	A		+38,7	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		51	0	M-	A		+0,0	+0,0	-1,6	+0,0	-3,0	+0,0
			27	M-	A		+0,0	+0,0	-0,9	+0,0	-2,4	+0,0
		52	54	M-	A		+0,0	+0,0	-0,3	+0,0	-1,8	+0,0
		52	0	M+	A		+30,2	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			27	M+	A		+30,2	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		53	54	M+	A		+30,2	+0,0	+0,2	+0,0	+0,1	+0,0
		52	0	M-	A		+0,0	-0,0	-0,3	+0,0	-1,6	+0,0
			27	M-	A		+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	-1,0	+0,0
		53	54	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,5	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
59		53	0	M+	A		+24,8	+0,0	+0,2	+0,0	+0,0	+0,0
			27	M+	A		+24,8	+0,0	+1,2	+0,0	+0,0	+0,0
		54	54	M+	A		+24,8	+0,0	+2,0	+0,0	+0,0	+0,0
		53	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-3,9	+0,0
			27	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-3,4	+0,0
60		54	54	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-2,8	+0,0
		12	0	M+	A		+20,8	+0,0	+4,1	+0,0	+0,0	+0,0
			27	M+	A		+20,8	+0,0	+3,1	+0,0	+0,0	+0,0
		54	54	M+	A		+20,8	+0,0	+2,1	+0,0	+0,0	+0,0
		12	0	M-	A		+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	-3,2	-0,0
			27	M-	A		+0,0	-0,0	-0,0	+0,0	-3,7	-0,0
		54	54	M-	A		+0,0	-0,0	-0,0	+0,0	-4,3	-0,0

1.5.1.2. Pilars

Sol·licitacions (Eixos principals. Hip. sense majorar; Comb. majorades)

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
2		1	0	M+	A		+0,0	+0,0	+22,6	+0,0	+20,5	+0,0
			165	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+20,5	+0,0
		16	330	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+20,5	+0,0
		1	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-276,7	+0,0	+0,0
			165	M-	A		+0,0	-0,0	-11,3	-275,4	+0,0	+0,0
3		16	330	M-	A		+0,0	-0,0	-45,1	-274,0	+0,0	+0,0
		2	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			3	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		3	5	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		2	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0
8			3	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		3	5	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		6	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			200	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		23	400	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
9		6	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-275,3	+0,0	+0,0
			200	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-274,1	+0,0	+0,0
		23	400	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-272,9	+0,0	+0,0
		7	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			200	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
15		24	400	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		7	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-275,3	+0,0	+0,0
			200	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-274,1	+0,0	+0,0
		24	400	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-272,9	+0,0	+0,0
		13	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
16			78	M+	A		+0,0	+0,0	+21,1	+0,0	+0,0	+0,0
		17	155	M+	A		+0,0	+8,6	+49,6	+0,0	+0,0	+0,0
		13	0	M-	A		+0,0	-50,1	-7,7	-257,8	-36,9	-37,9
			78	M-	A		+0,0	-20,6	+0,0	-257,2	-36,9	-37,9
		17	155	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-256,5	-36,9	-37,9
		14	0	M+	A		+10,1	+124,2	+33,7	+0,0	+6,7	+36,2
			123	M+	A		+10,1	+79,7	+25,5	+0,0	+6,7	+36,2
		19	245	M+	A		+10,1	+35,6	+17,3	+0,0	+6,7	+36,2
		14	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-416,5	+0,0	+0,0
			123	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-412,8	+0,0	+0,0

BARRA		NN	X(cm)	HIP	Id	Comb.	Mx kNm	My	Mz	Fx kN	Vy	Vz
17		19	245	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-409,2	+0,0	+0,0
		15	0	M+	A		+10,1	+62,9	+70,3	+0,0	+0,0	+0,0
			123	M+	A		+10,1	+107,4	+78,5	+0,0	+0,0	+0,0
		21	245	M+	A		+10,1	+151,5	+86,7	+0,0	+0,0	+0,0
		15	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-439,4	-6,7	-36,2
			123	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-435,7	-6,7	-36,2
19		21	245	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-432,1	-6,7	-36,2
		16	0	M+	A		+0,0	+0,0	+67,6	+0,0	+42,7	+0,0
			153	M+	A		+0,0	+0,0	+3,5	+0,0	+42,7	+0,0
		27	305	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+42,7	+0,0
		16	0	M-	A		-0,0	+0,0	+0,0	-182,8	+0,0	+0,0
			153	M-	A		-0,0	+0,0	+0,0	-181,6	+0,0	+0,0
20		27	305	M-	A		-0,0	+0,0	-62,7	-180,3	+0,0	+0,0
		17	0	M+	A		+0,0	+8,6	+0,0	+0,0	+0,0	+3,5
			153	M+	A		+0,0	+3,3	+2,7	+0,0	+0,0	+3,5
		28	305	M+	A		+0,0	+0,0	+59,9	+0,0	+0,0	+3,5
		17	0	M-	A		+0,0	+0,0	-54,8	-183,3	-37,6	+0,0
			153	M-	A		+0,0	+0,0	-0,3	-182,0	-37,6	+0,0
31		28	305	M-	A		+0,0	-2,0	+0,0	-180,8	-37,6	+0,0
		27	0	M+	A		+0,0	+0,0	+72,8	+0,0	+49,3	+0,0
			173	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+49,3	+0,0
		34	345	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+49,3	+0,0
		27	0	M-	A		-0,0	-0,0	+0,0	-87,4	+0,0	-0,0
			173	M-	A		-0,0	-0,0	-18,2	-86,0	+0,0	-0,0
32		34	345	M-	A		-0,0	-0,0	-99,5	-84,6	+0,0	-0,0
		28	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			173	M+	A		+0,0	+0,0	+17,2	+0,0	+0,0	+0,0
		35	345	M+	A		+0,0	+0,0	+100,4	+0,0	+0,0	+0,0
		28	0	M-	A		+0,0	-2,0	-76,5	-87,6	-50,6	-0,6
			173	M-	A		+0,0	-1,0	+0,0	-86,2	-50,6	-0,6
43		35	345	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-84,8	-50,6	-0,6
		3	0	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
			28	M+	A		+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
		40	56	M+	A		+0,0	+0,0	+0,3	+0,0	+0,0	+0,0
		3	0	M-	A		-0,0	-29,2	-3,9	-296,0	-7,4	-45,9
			28	M-	A		-0,0	-16,3	-1,8	-295,8	-7,4	-45,9
44		40	56	M-	A		-0,0	-3,0	+0,0	-295,6	-7,4	-45,9
		40	0	M+	A		+0,0	+0,7	+0,3	+0,0	+4,2	+0,0
			28	M+	A		+0,0	+13,9	+0,0	+0,0	+4,2	+0,0
		41	56	M+	A		+0,0	+27,4	+0,0	+0,0	+4,2	+0,0
		40	0	M-	A		-0,0	+0,0	+0,0	-294,2	+0,0	-46,9
			28	M-	A		-0,0	+0,0	-0,9	-294,0	+0,0	-46,9
45		41	56	M-	A		-0,0	+0,0	-2,2	-293,7	+0,0	-46,9
		13	0	M+	A		+0,0	+57,6	+16,3	+0,0	+25,0	+46,1
			28	M+	A		+0,0	+44,7	+9,3	+0,0	+25,0	+46,1
		41	56	M+	A		+0,0	+31,3	+2,1	+0,0	+25,0	+46,1
		13	0	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-294,4	+0,0	+0,0
			28	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-294,6	+0,0	+0,0
		41	56	M-	A		+0,0	+0,0	+0,0	-294,9	+0,0	+0,0

1.6. Listado y Gráfica de Desplazamientos

1.6.1. Informe de desplazamientos

Desplaçaments. Eixos generals, Formigó, E.L.U.
majorades

NN	Tipus	Hip	Id	Comb.	Dx(cm)	Dy	Dz	Gx(1E-5 rad)	Gy	Gz
1	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
2	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
3	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
4	_____	M+	A		+0,000	+724715 05190204 21120,00 0	+0,000	+128166 52034670 45568512 ,0	+0,0	+116149 44583412 67603456 ,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
5	_____	M+	A		+0,000	+986051 26368719 01184,00 0	+0,000	+128166 52034670 45568512 ,0	+0,0	+116149 44583412 67603456 ,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
6	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
7	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
8	_____	M+	A		+0,065	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,064	-0,027	-110,8	-12,1	-2851,2
9	_____	M+	A		+0,065	+0,000	+0,034	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-17,834	+0,000	-7374,1	-12,1	-1683,8
10	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+128166 52034670 45568512 ,0	+0,0	+116149 44583412 67603456 ,0
		M-	A		+0,000	-54041278 25504501 76,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
11	_____	M+	A		+0,000	+211450 94317219 51232,00 0	+0,000	+128166 52034670 45568512 ,0	+0,0	+116149 44583412 67603456 ,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
12	_____	M+	A		+0,026	+0,019	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	-0,027	-40,1	-12,1	-104,6
13	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,029	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,032	+0,000	-581,3	-12,1	-57,1
14	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
15	xyzxyz	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
16	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,4	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,055	+0,000	+0,0	+0,0	-311,3
17	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+183,2	+0,0	+214,1
		M-	A		+0,000	-0,056	+0,000	+0,0	-0,8	+0,0
18	_____	M+	A		+0,610	+0,000	+2,614	+17301,9	+253,3	+6990,4

NN	Tipus	Hip	Id	Comb.	Dx(cm)	Dy	Dz	Gx(1E-5 rad)	Gy	Gz
19	_____	M-	A		+0,000	-9,486	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M+	A		+0,610	+0,000	+2,044	+1408,7	+253,3	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,027	+0,000	+0,0	+0,0	-449,4
20	_____	M+	A		+0,610	+0,000	+1,196	+52,7	+253,3	+0,0
		M-	A		+0,000	-20,058	+0,000	+0,0	+0,0	-7924,2
21	_____	M+	A		+1,636	+0,000	+1,996	+1889,6	+253,3	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,029	+0,000	+0,0	+0,0	-1383,4
22	_____	M+	A		+1,636	+0,000	+1,196	+0,0	+253,3	+0,0
		M-	A		+0,000	-19,877	+0,000	-96,2	+0,0	-7997,5
23	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,089	+0,000	+0,0	+0,0	-1184,8
24	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+1184,8
		M-	A		+0,000	-0,089	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
25	_____	M+	A		+2,218	+0,000	+2,538	+9643,2	+253,3	+35917,0
		M-	A		+0,000	-93,433	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
26	_____	M+	A		+2,218	+0,000	+1,968	+9282,0	+253,3	+33518,1
		M-	A		+0,000	-13,649	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
27	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,089	+0,000	-0,0	+0,0	-245,5
28	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+275,7
		M-	A		+0,000	-0,090	+0,000	-55,1	-0,0	+0,0
29	_____	M+	A		+0,000	+153891 75341226 3936,000	+0,000	+355788 85107215 23712,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	- 97385405 13467826 176,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	-
30	_____	M+	A		+0,000	+132486 40091317 8624,000	+0,000	+355788 85107215 23712,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	- 97385405 13467826 176,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	-
31	_____	M+	A		+0,000	+131520 29096961 6384,000	+0,000	+355788 85107215 23712,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	- 97385405 13467826 176,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	-
32	_____	M+	A		+0,000	+151202 51976941 5680,000	+0,000	+355788 85107215 23712,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	- 97385405 13467826 176,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	-
33	_____	M+	A		+0,000	+129797 16727033 0368,000	+0,000	+355788 85107215 23712,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	- 97385405 13467826 176,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	-
34	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,107	+0,000	+0,0	+0,0	-629,5

NN	Tipus	Hip	Id	Comb.	Dx(cm)	Dy	Dz	Gx(1E-5 rad)	Gy	Gz
35	x_z____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+27,5	+0,0	+621,8
		M-	A		+0,000	-0,108	+0,000	+0,0	-0,0	+0,0
36	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+426856 31839659 360256,0
		M-	A		+0,000	27926310 29129543 68,000	+0,000	92830728 79415105 9456,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-	+0,000	-	+0,0	+0,0
37	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+426856 31839659 360256,0
		M-	A		+0,000	18322041 86293370 88,000	+0,000	92830728 79415105 9456,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-	+0,000	-	+0,0	+0,0
38	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+426856 31839659 360256,0
		M-	A		+0,000	47922785 52726732 8,000	+0,000	92830728 79415105 9456,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-	+0,000	-	+0,0	+0,0
39	_____	M+	A		+0,000	+491663 76127954 944,000	+0,000	+0,0	+0,0	+426856 31839659 360256,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	92830728 79415105 9456,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	-	+0,0	+0,0
40	_____	M+	A		+0,003	+0,000	+0,080	+222,3	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,011	+0,000	+0,0	-45,9	-8,7
41	_____	M+	A		+0,009	+0,000	+0,169	+30,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,021	+0,000	+0,0	-86,2	-13,2
42	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	-0,020	-72,8	-12,1	-14,0
43	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,6
		M-	A		+0,000	-0,008	-0,014	-110,1	-12,1	+0,0
44	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,2
		M-	A		+0,000	-0,008	-0,008	-147,9	-12,1	+0,0
45	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,1
		M-	A		+0,000	-0,008	-0,002	-187,5	-12,1	-0,0
46	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,004	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,008	+0,000	-230,5	-12,1	-0,2
47	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,011	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,008	+0,000	-285,3	-12,1	-1,0
48	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,017	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,009	+0,000	-358,2	-12,1	-3,9
49	_____	M+	A		+0,026	+0,000	+0,023	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,014	+0,000	-451,7	-12,1	-17,5
50	_____	M+	A		+0,059	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,021	-0,027	-49,0	-12,1	-2030,1
51	_____	M+	A		+0,052	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	-0,027	-12,3	-12,1	-1436,4
52	_____	M+	A		+0,046	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,002	-0,027	-4,8	-12,1	-986,1
53	_____	M+	A		+0,039	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0

NN	Tipus	Hip	Id	Comb.	Dx(cm)	Dy	Dz	Gx(1E-5 rad)	Gy	Gz
54	_____	M-	A		+0,000	-0,001	-0,027	-4,8	-12,1	-635,0
		M+	A		+0,032	+0,005	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	-0,027	-14,6	-12,1	-346,3
55	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
56	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
57	_____	M+	A		+0,005	+0,006	+0,000	+0,0	+24,7	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	-0,006	-19,0	+0,0	-19,8
58	_____	M+	A		+0,009	+0,011	+0,000	+0,0	+52,4	+20,0
		M-	A		+0,000	+0,000	-0,013	-7,1	+0,0	+0,0
59	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
60	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
61	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
62	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
63	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
64	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
65	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
66	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
67	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
68	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
69	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
70	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
71	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
72	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+442,5	+247,5
		M-	A		-0,659	-0,034	-0,010	+0,0	+0,0	+0,0
73	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+124,4	+988,8
		M-	A		-0,294	-0,016	-0,005	+0,0	+0,0	+0,0
74	_____	M+	A		+0,004	+0,001	+0,000	+0,0	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	+0,000	-0,006	-19,7	-24,5	+0,0
75	_____	M+	A		+0,005	+0,000	+0,007	+26,7	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,002	+0,000	+0,0	-26,3	+0,0
76	_____	M+	A		+0,007	+0,000	+0,016	+54,6	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,003	+0,000	+0,0	-10,1	+0,0
77	_____	M+	A		+0,007	+0,000	+0,022	+75,4	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,003	+0,000	+0,0	-12,9	+0,0
78	_____	M+	A		+0,007	+0,000	+0,029	+98,7	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,003	+0,000	+0,0	-14,4	+0,0
79	_____	M+	A		+0,007	+0,000	+0,038	+127,7	+0,0	+0,0

NN	Tipus	Hip	Id	Comb.	Dx(cm)	Dy	Dz	Gx(1E-5 rad)	Gy	Gz
80	_____	M-	A		+0,000	-0,003	+0,000	+0,0	-20,4	+0,0
		M+	A		+0,005	+0,000	+0,047	+159,6	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,005	+0,000	+0,0	-16,8	+0,0
81	_____	M+	A		+0,004	+0,000	+0,059	+210,8	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,007	+0,000	+0,0	-32,9	+0,0
82	_____	M+	A		+0,012	+0,001	+0,000	+17,2	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,000	-0,008	+0,0	-63,5	+0,0
83	_____	M+	A		+0,014	+0,000	+0,017	+1,9	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,005	+0,000	+0,0	-31,9	+0,0
84	_____	M+	A		+0,016	+0,000	+0,033	+1,5	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	+0,000	+0,0	-29,2	+0,0
85	_____	M+	A		+0,016	+0,000	+0,048	+10,8	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	+0,000	+0,0	-27,8	+0,0
86	_____	M+	A		+0,016	+0,000	+0,064	+18,5	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	+0,000	+0,0	-33,7	+0,0
87	_____	M+	A		+0,015	+0,000	+0,082	+27,2	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,006	+0,000	+0,0	-38,3	+0,0
88	_____	M+	A		+0,014	+0,000	+0,106	+36,4	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,007	+0,000	+0,0	-53,3	+0,0
89	_____	M+	A		+0,012	+0,000	+0,134	+61,2	+0,0	+0,0
		M-	A		+0,000	-0,012	+0,000	+0,0	-50,7	+0,0
90	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+133,4	+757,6
		M-	A		-0,224	-0,010	-0,003	+0,0	+0,0	+0,0
91	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+234,9	+104,7
		M-	A		-0,474	-0,019	-0,009	+0,0	+0,0	+0,0
92	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+98,0	+555,9
		M-	A		-0,163	-0,005	-0,003	+0,0	+0,0	+0,0
93	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+237,8	+39,1
		M-	A		-0,340	-0,007	-0,012	+0,0	+0,0	+0,0
94	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+89,8	+376,5
		M-	A		-0,112	-0,001	-0,005	+0,0	+0,0	+0,0
95	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+174,6	+12,3
		M-	A		-0,226	-0,002	-0,014	+0,0	+0,0	+0,0
96	_____	M+	A		+0,000	+0,000	+0,000	+0,0	+81,9	+229,2
		M-	A		-0,067	-0,000	-0,005	+0,0	+0,0	+0,0
97	_____	M+	A		+0,000	+0,001	+0,000	+0,0	+139,0	+7,0
		M-	A		-0,138	-0,000	-0,014	+0,0	+0,0	+0,0
98	_____	M+	A		+0,000	+0,003	+0,000	+0,0	+79,1	+79,3
		M-	A		-0,023	+0,000	-0,005	+0,0	+0,0	+0,0
99	_____	M+	A		+0,000	+0,005	+0,000	+0,0	+162,4	+28,7
		M-	A		-0,055	+0,000	-0,014	+0,0	+0,0	+0,0

1.7. Reacciones en Cimentación

1.7.1. Informe de acciones zapatas

SABATES INDIVIDUALS

NN	Nom	Alfa	Tipus	Pilar		Hip	Id	M(kNm)	F(kN)
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	0	G	Mx= +0,0	Fx= +7,6
								My= -0,0	Fy= +125,7
								Mz= -8,4	Fz= +0,0

NN	Nom	Alfa	Tipus	Pilar		Hip	Id	M(kNm)	F(kN)
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	1	Q1	Mx= +0,0	Fx= +6,7
								My= -0,0	Fy= +67,0
								Mz= -7,3	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	2	Q2	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	7	Q3	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	8	Q4	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	9	Q5	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	10	Q6	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	21	T	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	22	S	Mx= +0,0	Fx= +0,3
								My= -0,0	Fy= +8,8
								Mz= -0,3	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	23	A	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	M+	A	Mx= +0,0	Fx= +14,4
								My= +0,0	Fy= +197,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
1		0	xyzxyz	2	_HE/200B	M-	A	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= -0,0	Fy= +0,0
								Mz= -15,9	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	0	G	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	1	Q1	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	2	Q2	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	7	Q3	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	8	Q4	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	9	Q5	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	10	Q6	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0

NN	Nom	Alfa	Tipus	Pilar		Hip	Id	M(kNm)	F(kN)
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	21	T	Mz= +0,0	Fz= +0,0
								Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	22	S	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	23	A	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	M+	A	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0
2		0	xyzxyz	3	_HE/200B	M-	A	Mx= +0,0	Fx= +0,0
								My= +0,0	Fy= +0,0
								Mz= +0,0	Fz= +0,0

1.7.2. Informe de reacciones

Reaccions. Eixos generals, Formigó, E.L.U., sense majorar

Nudo	Pilar		Tipus	Hip	Id	Mx(kNm)	My	Mz	Fx(kN)	Fy	Fz
1	2		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+14,4	+197,0	+0,0
				-	A	+0,0	-0,0	-15,9	+0,0	+0,0	+0,0
2	3		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
3	4		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+2,7	+0,0	+228,6	+0,0
				-	A	-22,8	-0,0	+0,0	-10,1	+0,0	-38,7
6	8		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+199,6	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
7	9		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+199,6	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
14	16		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+24,0	+0,0	+298,9	+0,0
				-	A	-87,4	-7,1	+0,0	-4,7	+0,0	-25,5
15	17		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+49,7	+4,7	+315,0	+25,5
				-	A	-44,3	-7,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
16	19		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+15,6	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
17	20		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,5	+0,0	+29,1
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-1,8	+0,0	+0,0
23	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
24	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
27	31		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+15,8	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
28	32		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-19,1	+0,0	-2,9
34	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-35,4	+0,0	+0,0
35	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+36,4	+0,0	+0,4
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0

Nudo	Pilar		Tipus	Hip	Id	Mx(kNm)	My	Mz	Fx(kN)	Fy	Fz
55	---		xyzxyz	+	A	+0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+4,5
				-	A	+0,0	-0,1	-0,3	-2,0	-22,7	+0,0
56	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,2	+0,0	+7,5	+27,2	+4,4
				-	A	+0,0	+0,0	-4,0	+0,0	+0,0	+0,0
59	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,1	+0,0	+0,0	+27,8	+0,0
				-	A	-1,8	+0,0	+0,0	-2,8	+0,0	-3,6
60	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,1	+0,0	+0,0	+19,4	+0,0
				-	A	-1,2	+0,0	+0,0	-5,1	+0,0	-1,6
61	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,1	+0,0	+0,0	+14,2	+0,0
				-	A	-1,1	+0,0	+0,0	-7,7	+0,0	-1,9
62	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+11,6	+0,0
				-	A	-0,8	+0,0	+0,0	-9,4	+0,0	-1,3
63	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+10,1	+0,0
				-	A	-0,6	+0,0	+0,0	-9,5	+0,0	-1,1
64	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+7,8	+0,0
				-	A	-0,5	+0,0	+0,0	-8,1	+0,0	-1,0
65	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,1	+0,0	+0,0	+2,7	+0,2
				-	A	-0,1	+0,0	+0,0	-5,3	+0,0	+0,0
66	---		xyzxyz	+	A	+0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,3
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-3,0	-6,7	+0,0
67	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+12,1	+37,8	+0,0
				-	A	+0,0	-0,3	-6,8	+0,0	+0,0	-0,3
68	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+7,2	+21,3	+0,5
				-	A	+0,0	-0,3	-4,8	+0,0	+0,0	+0,0
69	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+6,6	+8,4	+3,0
				-	A	+0,0	-0,3	-3,5	+0,0	+0,0	+0,0
70	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+2,6	+0,6	+4,8
				-	A	+0,0	-0,3	-1,9	+0,0	-1,2	+0,0
71	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+1,2	+0,0	+5,0
				-	A	+0,0	-0,2	-0,7	+0,0	-10,6	+0,0

Resum de màxims

Reaccions. Eixos generals, Formigó, E.L.U., sense majorar

Nudo	Pilar		Tipus	Hip	Id	Mx(kNm)	My	Mz	Fx(kN)	Fy	Fz
Màxim Mx+											
66	---		xyzxyz	+	A	+0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,3
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-3,0	-6,7	+0,0
Màxim Mx-											
14	16		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+24,0	+0,0	+298,9	+0,0
				-	A	-87,4	-7,1	+0,0	-4,7	+0,0	-25,5
Màxim My+											
56	---		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,2	+0,0	+7,5	+27,2	+4,4
				-	A	+0,0	+0,0	-4,0	+0,0	+0,0	+0,0
Màxim My-											
14	16		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+24,0	+0,0	+298,9	+0,0
				-	A	-87,4	-7,1	+0,0	-4,7	+0,0	-25,5
Màxim Mz+											
15	17		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+49,7	+4,7	+315,0	+25,5
				-	A	-44,3	-7,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
Màxim Mz-											

Nudo	Pilar		Tipus	Hip	Id	Mx(kNm)	My	Mz	Fx(kN)	Fy	Fz
1	2		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+14,4	+197,0	+0,0
				-	A	+0,0	-0,0	-15,9	+0,0	+0,0	+0,0
Màxim Fx+											
35	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+36,4	+0,0	+0,4
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
Màxim Fx-											
34	---		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-35,4	+0,0	+0,0
Màxim Fy+											
15	17		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+49,7	+4,7	+315,0	+25,5
				-	A	-44,3	-7,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
Màxim Fy-											
55	---		xyzxyz	+	A	+0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+4,5
				-	A	+0,0	-0,1	-0,3	-2,0	-22,7	+0,0
Màxim Fz+											
17	20		x_z____	+	A	+0,0	+0,0	+0,0	+0,5	+0,0	+29,1
				-	A	+0,0	+0,0	+0,0	-1,8	+0,0	+0,0
Màxim Fz-											
3	4		xyzxyz	+	A	+0,0	+0,0	+2,7	+0,0	+228,6	+0,0
				-	A	-22,8	-0,0	+0,0	-10,1	+0,0	-38,7

1.8. Comprobación de Dimensionado

1.8.1. Informes uniones

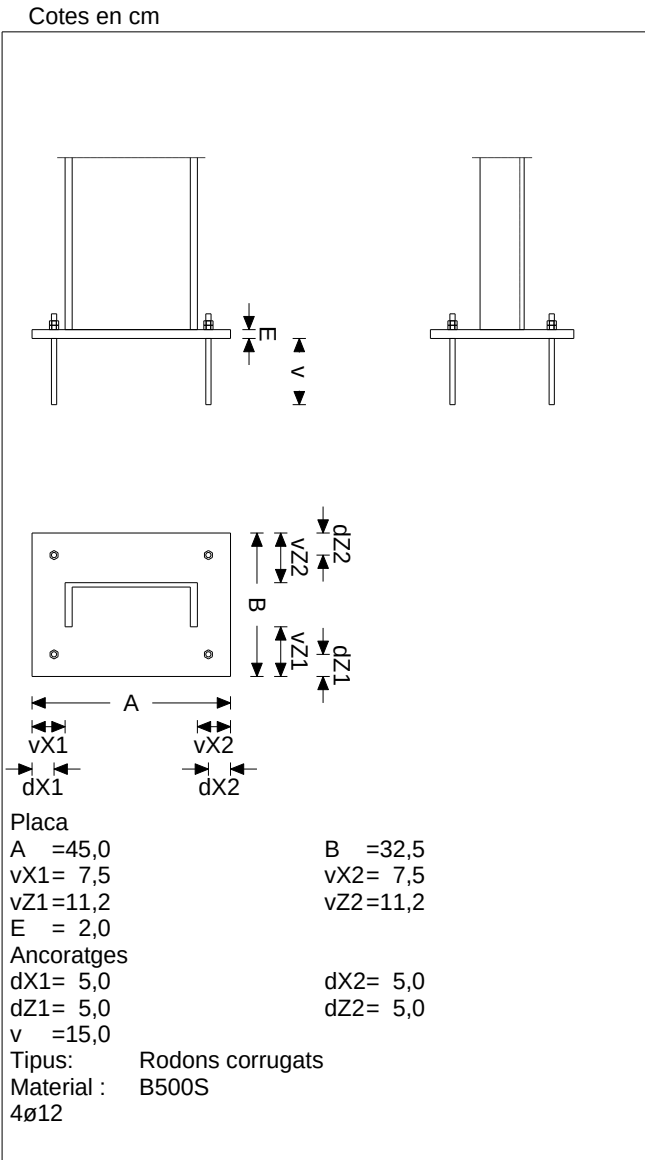
1.8.2. Informe de placas de anclaje

1.8.2.1. Relació de plaques d'ancoratge

Placa	Tipus	Pilar				Estat
		Número	Nom	Secció	Angle	
6	1	8		UPN 300	-90,0°	Ok
7	1	9		UPN 300	-90,0°	Ok

1.8.2.2. Placa tipus 1

Gràfica



Placa 6

Pilar: 8
Secció: UPN 300
Creixement: Centrada
Perns d'ancoratge

Tipus d'ancoratge: Rodons corrugats
Diàmetre: 4ø12
Materials i opcions de càlcul
Formigó armat
Formigó: C25/30 25 MPa
Acer corrugat: B500S 500 MPa
Nivell de control
Formigó 1,50
Acer Normal 1,15
Acer laminat: S275
Límit elàstic: 275 MPa
Tensió de trencament: 430 MPa
Coeficient de minoració: 1,05; 1,05; 1,25
No es considera la compressió en els ancoratges de cantonada
Cantell útil (cm): 100
Distància a la vora de l'element de suport

Direcció (eixos de placa)	Des del nus (cm)	Des de l'eix dels ancoratges (cm)	
		Actual	Mínima recomanada
X+	---	---	---
Z+	---	---	---
X-	---	---	---
Z-	---	---	---

COMPROVACIÓ

Perns d'ancoratge

Perns d'ancoratge en tracció / compressió

Combinació	N _{Ed} (kN)	M _{x,Ed} (kN·m)	M _{z,Ed} (kN·m)	N _{Rd} (kN)	M _{x,Rd} (kN·m)	M _{z,Rd} (kN·m)	Factor d'aprofitament	
Màxima compressió	3	+275,32	-5,65	+2070,40	-42,46	-0,00	13,30%	Ok
Màxim Mx-	3	+275,32	-5,65	+2070,40	-42,46	-0,00	13,30%	Ok
Pèssima (flexió)	3	+275,32	-5,65	+2070,40	-42,46	-0,00	13,30%	Ok

Perns d'ancoratge a tallant

Combinació	V _{Ed} (kN)	F _{vb,Rd} (kN)	F _{t,Ed} (kN)	F _{t,Rd} (kN)	Factor d'aprofitament	
Màxima compressió	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00% Ok
Màxim Mx-	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00% Ok
Pèssima (flexió)	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00% Ok

Placa base

Placa base en flexió per compressió

Placa base en flexió per tracció

Combinació		Posició		M _{x,Ed} (kN·m/m)	V _{z,Ed} (kN/m)	T _{Ed} (kN·m/m)	Factor d'aprofitament	
		X (cm)	Z (cm)					
Màxim Mx+	3	+0,0	+11,4	+0,12	-0,00	+0,00	0,46%	Ok
Màxim Mx-	3	-15,0	-6,5	-15,79	-117,79	-2,48	60,29%	Ok
Màxim Vz	3	-11,2	+5,0	-7,08	+517,67	-2,50	29,36%	Ok
Pèssima (flexió)	3	-15,0	-6,5	-15,79	-117,79	-2,48	60,29%	Ok

Combinació		Posició		M _{z,Ed} (kN·m/m)	V _{x,Ed} (kN/m)	T _{Ed} (kN·m/m)	Factor d'aprofitament	
		X (cm)	Z (cm)					
Màxim Mz+	3	+0,0	+9,8	+3,31	+5,93	+0,00	12,62%	Ok
Màxim Mz-	3	-13,4	+6,5	-8,95	+712,16	-1,80	35,32%	Ok
Màxim Vx	3	-13,4	+6,5	-8,95	+712,16	-1,80	35,32%	Ok
Pèssima (flexió)	3	+15,0	-5,0	-6,71	-488,00	+3,07	35,99%	Ok

Placa 7

Pilar: 9
Secció: _UPN 300
Creixement: Centrada
Perns d'ancoratge

Tipus d'ancoratge: Rodons corrugats
Diàmetre: 4ø12

Materials i opcions de càlcul

Formigó armat

Formigó: C25/30 25 MPa
Acer corrugat: B500S 500 MPa
Nivell de control

Formigó 1,50
Acer Normal 1,15

Acer laminat: S275

Límit elàstic: 275 MPa
Tensió de trencament: 430 MPa
Coeficient de minoració: 1,05; 1,05; 1,25

No es considera la compressió en els ancoratges de cantonada
Cantell útil (cm): 100
Distància a la vora de l'element de suport

Direcció (eixos de placa)	Des del nus (cm)	Des de l'eix dels ancoratges (cm)	
		Actual	Mínima recomanada
X+	---	---	---
Z+	---	---	---
X-	---	---	---
Z-	---	---	---

COMPROVACIÓ

Perns d'ancoratge

Perns d'ancoratge en tracció / compressió

Combinació		N _{Ed} (kN)	M _{x,Ed} (kN·m)	M _{z,Ed} (kN·m)	N _{Rd} (kN)	M _{x,Rd} (kN·m)	M _{z,Rd} (kN·m)	Factor d'aprofitament	
Màxima compressió	3	+275,32	-5,65	-0,00	+2070,39	-42,46	-0,00	13,30%	Ok
Màxim Mx-	3	+275,32	-5,65	-0,00	+2070,39	-42,46	-0,00	13,30%	Ok
Pèssima (flexió)	3	+275,32	-5,65	-0,00	+2070,39	-42,46	-0,00	13,30%	Ok

Perns d'ancoratge a tallant

Combinació		V _{Ed} (kN)	F _{vb,Rd} (kN)	F _{t,Ed} (kN)	F _{t,Rd} (kN)	Factor d'aprofitament	
Màxima compressió	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00%	Ok
Màxim Mx-	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00%	Ok
Pèssima (flexió)	3	+0,00	+57,72	+0,00	+179,15	0,00%	Ok

Placa base

Placa base en flexió per compressió
Placa base en flexió per tracció

Combinació		Posició		M _{x,Ed} (kN·m/m)	V _{z,Ed} (kN/m)	T _{Ed} (kN·m/m)	Factor d'aprofitament	
		X (cm)	Z (cm)					
Màxim Mx+	3	+0,0	+11,4	+0,12	+0,00	+0,00	0,46%	Ok
Màxim Mx-	3	-15,0	-6,5	-15,79	-117,79	-2,48	60,29%	Ok
Màxim Vz	3	-11,2	+5,0	-7,08	+517,67	-2,50	29,36%	Ok
Pèssima (flexió)	3	-15,0	-6,5	-15,79	-117,79	-2,48	60,29%	Ok

Combinació		Posició		M _{z,Ed} (kN·m/m)	V _{x,Ed} (kN/m)	T _{Ed} (kN·m/m)	Factor d'aprofitament	
		X (cm)	Z (cm)					
Màxim Mz+	3	+0,0	+9,8	+3,31	+5,93	+0,00	12,62%	Ok
Màxim Mz-	3	-13,4	+6,5	-8,95	+712,15	-1,80	35,32%	Ok
Màxim Vx	3	-13,4	+6,5	-8,95	+712,15	-1,80	35,32%	Ok
Pèssima (flexió)	3	+15,0	-5,0	-6,71	-488,00	+3,07	35,99%	Ok

1.8.3. Informe nudos andamios

1.8.4. Informe de comprobación acero

Només es llistaran els 6488165 primers elements a cada apartat (en ordre creixent d'aprofitament)

1.9. Cimentaciones

1.10. Períodos y Frecuencias propias de vibración

1.10.1. Informe de períodos y frecuencias

1.11. Comprobación a Fuego

1.11.1. Informe de comprobación a fuego

Normatives utilitzades per al càlcul:

Formigó: Codi Estructural
Acer: Codi Estructural
Mixtes: Codi Estructural
Alumini: EN 1999-1-2:2007
Fusta: CTE DB-SI 6
Forjats de xapa: Codi Estructural
Fàbrica: CTE DB-SI 6

Símbols utilitzats:

a_{min} Distància mitja a l'eix mínima
b Ample de biga
b_{min} Dimensió mínima de la peça
b_{w,min} Ample de nervi mínim
c_a Calor específic de l'aïllant
e Excentricitat
e_a Espessor d'aïllant

e_f	Gruix de l'ala
e_{max}	Espessor màxim d'aïllant
e_{min}	Espessor mínim d'aïllant
e_{eq}	Gruix equivalent
e_w	Gruix de l'ànima
h_{eff}	Gruix eficaç de la llosa superior
h_{min}	Cantell mínim de la peça
$h_{s,min}$	Cantell de llosa mínim
k_2	Coeficient reductor de la velocitat de carbonització
n	Nivell de càrrega
t_a	Temps assignat
t_{ch}	Temps d'inici de la carbonització
t_f	Temps d'error de la protecció
$t_{r,l}$	Temps de resistència a criteri de resistència I sense aïllament
A_{min}	Àrea mínima de la secció de la peça
D	Disponible
F_a	Factor d'aprofitament
N	Necessari
S_a	Superfície d'aïllant
T_a	Temperatura del perfil metàl·lic
T_{ch}	Temperatura de la xapa
$T_{c,n}$	Temperatura de la part inferior del formigó
$T_{s,n}$	Temperatura de l'armadura superior (negatiu)
$T_{s,p}$	Temperatura de l'armadura inferior (positiu)
λ	Esveltesa
λ_a	Conductivitat de l'aïllant
ρ_a	Densitat de l'aïllant
ω	Quantia mecànica

1.11.1.1. SENSE RECINTE ASSIGNAT

1.11.1.1.1. BIGUES

Càlcul a foc actiu: SI
Temps de resistència al foc exigít (minuts): 90

1.11.1.1.1.1. Bigues de formigó

Col·locació d'aïllant en cas de ser necessari: SI
Cares exposades: 4
Prolongació d'armadures de negatius: SI

Dades de l'aïllant					
Descripció	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Pas (mm)	Mode d'aplicació
Morter d'àrids lleugers (vermiculita o perlita)	0,4100	0	30	5	Projectat

COTA 175

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		h_{min} (mm)		A_{min} (cm²)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Comp leix
		N	D	N	D	N	D	N	D				
5	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
6	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
7	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
10	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
12	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
13	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No

COTA 575

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		h_{min} (mm)		A_{min} (cm²)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Comp leix
		N	D	N	D	N	D	N	D				
21	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
22	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
23	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
25	HOR-25x25	150	250	55	48	150	250	450,00	625,00	5	4,05	60,00	Si
26	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
27	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
29	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No

COTA 880

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		h_{min} (mm)		A_{min} (cm²)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Comp leix
		N	D	N	D	N	D	N	D				
33	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		h_{min} (mm)		A_{min} (cm²)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Comp leix
		N	D	N	D	N	D	N	D				
34	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
35	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
36	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
37	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No

COTA 1015

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		h_{min} (mm)		A_{min} (cm²)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Comp leix
		N	D	N	D	N	D	N	D				
39	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
40	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
41	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No
42	HOR-10x25	150	100	55	64	150	250	450,00	250,00	0	0,00	180,00	No

1.11.1.1.1.2. Bigues d'acer

Col·locació d'aïllant en cas de ser necessari: SI
Cares exposades: 4

Dades de l'aïllant							
Descripció	λ_a [W/(m·K)]	ρ_a (Kg/m³)	c_a [J/(Kg·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Pas (mm)	Mode d'aplicació
Placa de guix o escaiola o cartró-guix	0,2500	800,00	1000,00	0	26	10	Plafons

COTA 330

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
18	IPE 300	26	7,96	117,40	No

COTA 575

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
24	2IPE 270	26	4,38	122,29	No
28	2IPE 330	26	6,60	85,19	Si

COTA 635

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
30	IPE 300	26	7,96	140,55	No

COTA 980

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
38	IPE 300	26	7,96	107,15	No

1.11.1.1.2. PILARS

Càlcul a foc actiu: SI
Temps de resistència al foc exigít (minuts): 90

1.11.1.1.2.1. Pilars de formigó

Col·locació d'aïllant en cas de ser necessari: SI
Cares exposades: 4

Dades de l'aïllant					
Descripció	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Pas (mm)	Mode d'aplicació
Morter d'àrids lleugers (vermiculita o perlita)	0,4100	0	30	5	Projectat

COTA 330

Nº barra	Secció	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		e (mm) ≤100	λ ≤3 0	e/b ≤0,2 5	n	ω	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
		N	D	N	D									
16	HOR-30x30	396	300	25	48	330	56,09	1,10	0,28	0,01	0	0,00	131,97	No
17	HOR-30x30	405	300	25	52	384	52,48	1,28	0,29	0,02	0	0,00	134,94	No

1.11.1.1.2.2. Pilars d'acer

Col·locació d'aïllant en cas de ser necessari: SI
Cares exposades: 3

Dades de l'aïllant							
Descripció	λ_a [W/(m·K)]	ρ_a (Kg/m³)	c_a [J/(Kg·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Pas (mm)	Mode d'aplicació
Placa de guix o escaiola o cartró-guix	0,2500	800,00	1000,00	0	26	10	Plafons

COTA 0

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
2	HE 200B	20	1,98	47,84	Si
3	HE 200B	0	0,00	0,02	Si

COTA 5

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
4	HE 200B	26	1,02	87,79	Si

COTA 175

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
8	UPN 300	26	3,20	142,74	No
9	UPN 300	26	3,20	142,74	No
15	HE 200B	26	0,93	101,81	No

COTA 330

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
19	HE 200B	20	1,83	57,35	Si
20	HE 200B	20	1,83	63,29	Si

COTA 635

Nº barra	Secció	e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
31	HE 200B	20	2,07	71,52	Si
32	HE 200B	20	2,07	74,43	Si

1.11.1.1.3. FORJATS UNIDIRECCIONALS

Càlcul a foc actiu:	SI
Temps de resistència al foc exigít (minuts):	90
Prolongació d'armadures de negatius:	SI

PLÀNOL 175

F1_2, F1_1

PLÀNOL 575

F5_1, F5_2

PLÀNOL 880

F8_1

PLÀNOL 1015

F8_2

1.11.1.1.4. MURS RESISTENTS

1.11.1.1.4.1. Murs resistents de blocs ceràmics

Càlcul a foc actiu: SI
Temps de resistència al foc exigit (minuts): 90
Col·locació d'aïllant en cas de ser necessari: SI

Dades de l'aïllant					
Descripció	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Pas (mm)	Mode d'aplicació
Morter de guix	0,8000	0	30	5	Projectat

PLÀNOL XY-00969

Mur	Material bloc	b_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
		N	D				
2	Maó	100	120,0	0	0,00	83,33	Si

PLÀNOL ZY000470

Mur	Material bloc	b_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m²)	F_a (%)	Compleix
		N	D				
1	Maó	100	120,0	0	0,00	83,33	Si

1.12. Condiciones Técnicas específicas

DC2 ESTUDI DE RESIDUS

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS	Enderroc, Rehabilitació, Ampliació
REAL DECRETO 210/2018, Programa de prevenció i gestió de residus i recursos de Catalunya (PRECAT20)	tipus
REAL DECRETO 105/2008 , Regulador de la producció i gestió de residus de construcció i enderroc	quantitats
	codificació

DECRET 89/2010 (derogat parcialment i modificat), pel que s'aprova el Programa de gestió de residus de la construcció de Catalunya (PROGROC), es regula la producció i gestió dels residus de la construcció i demolició, i el cànon sobre la deposició controlada dels residus de la construcció.

DECRET 21/2006 Adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència als edificis

IDENTIFICACIÓ DE L'EDIFICI			
Obra:	PR22.06		
Situació:	C PARE CLARET, 4		
Municipi :	VILADRAU	Comarca :	OSONA

AVALUACIÓ I CARACTERÍSTIQUES DELS RESIDUS			
Materials d'excavació (es considerin o no residus, mesurats sense esponjament)			
Codificació residus LER		Pes	Volum
Ordre MAM/304/2002			
grava i sorra compacta		0,00	0,00
grava i sorra solta		0,00	0,00
argiles		0,00	0,00
terra vegetal		0,00	0,00
pedraplè		0,00	0,00
terres contaminades 170503		0,00	0,00
altres		0,00	0,00
totals d'excavació		0,00 t	0,00 m³
Destí de les terres i materials d'excavació			
Els materials d'excavació que es reutilitzin a la mateixa obra o en una altra d'autoritzada, no es consideren residu sempre que el seu nou ús pugui ser acreditat. En una mateixa obra poden coexistir terres reutilitzades i terres portades a abocador	no es considera residu:		
	és residu:		
	a l'abocador		
	reutilització		
	mateixa obra		altra obra
	-		-

Residus d'enderroc					
Codificació residus LER		Pes/m²	Pes	Volum aparent/m²	Volum aparent
Ordre MAM/304/2002		(tones/m²)	(tones)	(m³/m²)	(m³)
obra de fàbrica 170102		0,542	94,506	0,512	106,847
formigó 170101		0,084	197,742	0,062	146,095
petris 170107		0,052	14,230	0,082	9,729
metalls 170407		0,004	4,452	0,001	1,002
fustes 170201		0,023	0,496	0,066	1,373
vidre 170202		0,001	0,445	0,004	0,282
plàstics 170203		0,004	0,226	0,004	1,950
guixos 170802		0,027	0,000	0,004	0,000
betums 170302		0,009	2,502	0,001	0,334
fibrociment 170605		0,010	2,506	0,018	0,433
definir altres:		-	0,000	-	0,000
altre material 1		0,000	0,000	0,000	0,000
altre material 2		0,000	0,000	0,000	0,000
totals d'enderroc		0,7556	317,11 t	0,7544	268,04 m³

Residus de construcció					
Codificació res		Pes/m²	Pes	Volum aparent/m²	Volum aparent
Ordre MAM/304/2002		(tones/m²)	(tones)	(m³/m²)	(m³)
sobrants d'execució		0,0500	34,5687	0,0896	36,0519
obra de fàbrica 170102		0,0150	14,7452	0,0407	16,3818
formigó 170101		0,0320	14,6768	0,0261	10,4851
petris 170107		0,0020	3,1637	0,0118	4,7495
guixos 170802		0,0039	1,5806	0,0097	3,9123
altres		0,0010	0,4025	0,0013	0,5233
embalatges		0,0380	1,7175	0,0285	11,4833
fustes 170201		0,0285	0,4858	0,0045	1,8113
plàstics 170203		0,0061	0,6360	0,0104	4,1659
paper i cartró 170904		0,0030	0,3341	0,0119	4,7817
metalls 170407		0,0004	0,2616	0,0018	0,7245
totals de construcció			36,29 t		47,54 m³

INVENTARI DE RESIDUS PERILLOSOS.	
----------------------------------	--

Dins l'obra s'han detectat aquests residus perillosos, els quals es separaran i gestionaran per separat per evitar que contaminin altres residus

Materials de construcció que contenen amiant	-	altres	especificar	-
Residus que contenen hidrocarburs	-		especificar	-
Residus que contenen PCB	-		especificar	-
Terres contaminades	-		especificar	-

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS	Enderroc, Rehabilitació, Ampliació
minimització	
gestió dins obra	

MINIMITZACIÓ	
PROJECTE. durant l'elaboració del projecte s'han prèls les següents mesures per tal de minimitzar els residus	
1.- S'ha previst reutilitzar en obra parts dels materials que es retiren	-
2.- S'han optimitzat les seccions resistents de pilars, jàsseres, parets, fonaments, etc.	si
3.- L'adequació de l'edifici al terreny, genera un equilibri de moviments de terres	-
4.- El sistema constructiu és industrialitzat i prefabricat, es munta en obra sense generar gairebé residus	-
5.-	-
6.-	-

OBRA. a l'obra es duran a terme les accions següents	
1.- Emmagatzematge adient de materials i productes	SI
2.- Conservació de materials i productes dins el seu embalatge original fins al moment de la seva utilització	SI
3.- Els materials granulars (graves, sorres, etc.) es dipositaran en contenidors rígids o sobre superfícies dures	-
4.-	-
5.-	-
6.-	-

ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ REUTILITZABLES			
fusta en bigues reutilitzables		0,00 t	0,00 m³
fusta en llates, tarimes, parquet reutilitzables o reciclables		0,00 t	0,00 m³
acer en perfils reutilitzables		0,00 t	0,00 m³
altres :		0,00 t	0,00 m³
Total d'elements reutilitzables		0,00 t	0,00 m³

GESTIÓ (obra)	
Terres	

Excavació / Mov. terres	Volum m³ (+20%)	Reutilització (m³)		Terres per a l'abocador volum aparent (m³)
		a la mateixa obra	a altra autoritzada	
grava i sorra compacta	0,0	0,00	0,00	0,00
grava i sorra solta	0,0	0,00	0,00	0,00
argiles	0,0	0,00	0,00	0,00
terra vegetal	0,0	0,00	0,00	0,00
pedrapie	0,0	0,00	0,00	0,00
altres	0,0	0,00	0,00	0,00
terres contaminades	0,0			0,00
Total	0,0	0,00	0,00	0,00

SEPARACIÓ DE RESIDUS A OBRA. Cal separar individualitzadament en les fraccions següents si la generació per cadascú d'ells a l'obra supera les quantitats que segueixen	
---	--

R.D. 105/2008	tones	Projecte	cal separar	tipus de residu
Formigó	80	212,42	si	inert
Maons, teules i ceràmics	40	109,25	si	inert
Metalls	2	4,71	si	no especial
Fusta	1	0,98	no	no especial
Vidres	1	0,45	no	no especial
Plàstics	0,50	0,56	si	no especial
Paper i cartró	0,50	0,33	no	no especial
Especials*	inapreciable	inapreciable	si	especial

* Dins els residus especials hi ha inclosos els envasos que contenen restes de matèries perilloses, vernissos, pintures, disolvents, desencofrants, etc... i els materials que hagin estat contaminats per aquests. Tot i ser difícilment quantificables, estan presents a l'obra i es separaran i tractaran a part de la resta de residus

Malgrat no ser obligada per tots els tipus de residus, s'han previst operacions de destria i recollida selectiva dels residus a l'obra en contenidors o espais reservats pels següents residus

		R.D. 105/2008	projecte*
Inerts	Contenidor per Formigó	si	si
	Contenidor per Ceràmics (maons,teules...)	si	si
	Contenidor per Metalls	si	si
	Contenidor per Fustes	no	si

No especials	Contenedor per Plàstics	si	si
	Contenedor per Vidre	no	si
	Contenedor per Paper i cartró	no	si
	Contenedor per Guixos i altres no especials	no	si
Especials	Perillosos (un contenedor per cada tipus de residu especial)	si	si

* A la cel·la el **projecte** apareixen per defecte les dades del R.D. 105/2008. Es permet la possibilitat d'incrementar les fraccions que se separen, per poder-ne millorar la gestió, però **en cap cas es permet no separar si el R.D. ho obliga**.

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS	Enderroc, Rehabilitació, Ampliació gestió fora obra pressupost
-----------------------------	---

[illegible]

PRESSUPOST		
S'ha considerat pel càlcul del pressupost estimatiu :	Costos*	
Les previsions de separació de l'apartat de gestió i :	Classificació a obra: entre 12-16 €/m³	12,00
Un esponjament mig de tot tipus de residu del 35%	Transport: entre 5-8 €/m³ (mínim 100 €)	5,00
La distància mitjana a l'abocador : 15 Km	Abocador: runa neta (separada): entre 4-10 €/m³	4,00
Els residus especials i perillosos en bidons de 200 l.	Abocador: runa bruta (barrejat): entre 15-25 €/m³	15,00
Contenidors de 5 m³ per a cada tipus de residu	Especials**: num. transports a 200 €/ transport	0
Lloguer de contenidors inclosos en el preu	Gestor terres: entre 5-15 €/m³	5,00
La gestió de terres inclou la seva caracterització***	Gestor terres contaminades: entre 70-90 €/m³	70,00

RESIDU	Volum	Classificació	Transport	Valoritzador / Abocador	
Excavació	m ³ (+20%)	12,00 €/m ³	5,00 €/m ³	5,00 €/m ³	70,00 €/m ³
Terres	0,00	-	-	0,00	
Terres contaminades	0,00	-	-		0,00

Construcció	m³ (+35%)		runa neta 4,00 €/m³	runa bruta 15,00 €/m³
Formigó	211,38	2.536,60	1.056,92	845,53
Maons i ceràmics	166,36	1.996,31	831,79	665,44
Petris barrejats	19,55	-	97,73	-
				293,18

Metalls	2,33	27,96	11,65	9,32	-
Fusta	4,30	51,58	21,49	17,19	-
Vidres	0,38	4,57	100,00	1,52	-
Plàstics	8,26	99,08	41,28	33,03	-
Paper i cartró	6,46	77,46	32,28	25,82	-
Guixos i no especials	5,99	71,86	29,94	23,95	-

Altres	0,00	0,00	-	-	-
Perillosos Especials	1,04	12,42			41,41

	426,03	4.877,85	2.223,08	1.621,81	334,60
--	--------	----------	----------	----------	--------

Casetes d'emmagatzematge	0,00
Compactadores	0,00

Matxucadora de petris	0,00
Altres tipus de contenidors (per contenir líquids, beurades de formigó, etc.)	0,00
	0,00
	0,00

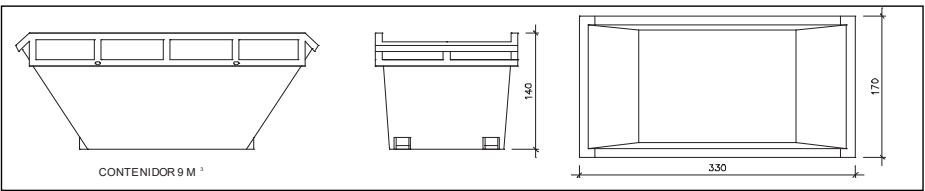
El pressupost estimatiu de la gestió de residus és de : 9.057,33 €

El volum dels residus és de :	426,03 m³
El pressupost de la gestió de residus és de :	9.057,33 euros

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS Enderroc, Rehabilitació,
Ampliació

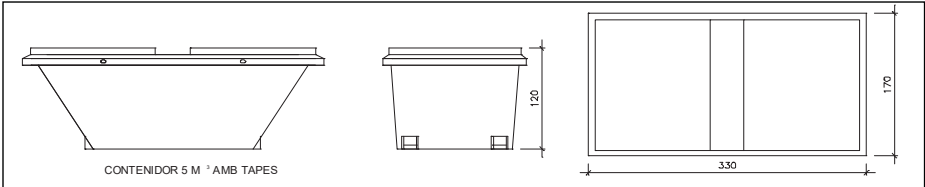
documentació gràfica

DOCUMENTACIÓ GRÀFICA. INSTAL·LACIONS PREVISTES : TIPUS I DIMENSIONS DE CONTENIDORS DE RESIDUS PER OBRES



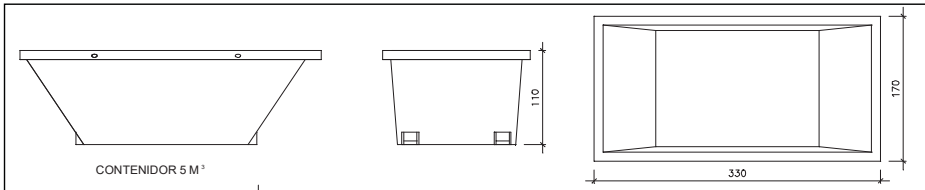
Contenedor 9 m³. Apte per a formigó, ceràmics, petris i fusta

unitats	9
---------	---



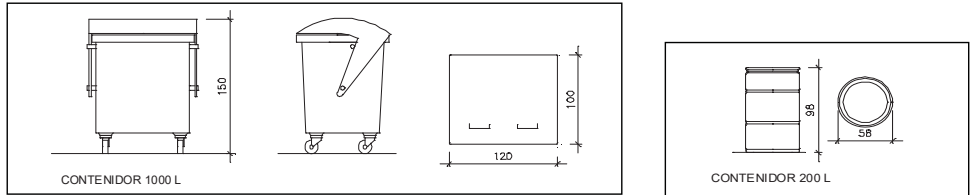
Contenedor 5 m³. Apte per a plàstics, paper i cartró, metalls i fusta

unitats	6
---------	---



Contenedor 5 m³. Apte per a formigó, ceràmics, petris, fusta i metalls

unitats	3
---------	---



Contenidor 1000 L . Apte per a paper i cartró, plàstics

unitats	3
---------	---

Bidó 200 L.Apte per a residus especials

unitats	1
---------	---

El **Reial Decret 105/2008**, estableix que cal facilitar plànols de les instal·lacions previstes per a emmagatzematge, maneig, separació i altres operacions de gestió dels residus dins l'obra, si s'escau.

Donada la tipologia del projecte i per tal de no duplicar informació, aquests plànols d'instal·lacions previstes són a:

Estudi de Seguretat i Salut	si
Annex 1 d'aquest Estudi de Gestió de Residus	-

Posteriorment aquests plànols poden ser objecte d'adaptació a les característiques particulars de l'obra i els seus sistemes d'execució, previ acord de la direcció facultativa.

A més dels elements descrits, tal i com consta al pressupost, a l'obra hi haurà altres instal·lacions com :

Casetes d'emmagatzematge	si
Compactadores	-
Matxucadora de petris	-
Altres tipus de contenidors (per contenir líquids, beurades de formigó, etc..)	-

	-
	-

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

plec de condicions tècniques

Les operacions destinades a la tria, classificació, transport i disposició dels residus generats a obra, s'ajustaran al que determina el Pla de Gestió de Residus elaborat per el Contractista, aprovat per la Direcció Facultativa i acceptat per la Propietat.

Aquest Pla ha estat elaborat en base a l'Estudi de Gestió de Residus, que s'inclou al projecte.

Si degut a modificacions en l'execució de l'obra o d'altres, cal fer modificacions a la gestió en obra dels residus, aquestes modificacions es documentaran per escrit i seran aprovades si s'escau per la Direcció Facultativa i se'n donarà comunicació per a la seva acceptació a la Propietat.

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

dipòsit

IMPORT A DIPOSITAR DAVANT DEL GESTOR DE RESIDUS COM A GARANTIA DE LA GESTIÓ DE RESIDUS	
DIPÒSIT SEGONS REAL DECRETO 210/2018	

Per les característiques del projecte, de com s'executarà l'obra i donades les operacions de minimització abans descrites, el càlcul inicial de generació de residus, a efectes del càlcul del dipòsit, s'estima que es podrà reduir en un percentatge del:

Previsió inicial de l'Estudi	% de reducció per minimització	Previsió final de l'Estudi
Total excavació (tones)0,00 T		0,00 T
Total construcció i enderroc (tones)353,39 T	0,00 %	353,39 T

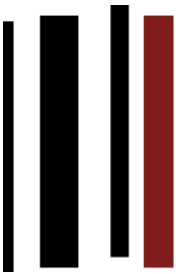
Càlcul del dipòsit			
Residus d'excavació */ **	0 T	11 euros/T	0,00 euros
	353,39 T	11 euros/T	3887,29 euros
Residus de construcció i enderroc **			
PES TOTAL DELS RESIDUS		353,4 Tones	
		Total dipòsit ***3.887,29 euros	

* Es recorda que les terres i pedres d'excavació que es reutilitzin en la mateixa obra o en una altra d'autoritzada no es consireren residu i per tant NO s'han d'incloure en el càlcul del dipòsit.

**Trasvassar les dades dels totals d' excavació i construcció de la Previsió final de L'Estudi (apartat superior)

***Dipòsit mínim 150€

DC3 INSTRUCCIONS D'ÚS I MANTENIMENT



Instruccions d'ús i manteniment

Detall

Projecte: PROJECTE DE REFORMA DE CAN SIÀ

Emplaçament

Adreça: C/ DE PARE CLARET, 4

Codi Postal: 17406

Municipi: VILADRAU

Urbanització: Parcel·la:

Promotor

Nom: AJUNTAMENT DE VILADRAU

DNI/NIF: P1723400F

Adreça: C. Balcells i Morató, 3

Codi Postal: 17406

Municipi: VILADRAU

Autor/s projecte

Nom:

Nº col.:

4 RATLLES ARQUITECTES

B63378475

MANEL ALCUBIERRE ROCA

32846/4

L'arquitecte:

Signatura/es

Lloc i data:

VIC

a

OCTUBRE

de

2022

ÍNDEX

Instruccions d'ús i manteniment	
Introducció.....	2
Fonaments – Elements de contenció.....	2
Estructura.....	3
Cobertes	4
Façanes	4
Interiors d'habitatges i/o locals.....	5
Instal·lacions	6
Instal·lació d'aigua	6
Instal·lació d'electricitat	7
Instal·lació de desguàs	8
Instal·lació de calefacció.....	8
Instal·lació de telecomunicacions.....	9
Instal·lació de porter electrònic	9
Instal·lacions per a la recollida i evacuació de residus.....	9
Instal·lació de protecció contra incendis	10
Instal·lació de ventilació	10

Visats oficials

Instruccions d'ús i manteniment

PROJECTE DE REFORMA DE CAN SIÀ

1/10

Introducció

Amb la finalitat de garantir la seguretat de les persones, el benestar de la societat i la protecció del medi ambient, l'edificació ha de rebre un ús i un manteniment adequats per conservar i garantir les condicions inicials de seguretat, habitabilitat i funcionalitat exigides normativament. Cal per tant que els seus usuaris, siguin o no propietaris, respectin les instruccions d'ús i manteniment que s'especifiquen a continuació.

L'ús incorrecte i/o la no realització de les operacions de manteniment previst a l'edifici pot comportar:

- La pèrdua de les garanties i assegurances atorgades a l'edificació.
- L'envelliment prematur de l'edifici, amb la conseqüent depreciació del seu valor patrimonial, funcional i estètic.
- Aparicions de deficiències que poden generar situacions de risc als propis usuaris de l'edifici o a tercers amb la corresponent responsabilitat civil.
- La reducció de les despeses en reparacions en ser molt menys costosa la intervenció sobre una deficiència detectada a temps, mitjançant unes revisions periòdiques.
- Una davallada en el rendiment de les instal·lacions amb els conseqüents augments de consums d'energia i de contaminació atmosfèrica.
- La pèrdua de seguretat de les instal·lacions que pot comportar la seva interrupció o clausura.

L'obligatorietat de conservar i mantenir els edificis està reflectida en diverses normatives, entre les que es destaquen:

- Codi Civil.
- Codi Civil de Catalunya
- Llei d'Ordenació de l'edificació, Llei 38/1999 de 5 novembre.
- Codi Tècnic de l'Edificació, Reial Decret 314/2006 de 17 de març.
- Llei de l'Habitatge 24/1991 de 29 de novembre.
- Legislacions urbanístiques estatals i autonòmiques.
- Legislacions sobre els Règims de propietat.
- Ordenances municipals.
- Reglamentacions tècniques.

Sobre el Règim de propietat de l'edifici, Propietat horitzontal :

La propietat de l'immoble és regeix pel Règim de Propietat Horitzontal mitjançant la Llei 49/1960 del 21 de juliol sobre Propietat Horitzontal (modificada per la Llei 8/1999 de 21 de juny) i pels Estatuts específics de la comunitat recollits en l'Escriptura de Divisió Horitzontal i, en el seu cas, pel Reglament de Règim Interior.

Aquesta normativa fixa l'organització i el funcionament dels òrgans rectors de la comunitat de propietaris, i estableix els drets i obligacions de tots els propietaris. En aquest sentit destaca l'obligatorietat de mantenir en bon estat de conservació els elements constructius i les instal·lacions - siguin comunes o privatives - i contribuir a les despeses generals d'explotació i manteniment de l'edifici, segons el seu coeficient de participació contemplat en l'Escriptura de Compra-venda i l'Escriptura de Divisió Horitzontal de l'edifici.

És molt recomanable encarregar la gestió del règim de la propietat o comunitat de propietaris a Administradors de Finques col·legiats.

Sobre el Règim de propietat de l'edifici, Propietat vertical:

La propietat de l'immoble és regeix pel Règim de Propietat Vertical mitjançant la Llei d'Arrendaments Urbans 29/1994 del 24 de novembre. Aquesta estableix els drets i els deures de l'arrendador i de l'arrendatari per a habitatges o locals de lloguer.

És molt recomanable encarregar la gestió dels lloguers a Administradors de Finques col·legiats.

Sobre les instruccions d'ús i manteniment

Les instruccions d'ús i manteniment formaran part de la documentació de l'obra executada que, juntament amb el projecte – el qual incorporarà les modificacions degudament aprovades –, el Pla de manteniment, l'acta de recepció de l'obra i la relació dels agents que han intervingut en el procés edificatòri, conformaran el contingut bàsic del Llibre de l'Edifici. Aquest llibre serà lliurat pel promotor als propietaris i usuaris, els quals estaran obligats a rebre'l, conservar-lo i transmetre'l.

Instruccions d'ús:

Les instruccions d'ús inclouen totes aquelles normes que han de seguir els usuaris – siguin o no propietaris – per desenvolupar a l'edifici, o a les seves diverses zones, les activitats previstes per a les quals va ser projectat i construït.

Els usos previstos a l'edifici són els següents:

Ús principal:	Situació:
ADMINISTRATIU	PLANTA BAIXA + P1 + P2
Usos subsidiaris:	Situació:
-	-

Instruccions de manteniment:

Les instruccions de manteniment contenen les actuacions preventives bàsiques i genèriques que cal realitzar a l'edifici perquè conservi les seves prestacions inicials de seguretat, habitabilitat i funcionalitat.

L'adaptació a l'edifici en concret de les instruccions de manteniment quedaran recollides en el Pla de manteniment. Aquest formarà part del Llibre de l'edifici i incorporarà la corresponent programació i concreció de les operacions preventives a executar, la seva periodicitat i els subjectes que les han de realitzar, tot d'acord amb les disposicions legals aplicables i les prescripcions dels tècnics redactors del mateix. Els propietaris i usuaris de l'edifici deuran portar a terme el Pla de manteniment de l'edifici encarregant a un tècnic competent les operacions programades pel seu manteniment.

Al llarg de la vida útil de l'edifici s'anirà recollint tota la documentació relativa a les operacions efectuades pel seu manteniment així com totes les diferents intervencions realitzades, ja siguin de reparació, reforma o rehabilitació. Tota aquesta documentació esmentada s'anirà consignant al Llibre de l'Edifici.

A continuació es relacionen els diferents sistemes que composen l'edificació fent una relació de les seves instruccions d'ús i manteniment específiques.

Fonaments – Elements de contenció

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La fonamentació de l'edifici pot transmetre al terreny una càrrega limitada. Per no alterar la seva seguretat estructural i la seva estanquitat cal que es mantinguin les condicions de càrrega i de salubritat previstes per a les quals s'ha construït l'edifici.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació dels fonaments i/o dels elements de contenció de terres, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el projecte d'un tècnic competent, el compliment de les normatives vigents i la corresponent llicència municipal.

Incidències extraordinàries:

- Les fuites de la xarxa d'aigua o de la xarxa de clavegueram s'han de reparar immediatament. L'acció continuada de l'aigua pot lesionar la fonamentació i/o modificar les condicions resistents del subsòl.
- Les alteracions dels terrenys propis (plantació d'arbres, moviments de terres, entre d'altres) o de terrenys veïns (noves construccions, túnels i carreteres, entre d'altres) poden afectar les condicions de treball dels fonaments i dels elements de contenció de terres.
- Si es detecten lesions (oxidacions, despreniments, humitats, esquerdes, etc.) en algun element vist de la fonamentació, de contenció de terres, o element constructiu directament relacionat, s'ha d'avisar als responsables del manteniment de l'edifici perquè prenguin les mesures adients.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de la fonamentació tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Inspeccions tècniques dels fonaments i dels elements de contenció.
- Revisions del correcte funcionament dels murs de contenció enterrats d'acord amb el grau de impermeabilització exigít.

Estructura

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

L'estructura pot resistir una càrrega limitada d'acord amb el seu ús previst en el projecte. Per no alterar el seu comportament i les seves prestacions de seguretat cal que no es facin modificacions, canvis d'ús i que es mantinguin les condicions previstes de càrrega i de protecció al foc per a les quals s'ha construít l'edifici.

Aquesta prescripció inclou evitar, entre d'altres, la realització de regates o obertures de forats en parets de càrrega o en altres elements estructurals, la sobreposició de paviments pesants sobre els existents (augment de les càrregues permanents), la incorporació d'elements pesants (entre d'altres: caixes fortes, jardineres, piscines, dipòsits i escultures), i la creació d'altells o l'obertura de forats en sostres per intercomunicació entre plantes.

Les sobrecàrregues d'ús dels sostres s'han calculat en funció de l'ús previst a les diferents zones de l'edifici i no poden superar els valors següents:

Categoria d'ús		Subcategoria d'ús		Càrrega uniforme kN/m²– (Kg/m²)	Càrrega concentrada a kN – (Kg)	Càrrega lineal kN/m– (Kg/m)
A	Zones residencials	A1	Habitatges i zones d'habitacions en hospitals i hotels	2 – (200)	2 – (200)	–
			Zones d'accés i evacuació (escales, replans i portals)	3 – (300)	–	–
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	–	–	0,8 – (80)
		A2	Trasters	3 – (300)	2 – (200)	–
			Zones d'accés i evacuació (escales, replans i portals)	4 – (400)	–	–
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	–	–	0,8 – (80)
B	Zones administratives		Zones administratives	2 – (200)	2 – (200)	–
			Zones d'accés i evacuació (escales, replans i portals)	3 – (300)	–	–

			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	0,8 – (80)	
C	Zones de reunió (llevat les superfícies corresponents als usos A,B i D)	C1	Zones amb taules i cadires	3– (300)	4– (400)	-	
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	0,8 – (80)	
		C2	Zones amb seients fixes	4 – (400)	4 – (400)	-	
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	0,8 – (80)	
		C3	Zones sense obstacles que impedeixin el lliure moviment de les persones com vestíbuls d'edificis públics, administratius, hotels, sales d'exposicions en museus, etc.	5 – (500)	4– (400)	-	
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	1,6 - (160)	
		C4	Zones destinades a gimnàs o activitats físiques	5– (500)	7– (700)		
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	1,6 - (160)	
		C5	Zones d'aglomeració (sales de concert, estadis, etc.)	5– (500)	4 – (400)		
			Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura	-	-	3 - (300)	
D	Zones comercials	D1	Locals comercials	5– (500)	4 – (400)	-	
		D2	Supermercats, hipermercats o grans superfícies	5– (700)	7 – (500)	-	
E	Zones tràfic i aparcament per a vehicles lleugers (pes total <=30kN – 3.000Kg)			2 – (200)	20 – (2.000)	-	
	Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura			-	-	1,6 - (160)	
F	Cobertes accessibles d'ús solament privadament			1– (100)	2 – (200)		
G	Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura			-	-	1,6 - (160)	
	Cobertes accessibles exclusives per conservació	G1	Cobertes amb inclinació inferior a 20º	1– (100)	2– (200)	-	
		G2	Cobertes amb inclinació superior a 40º	0	2 – (200)	-	
		Baranes, força horitzontal aplicada a 1,20m d'alçada o sobre la vora superior de l'element si està a menys altura			-	-	0,8 – (80)
Balcons volats per tots els usos (s'especificarà la sobrecàrrega d'ús corresponent a la categoria d'ús amb la que es comuniqui i la càrrega vertical a la vora)					-	2 – (200)	
Porxos, voreres i espais de trànsit sobre un element portant o un terreny que dona empentes sobre altres elements estructurals				zones privades	1– (100)	-	-
				zones públiques	3 – (300)	-	-
Magatzem (s'haurà d'especificar la sobrecàrrega mitjana i, si s'escau, la distribució de la càrrega de les diferents zones i col·locar una placa amb el valor adoptat)					-	-	
Biblioteca (s'haurà d'especificar la sobrecàrrega mitjana i, si s'escau, la distribució de la càrrega de les diferents zones i col·locar una placa amb el valor adoptat)					-	-	
S'han reduït sobrecàrregues d'acord amb els valors del Document Bàsic SE-AE del CTE ?					SI		NO
Característiques de vehicles especials:							

Les accions permanents, les deformacions admeses - incloses, si s'escau, les del terreny - així com els coeficients de seguretat i, les reduccions de sobrecàrregues adoptades estan contemplades en la memòria d'estructures del projecte.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de l'estructura, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el projecte d'un tècnic competent, el compliment de les normatives vigents i la corresponent llicència municipal.

Per a les reposicions dels elements que tinguin una durada més curta que la pròpia estructura (recolzaments, juntes, drenatges, pintures, proteccions, etc.) i amb la finalitat de no alterar les prestacions inicials s'utilitzaran productes d'iguals o similars característiques als originals.

Neteja:

En cas de desenvolupar treballs de neteja o protecció, s'analitzarà l'efecte que puguin tenir els productes emprats sobre els elements estructurals afectats. En qualsevol cas, s'adoptaran les instruccions d'ús i manteniment donades pel fabricant.

Incidències extraordinàries:

- Els degoters de les cobertes, les fuites de la xarxa d'aigua o de la xarxa de desguàs s'han de reparar immediatament. L'acció continuada de l'aigua pot lesionar l'estructura.
- S'avisarà als responsables del manteniment de l'edifici si es detecten lesions (oxidacions, despreniments, humitats, esquerdes, etc.) en els elements estructurals, en les seves proteccions o en els components que suporta (envans, paviments, obertures, entre d'altres) perquè prenguin les mesures oportunes.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de l'estructura tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Inspeccions tècniques de l'estructura.
- Revisions i/o reposicions dels elements que tinguin una durada més curta que la pròpia estructura (recolzaments, juntes, drenatges, pintures, proteccions, etc.).

Cobertes

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

Tipus de coberta i ús :	Situació:
COBERTA INCLINADA	COBERTA
ÚS ÚNICAMENT DE MANTENIMENT	
COBERTA PLANA	COBERTA
SITUACIÓ DE MAQUINÀRIA, ACCÉS DE MANTENIMENT	

Les cobertes s'utilitzaran exclusivament per a l'ús previst en el projecte, mantenint les prestacions de seguretat i salubritat específiques per a les quals s'ha construït l'edifici.

A les cobertes en general no està permesa la col·locació d'elements aliens que puguin representar una alteració del seu sistema d'estanquitat vers l'aigua i del seu comportament tèrmic o acústic, o una disminució de la seva seguretat enfront les caigudes.

Als terrats, les terrasses o balcons - tant comuns com privatis - no està permesa la formació de coberts, emmagatzematge de materials, grans jardineres, mobles, etc., que puguin representar una sobrecàrrega excessiva per a l'estructura. Les jardineres i torretes tindran per sota un espai de ventilació que pugui facilitar la correcta evacuació de les aigües pluvials i evitar l'acumulació de brutícia i d'humitats. No es premés l'abocament als desguassos de productes químics agressius com olis, dissolvents, lleixius, benzines, etc.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de les cobertes, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, la supervisió d'un tècnic competent, el compliment de les normatives vigents i la corresponent llicència municipal.

Aquesta prescripció inclou les cobertes d'ús privatiu dels habitatges o locals.

Si a la coberta s'instal·len noves antenes, equips d'aire condicionat, tendals, tanques o, en general, aparells que requereixen ser fixats, caldrà consultar a un tècnic competent per tal que la subjecció no afecti al sistema d'impermeabilització, a les baranes o les xemeneies. Sí, a més a més, aquestes noves instal·lacions necessiten un manteniment periòdic caldrà preveure, al seu voltant, els mitjans i les proteccions adequades per tal de garantir la seguretat i d'evitar desperfectes durant les operacions de manteniment.

Per a les reposicions dels elements que tinguin una durada més curta que la pròpia coberta (juntes, proteccions, etc.), s'utilitzaran productes idèntics als existents o d'equivalents característiques que no alterin les seves prestacions inicials.

Neteja:

Les cobertes s'han de mantenir netes i lliures d'herbes.

Incidències extraordinàries:

- Si s'observen lesions (degoters i humitats) en els sostres sotacoberta caldrà avisar als responsables del manteniment de l'edifici perquè prenguin ràpidament les mesures oportunes. Els degoters afecten a curt termini a l'habitabilitat de la zona afectada i a mig termini poden afectar a la seguretat de l'estructura.
- Després de grans xàfecs, vendavals, pedregades i nevades, etc. caldrà:
 - Comprovar que les ventilacions de la coberta no quedin obstruïdes i estiguin en bon estat.
 - Revisar i netejar la coberta i comprovar desguassos i morrions.
 - No llençar la neu de les cobertes al carrer.
 - Comprovar les fixacions dels elements ubicats a les cobertes (antena TV, tendals, xemeneies, etc.) i l'estat dels elements singulars de la coberta (lluernes, claraboies, entre d'altres).

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de les cobertes i els seus elements singulars (xemeneies, lluernes, badalots, etc.) tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Inspeccions tècniques de la coberta.
- Revisions de l'estat de conservació de la teulada o de la protecció de la impermeabilització.
- Revisions de l'estat de conservació dels punts singulars (juntes de dilatació, trobades amb paraments verticals, buneres o canals, ràfecs, sobreeixidors, ancoratges d'elements, elements passants, obertures i accessos, careners, aiguafons o claraboies, entre d'altres).

Façanes

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

Les façanes s'utilitzaran exclusivament per a l'ús previst en el projecte, mantenint les prestacions de seguretat i salubritat específiques per a les quals s'ha construït l'edifici. A aquest efecte les mitgeres i els tancaments dels patis tindran la mateixa consideració.

A les façanes no està permès realitzar modificacions o col·locar elements aliens que puguin representar l'alteració de la seva configuració arquitectònica, del seu sistema d'estanquitat vers l'aigua, del seu comportament tèrmic o acústic, o una disminució de la seva seguretat enfront les caigudes.

Així doncs no es poden efectuar noves obertures, ni col·locar elements aliens (tancaments de terrasses i porxos, tendals, aparells d'aire condicionat, rètols o antenes, etc.) o substituir elements de característiques diferents als originals (fusteries, reixes, tendals, etc.).

Les terrasses o balcons tindran les mateixes condicions d'ús que les cobertes. Les plantes s'han de regar vigilant no crear regalims d'aigua que caiguin al carrer i evitant d'embrutar els revestiments de la façana o bé malmetre els seus elements metàl·lics. No es pot estendre roba a les façanes exteriors a no ser que hi hagi un lloc específic per fer-ho.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de les façanes, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, la supervisió d'un tècnic competent, el compliment de les normatives vigents i la corresponent llicència municipal.

Per a les reposicions dels elements que tinguin una durada més curta que la pròpia façana (juntes, proteccions, etc.) o dels tancaments de vidre, s'utilitzaran productes idèntics als existents o de característiques equivalents que no alterin les seves prestacions de seguretat i habitabilitat inicials.

Neteja:

Les fusteries, els bastiments i els vidres s'han de netejar amb aigua tèbia o amb productes específics, excloent els abrasius. Es cas de desenvolupar altres treballs de neteja i/o protecció, s'analitzarà l'efecte que puguin tenir els productes sobre els elements de la façana. En qualsevol cas sempre s'adoptaran les instruccions d'ús i manteniment donades pel fabricant.

Incidències extraordinàries:

- Els desprendiments d'elements de la façana són un risc tant pels usuaris com pels vianants. És responsabilitat de l'usuari que quan hi hagi símptomes de degradacions, bufats i/o elements trencats a les façanes, avisar urgentment als responsables del manteniment de l'edifici perquè es prenguin les mesures oportunes. En cas de perill imminent cal avisar al Servei de Bombers.
- Abans de grans xàfecs, vendavals, pedregades i/o nevades caldrà:
 - Tancar portes i finestres.
 - Plegar i desmuntar els tendals.
 - Treure de llocs exposats les torretes i altres objectes que puguin caure al buit.
 - Si s'escau, subjectar les persianes.
- Després de grans xàfecs, vendavals, pedregades i/o nevades caldrà:
 - Inspeccionar i netejar les terrasses i comprovar desguassos i morrions.
 - Comprovar fixacions dels elements de les terrasses o balcons (torretes, tendals, persianes, entre d'altres).
 - No llençar la neu de les terrasses o dels balcons al carrer.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de les façanes tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Inspeccions tècniques de les façanes.
- Revisions de l'estat de conservació dels revestiments.
- Revisions de l'estat de conservació dels punts singulars (juntes de dilatació, trobades amb fonaments, forjats, pilars, cambres ventilades, fusteries, ampits, baranes, remats, ancoratges, ràfecs o cornises, entre d'altres).

Interiors d'habitatges i/o locals

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

A l'habitatge i/o local no es poden realitzar les activitats que no li son pròpies, estant prohibit desenvolupar activitats perjudicials, perilloses, incòmodes o insalubres que puguin afectar negativament a altres usuaris o als elements i les instal·lacions comuns i , per tant, a les prestacions d'habitabilitat, de funcionalitat i de seguretat de l'edifici.

El penjat d'objectes en els envans s'ha de fer mitjançant tacs i cargols específics d'acord amb les característiques de la divisòria, i efectuar prèviament les comprovacions a l'abast per evitar afectar les instal·lacions encastades (xarxes d'electricitat, aigua, calefacció, desguàs, etc.).

No és convenient fer regates als envans per fer-hi passar instal·lacions, especialment les de traçat horitzontal o inclinat ja que, a més de poder afectar a altres instal·lacions, pot perillar l'estabilitat de l'element.

En els cels rasos no es penjaran objectes pesats si no es collen convenientment al sostre, ni s'anul·laran els registres i/o sistemes que possibilitin l'accessibilitat pel manteniment de l'edifici. En el cas de revestiments aplicats directament al sostre la subjecció es farà mitjançant tacs i cargols.

No s'han de donar cops forts a les portes ni a les finestres, i cal utilitzar topalls per evitar, que al obrir-les, les manetes colpegin la paret i la facin malbé.

Els aparells instal·lats s'han d'utilitzar d'acord amb les instruccions d'ús donades pel fabricant.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

Les obres a l'interior de l'habitatge o local es poden realitzar sempre que no afectin elements comuns de l'edifici. No s'iniciaran sense el permís de la propietat o comunitat de propietaris, hauran de complir la normativa vigent i disposar de la corresponent autorització municipal. En el cas que es modifiquin envans es necessitarà el projecte d'un tècnic competent.

Neteja:

Els elements interiors de l'habitatge o local (parets, sostres, paviments, fusteries, etc.) s'han de netejar per conservar el seu aspecte i les seves condicions d'ús i salubritat. Sempre s'ha de vigilar que els productes de neteja que ofereix el mercat siguin especialment indicats per al material que es vol netejar i seguir les instruccions donades pel seu fabricant. En general no es formaran tolls d'aigua, ni s'utilitzaran àcids ni productes abrasius.

Abans de netejar aparells elèctrics cal desendollar-los tot seguint les instruccions donades pel fabricant. En el cas de l'existència d'encimeres de marbre no han d'entrar en contacte amb àcids (vinagre, llimona, etc.) que les puguin tacar irreversiblement.

Cal netejar periòdicament els filtres de la campana d'extracció de fums de la cuina, ja que poden provocar incendis.

S'ha evitar tenir llocs bruts o mal endreçats, acumular diaris vells, embalatges, envasos de matèries inflamables, etc., ja que són un risc d'incendi. Cal tenir cura amb l'emmagatzematge de productes inflamables (pintures, benzines, dissolvents, etc.), evitant que estiguin a prop de fonts de calor, no acumulant-ne grans quantitats i ventilant periòdicament.

Els residus de cada habitatge o local s'han de separar i emmagatzemar en els dipòsits i/o cubells ubicats a la cuina o espais destinats a tal fi per a cada una de les cinc fraccions: envasos lleugers, matèria orgànica, paper/cartró, vidre, i varis. Els residus tòxics i perillosos (envasos de pintures, vernissos i dissolvents, piles

elèctriques, restes d'olis, material informàtic, cartutxos de tinta o tòner, fluorescents, medicaments, aerosols, fluorescents, entre d'altres) s'han de portar a punts específics d'abocament.

Incidències extraordinàries:

- Si s'observen humitats, fissures, oxidacions, desprendiments o altres lesions que puguin afectar a l'edifici o provocar situacions de risc s'haurà d'avisar als responsables del manteniment de l'edifici perquè facin les mesures correctores oportunes.

II.- Instruccions de manteniment:

A més del manteniment periòdic del elements comuns de l'edifici d'acord amb el Pla de manteniment, l'usuari està obligat a efectuar al seu càrrec les petites operacions de manteniment i reparació causades per l'ús ordinari de l'habitatge o local. Aquestes operacions sovint no tenen una periodicitat específica, caldrà fer-les segons l'ús que es fa, o bé si apareixen símptomes que alertin de la necessitat d'executar-les. En cas de dubte és convenient demanar consell a un professional.

- Els balcons i les terrasses s'han de mantenir netes i lliures d'herbes, evitant, si s'escau, l'acumulació de fulles o brossa en els desguassos.
- Les ferramentes de les portes, de les balconeres i des les finestres s'han de greixar perquè funcionin amb suavitat.
- Els canals i forats de recollida i sortida d'aigua dels marcs de les finestres i de les balconeres s'han de netejar. Les cintes de les persianes enrotllables s'han de revisar i canviar quan presentin signes de deteriorament.
- En banys i cuines cal vigilar les juntures entre peces ceràmiques i en els carregaments entre els aparells sanitaris i els paviments i/o paraments, substituint-les per unes de noves quan presentin deficiències.
- Els elements i superfícies pintades o envernissades, tenen una durada limitada i s'han de repintar d'acord amb el seu envelliment.
- Els aparells instal·lats s'han de conservar d'acord amb les instruccions de manteniment donades pel fabricant.

Tanmateix els propietaris o usuaris han de permetre l'accés als seus habitatges o locals als operaris convenient acreditats per que es puguin efectuar les operacions de manteniment i les diferents intervencions que es requereixin per a la correcta conservació de l'edifici.

INSTAL·LACIONS

Instal·lació d'aigua

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació d'aigua s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions de salubritat, de funcionalitat i d'estalvi específiques per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Tipus de subministrament:	
AIGUA POTABLE DE XARXA	
Situació clau general de l'edifici:	
PLANTA BAIXA, ACCÉS	
Tipus comptadors:	Situació:
GENERAL ÚNIC	ARMARI D'INSTAL·LACIONS
Local/habitatge:	Situació clau de pas
Instal·lacions	ARMARI PB

Els armaris o cambres de comptadors o les sales de màquines no han de tenir cap element aliè a la instal·lació, s'han de netejar periòdicament i comprovar que no hi manqui aigua en els sifons dels desguassos. Aquests recintes estan tancats amb clau i són d'accés restringit al personal de la companyia de subministrament, a l'empresa que faci el manteniment i, en cas d'urgència, al responsable designat per la propietat.

Es recomana tancar la clau de pas del local, habitatge o zona en cas d'absència prolongada. Els tubs d'aigua vistos no s'han de fer servir com a connexió a terra dels aparells elèctrics ni tampoc per a penjar-hi objectes.

Els habitatges i/o locals tenen diferents circuits, sectoritzats mitjançant claus de pas, que alimenten les diferents zones humides (cuina, banys, safareig, etc.) i que permeten independitzar-los en cas d'avaría.

A fi d'aconseguir el màxim estalvi d'aigua possible cal:

- Evitar el degoteig de les aixetes, ja que poden suposar un malbaratament d'aigua diari de fins a 15 litres d'aigua per aixeta.
- Racionalitzar el consum de l'aigua fent un bon ús d'ella i aprofitant, mantenint i millorant, si s'escau, els mecanismes i sistemes instal·lats per el seu estalvi: limitadors de cabals en aixetes, mecanismes de doble descàrrega o descàrrega interrompible a les cisternes dels inodors o, si s'escau, aixetes de lavabos i dutxes temporitzades.
- No produir consums alts a les tasques de neteja personal prioritzant la dutxa a omplir la banyera. La rentadora i rentavaixelles s'han de fer funcionar a plena càrrega per optimitzar el consum d'aigua.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació que afectin les instal·lacions comunes d'aigua, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents, les prescripcions de la companyia de subministrament i l'execució d'un instal·lador especialitzat (o be una empresa autoritzada si la companyia d'aigües del municipi així ho especifica).

Si es modifica la instal·lació privativa interior cal que es faci amb un instal·lador especialitzat i d'acord amb la normativa vigent.

Neteja:

Si una xarxa d'aigua pel consum humà queda fora de servei més de 6 mesos es tancarà la seva connexió i es procedirà al seu buidat. Per posar-la de nou en servei s'haurà de netejar.

Incidències extraordinàries:

- Si es detecten fuites d'aigua a la xarxa comunitària d'aigua s'ha d'avisar ràpidament als responsables del manteniment de l'edifici perquè facin les mesures correctores adients. Les fuites d'aigua s'han de reparar immediatament per operaris competents, ja que l'acció continuada de l'aigua pot malmetre l'estructura. Si aquestes afecten al subsòl poden lesionar la fonamentació i/o modificar les condicions resistents del terreny.
- En cas d'una fuga d'aigua o d' una inundació caldrà:
 - Tancar la clau de pas de l'aigua de la zona afectada.
 - Desconnectar l'electricitat.
 - Recollir tota l'aigua.
 - Comprovar l'abast de les possibles lesions causades tant al propi habitatge, local o zona com a les veïnes.
 - Fer reparar l'avaría.
 - Avisar a la companyia d'assegurances pels desperfectes ocasionats a propis i a tercers.
- En cas de temperatures sota zero, cal fer córrer l'aigua per les canonades per evitar que es glacin.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de xarxa d'aigua tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Revisió i neteja de cambres o armaris de comptadors i sales de màquines.
- Els grups de pressió dels sistemes de sobre-elevació d'aigua i/o els sistemes de tractament d'aigua es mantindran segons les instruccions d'ús i manteniment donades pel fabricant.
- Revisions, neteges i desinfeccions de les instal·lacions d'aigua freda pel consum humà i de l'aigua calenta sanitària.
- Revisions, neteges i desinfeccions de sistemes d'aigua climatitzada amb hidromassatge d'ús col·lectiu (piscines, jacuzzis, banyeres terapèutiques o d'hidromassatge i d'altres).

El manteniment de la instal·lació d'aigua situada des de la clau de pas general de l'edifici fins a la clau de pas dels espais privatis (habitatge o local) correspon a la propietat o a la comunitat de propietaris de l'edifici. El manteniment de la instal·lació situada entre la clau de pas de l'habitatge o local i els aparells d'aquests correspon a l'usuari.

Instal·lació d'electricitat

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació d'electricitat s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint-se les prestacions de seguretat i de funcionalitat específiques per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Situació caixa general de protecció de l'edifici:			
PLANTA BAIXA, ARMARI DE COMPTADORS			
Tipus comptadors:			Situació:
GENERAL ÚNIC			ARMARI D'INSTAL·LACIONS
Equipament:	Potència instal·lada (w)	Situació del quadre de dispositius de comandament i protecció:	
EQUIPAMENT	46,64 Kw	ARMARI PB	

Pel correcte funcionament i manteniment de les condicions de seguretat de la instal·lació no es pot consumir una potència elèctrica superior a la contractada. Caldrà doncs considerar la potència de cada aparell instal·lat donada pel fabricant per no sobrepassar – de forma simultània - la potència màxima admesa per la instal·lació.

Els armaris o cambres de comptadors d'electricitat no han de tenir cap element aliè a la instal·lació. Aquests recintes estan tancats amb clau i són d'accés restringit al personal de la companyia de subministrament, a l'empresa que faci el manteniment i, en cas d'urgència, al responsable designat per la propietat. En el cas de l'existència a l'edifici d'un Centre de Transformació de l'empresa de subministrament, l'accés al local on estigui ubicat serà exclusiu del personal de la mateixa.

El quadre de dispositius de comandament i protecció de l'habitatge, local o zona es compon bàsicament pels dispositius de comandament i protecció següents :

- L'ICP (Interruptor de Control de Potència) és un dispositiu per controlar que la potència realment demandada pel consumidor no sobrepassi la contractada.
- L'IGA (Interruptor General Automàtic) es un mecanisme que permet el seu accionament manual i que està dotat d'elements de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits.
- L'ID (Interruptor Diferencial) es un dispositiu destinat a la protecció contra contactes indirectes de tots els circuits (protegeix contra les fuites accidentals de corrent): Periòdicament s'ha de comprovar si l'interruptor diferencial desconnecta la instal·lació.
- Cada circuit de la distribució interior té assignat un petit interruptor automàtic o interruptor omnipolar magneto tèrmics que el protegeix contra els curts circuits i les sobrecàrregues.

En cas d'absència prolongada es recomanable tancar l'IGA de l'habitatge. Si es vol deixar algun aparell en funcionament, com la nevera, no es tancarà l'IGA però sí els interruptors magneto tèrmics dels altres circuits.

No es tocarà cap mecanisme ni aparell elèctric amb el cos, mans o peus molls o humits. S'extremaran les mesures per evitar que els nens toquin els mecanismes i els aparells elèctrics, essent molt convenient tapar els endolls amb taps de plàstic a l'efecte.

Per a qualsevol manipulació de la instal·lació es desconnectarà el circuit corresponent.

Les males connexions originen sobre-escalfaments o espurnes que poden generar un incendi. La desconnexió d'aparells s'ha de fer estirant de l'endoll, mai del cable.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de les instal·lacions elèctriques comunes, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents, les prescripcions de la companyia de subministrament i la seva execució per part d'un instal·lador autoritzat.

A les cambres de bany, vestuaris, etc., s'han de respectar els volums de protecció normatius respecte dutxes i banyeres i no instal·lar ni mecanismes ni d'altres aparells fixos que modifiquin les distàncies mínimes de seguretat.

Si es modifica la instal·lació privativa interior, cal que es faci d'acord amb la normativa vigent, a la potència contractada i amb una empresa autoritzada.

Neteja:

Per a la neteja de làmpades i lluminàries es desconnectarà l'interruptor magneto tèrmic del circuit corresponent.

Incidències extraordinàries:

- Si s'observen deficiències en la xarxa (mecanismes i/o registres desprotegits, làmpades foses en zones d'ús comú, etc.) s'ha d'avisar als responsables de manteniment per tal de que es facin urgentment les mesures oportunes.
- Cal desconnectar immediatament la instal·lació elèctrica en cas de fuga d'aigua, gas o un altre tipus de combustible.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de xarxa d'electricitat tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Revisió i neteja de cambres o armaris de comptadors.
- Depenent de l'ús i de la potència instal·lada, s'haurà de revisar periòdicament la instal·lació.

Si no és fa el manteniment o la instal·lació presenta deficiències importants, l'empresa subministradora o la que desenvolupi les inspeccions de manteniment estan obligades a tallar el subministrament per la perillositat potencial de la instal·lació.

Tots els aparells connectats s'han d'utilitzar i revisar periòdicament seguint les instruccions de manteniment facilitades pels fabricants.

El manteniment de la instal·lació d'electricitat situada entre la caixa general de protecció de l'edifici i el quadre de dispositius de comandament i protecció dels espais privatis (habitatge o local) correspon a la propietat o a la comunitat de propietaris de l'edifici. El manteniment de la instal·lació situada entre el quadre de comandament i protecció de l'habitatge o local i els aparells d'aquests correspon a l'usuari.

Instal·lació de desguàs

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació de desguàs s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions de salubritat i de funcionalitat específiques per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

L'inodor no es pot utilitzar com a abocador d'escombraries on llençar elements (bosses, plàstics, gomes, compreses, draps, fulles d'afaitar, bastonets, etc.) i líquids (greixos, olis, benzines, líquids inflamables, etc.) que puguin generar obstruccions i desperfectes en els tubs de la xarxa de desguàs.

En general per desobstruir inodors i desguassos, en general, no es poden utilitzar àcids o productes que els perjudiquin ni objectes punxeguts que poden perforar-los.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la xarxa de desguàs, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents, i l'execució d'una empresa especialitzada.

Si es modifica la instal·lació privativa interior, cal que es faci d'acord amb la normativa vigent i amb una empresa especialitzada.

Neteja:

Els sifons dels aparells sanitaris o de les buneres sifòniques de les terrasses s'han de netejar i, per evitar mals olors, comprovar que no hi manca aigua.

Incidències extraordinàries:

- Si es detecten mals olors (que no s'han pogut eliminar omplint d'aigua els sifons dels aparells sanitaris o de les buneres de les terrasses), o pèrdues en la xarxa de desguàs vertical i horitzontal, s'ha d'avisar als responsables del manteniment de l'edifici perquè prenguin les mesures correctores adients. Les fuites de la xarxa de desguàs s'han de reparar immediatament per operaris competents, ja que l'acció continuada de l'aigua pot malmetre l'estructura, la fonamentació i/o modificar les condicions resistents del subsòl.
- Quan s'observin obstruccions o una disminució apreciable del cabal d'evacuació es revisaran els sifons i les vàlvules.
- Les alteracions dels terrenys propis (plantació d'arbres, moviments de terres, entre d'altres) i/o veïns (noves construccions, túnels i carreteres, entre d'altres) poden afectar els esorrentius del terreny i per tant el sistema de desguàs.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de xarxa de clavegueram tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Revisió de la instal·lació.
- Neteja d'arquetes.
- Revisió i neteja d'elements especials: separadors de greix, separadors de fangs i/o pous i bombes d'elevació

El manteniment de la instal·lació de desguàs fins als espais privatius (habitatge o local) correspon a la propietat o a la comunitat de propietaris de l'edifici. El manteniment de la instal·lació i aparells situats dins l'espai de l'habitatge o local correspon a l'usuari.

Instal·lació de calefacció

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació de calefacció s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions específiques de salubritat, de funcionalitat, de seguretat i d'estalvi energètic per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Tipus de calefacció:

Aerotèrmia per terra radiant i splits

Per optimitzar la despesa energètica de la instal·lació cal controlar amb programadors i termòstats les temperatures de l'ambient a escalfar en funció de la seva ocupació, de l'ús previst i de la seva freqüència.

En el cas de que la calefacció consti de caldera i radiadors d'aigua calenta caldrà seguir les instruccions donades pel fabricant i les que es donen a continuació :

- Engegar la calefacció amb un nivell d'aigua del circuit correcte.
- Si s'ha d'afegir aigua al circuit fer-ho en fred.
- Si la temperatura de la caldera sobrepassa els 90°C cal desconnectar la instal·lació i avisar l'instal·lador.
- Purgar periòdicament els radiadors d'aigua quan es sentin sorolls de l'aigua circulant pel seu interior. Per purgar-los cal que la instal·lació estigui funcionant i es descargoli lleugerament els cargols de la part superior dels radiadors fins que notem que no surt aire i comença a sortir aigua.
- Els radiadors no es poden tapar amb objectes ja que decreix considerablement el seu rendiment.
- Les temperatures recomanables per regular els termòstats són 21°C de dia i 18°C de nit.

En el cas d'utilitzar estufes portàtils o plaques no s'han de cobrir i s'han de mantenir lluny de qualsevol objecte que es pugui inflamar, com cortinatges, roba de llit, mobles, etc. Cal educar els infants en l'ús de les estufes ja que, en moure-les, poden apropar-les als objectes esmentats anteriorment. Si no es prenen precaucions d'una ventilació permanent no s'ha de deixar cap estufa de butà encesa a l'habitació mentre es dorm.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la instal·lació de calefacció comunitària, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d'una empresa autoritzada.

Si es modifica la instal·lació de l'habitatge o local cal que es faci amb un instal·lador autoritzat i d'acord amb la normativa vigent.

Neteja:

La pols dels radiadors o estufes es netejaran amb aspirador o amb un raspall especial, sempre d'acord amb les instruccions del fabricant.

Incidències extraordinàries:

- Si s'observen fuites d'aigua als aparells o a la xarxa, o altres deficiències en el funcionament de la instal·lació comunitària s'ha d'avisar als responsables de manteniment de l'edifici perquè es facin les actuacions oportunes.
- En cas de poder actuar davant d'una fuga d'aigua caldrà:
 - Tancar la instal·lació.
 - Desconnectar l'electricitat de la zona afectada.
 - Recollir tota l'aigua.

- Comprovar l'abast de les possibles lesions causades tant al propi habitatge, local o zona com a les veïnes.
- Fer reparar l'avaria.
- Avisar a la companyia d'assegurances pels desperfectes ocasionats a propis i a tercers.

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de la instal·lació de calefacció tindran un manteniment periòdic d'acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Inspecció de les instal·lacions privatives de l'edifici.

El manteniment de la instal·lació de calefacció comunitària fins a la clau de pas dels espais privatius (habitatge o local) correspon a la propietat o a la comunitat de propietaris de l'edifici. El manteniment de la instal·lació a partir de la clau de pas situada a l'interior de l'espai privatiu correspon a l'usuari.

Instal·lació de telecomunicacions

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació de telecomunicacions s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions específiques de funcionalitat per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Les instal·lacions de telecomunicacions permeten els serveis següents:

- Servei de telefonia (també inclou la contractació del servei d'ADSL).
- Servei de televisió terrestre, tan analògica com digital.
- La instal·lació comuna també permet rebre la televisió per satèl·lit sempre i quan s'instal·li, entre d'altres, una antena parabòlica comunitària i els corresponents codificadors.
- La instal·lació està prevista per poder col·locar una xarxa de distribució de dades per cable.

No es poden fixar les antenes a les façanes. Es col·locaran preferent a les cobertes tot seguint les ordenances municipals i l'autorització de la propietat o comunitat de propietaris.

Els armaris de les instal·lacions de telecomunicacions no han de tenir cap element aliè a la instal·lació i estan tancats amb clau i són d'accés restringit al personal de l'empresa que faci el manteniment o instal·ladors autoritzats.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la instal·lació de telecomunicacions, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d'un instal·lador autoritzat.

Aquesta prescripció inclou les petites modificacions de la instal·lació en espais d'ús privatiu doncs poden perjudicar la qualitat del so o imatge d'altres usuaris.

Incidències extraordinàries:

Si s'observen deficiències en la qualitat de la imatge o so, o en la xarxa (mecanismes i/o registres desprotegits, antenes el mal estat, etc.), s'ha d'avisar als responsables del manteniment de l'edifici per tal de que es prenguin les actuacions oportunes.

II.- Instruccions de manteniment:

Es molt recomanable subscriure un contracte de manteniment de la instal·lació amb una empresa especialitzada que pugui actualitzar periòdicament la instal·lació i donar resposta d'una manera ràpida i eficaç a les deficiències que puguin sorgir.

A partir del registre d'enllaç situat al punt d'entrada general de l'edifici el manteniment de la instal·lació és a càrrec de la propietat. Abans d'aquest punt el manteniment va a càrrec de l'operadora contractada.

El manteniment de la instal·lació a partir del registre d'enllaç, situat al punt d'entrada general de l'edifici, fins als Punts d'accés a l'usuari, situat a l'interior dels espais privatius, correspon a la propietat o comunitat de propietaris de l'edifici. A partir d'aquest punt el manteniment va a càrrec de l'usuari.

Instal·lació de porter electrònic

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

La instal·lació de porter electrònic s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions de funcionalitat per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Intervencions durant la vida útil de l'edifici:

En el cas d'intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la instal·lació del porter electrònic, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d'una empresa especialitzada.

Incidències extraordinàries:

Si s'observen deficiències en la qualitat del so, en la imatge en cas de video-porter, o en la xarxa (mecanismes i/o registres desprotegits, etc.) s'ha d'avisar als responsables del manteniment de l'edifici perquè es facin les actuacions oportunes.

II.- Instruccions de manteniment:

Caldrà seguir les instruccions d'ús i manteniment de la instal·lació del porter electrònic proporcionades pels seus fabricants o instal·ladors.

Instal·lacions per a la recollida i evacuació de residus

I.- Instruccions d'ús:

Condicions d'ús:

Les instal·lacions per a la recollida de residus s'utilitzaran exclusivament per a l'ús projectat, mantenint-se les prestacions de salubritat i de funcionalitat específiques per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Tipus de recollida municipal:

Porta a porta

En el cas del trasllat dels residus per baixants s'haurà de mantenir la prescripció de que cada fracció s'aboqui a la boca corresponent. No es podran abocar líquids, objectes tallants i/o vidres. Els envasos lleugers i la matèria orgànica s'abocaran dins d'envasos tancats, i els envasos de cartró que no entrin per la comporta s'introduiran trossejats i no plegats.

El magatzem de contenidors o les estació de càrrega no han de tenir cap element aliè a la instal·lació, s'han de comprovar que estiguin nets i que no manqui aigua en els sifons dels desguassos.

Intervencions durant la vida útil de l’edifici:

En el cas d’intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de les instal·lacions per la recollida i evacuació de residus, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d’una empresa especialitzada.

Incidències extraordinàries:

- Si es detecten deficiències de neteja i males olors, s'ha d'avisar als responsables del manteniment de l’edifici perquè facin les mesures correctores adients.

II. Instruccions de manteniment:

Els diferents components de la instal·lació d’eliminació de residus tindran un manteniment periòdic d’acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Revisió, neteja, desinsectació, desinfecció i desratització dels recintes i de les instal·lacions.

Instal·lació de protecció contra incendis

I.- Instruccions d’ús:

Condicions d’ús:

Les instal·lacions i aparells de protecció contra incendis s'utilitzaran exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions de seguretat específiques per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Sistema o aparells instal·lats:	Situació:
EXTINTORS pols polivalent 21A-113B	REPLÀ D'ESCALA DE CADA PLANTA+ 1 distribuït en planta pis
EXTINTOR anhídrid carbònic CO2	SALA INSTAL·LACIONS

No es pot modificar la situació dels elements de protecció d'incendis ni dificultar la seva accessibilitat i visibilitat. En els espais d'evacuació no es col·locaran objectes que puguin obstaculitzar la sortida.

En cas d'incendi – sempre que no posi en perill la seva integritat física i la de possibles tercers – es pot utilitzar els mitjans manuals de protecció contra incendis que estiguin a l'abast depenent del tipus d'edifici i l'ús previst . Aquests poden ser tant els d'alarma (polsadors d'alarma) com els d'extinció (extintors i manegues). Tots els extintors porten les seves instruccions d'ús impreses.

Intervencions durant la vida útil de l’edifici:

En el cas d’intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la instal·lació de protecció contra incendis, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d’un instal·lador autoritzat.

Incidències extraordinàries:

- Després d’haver utilitzat els mitjans d’extinció caldrà avisar a l’empresa de manteniment perquè es facin les revisions corresponents als mitjans utilitzats i es restitueixin al seu correcte estat.
- En cas d’una emergència (incendi, inundació, explosions, accidents, etc.) cal mantenir la calma i actuar en funció de les possibilitats personals i no efectuar accions que puguin posar en perill la integritat física de propis i tercers, tot adoptant les mesures genèriques donades en el punt 6 “Zones d’ús comú ” i, si s’escau, les dels protocols recollits en el Pla d’emergència de l’edifici.
-

II.- Instruccions de manteniment:

Els diferents components de la instal·lació de protecció contra incendis tindran un manteniment periòdic d’acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Revisió dels aparells o sistemes instal·lats.

En cas d'incendi, la manca de manteniment de les instal·lacions de protecció contra incendis comportar tant la pèrdua de les garanties de l'assegurança així com la responsabilitat civil de la propietat pels possibles danys personals i materials causats pel sinistre.

Instal·lació de ventilació

I.- Instruccions d’ús:

Condicions d’ús:

La instal·lació de ventilació s'utilitzarà exclusivament per a l'ús projectat, mantenint les prestacions específiques de salubritat per a les quals s'ha dissenyat la instal·lació.

Sistema o aparells instal·lats:	Situació:
Ventilació mecànica amb recuperador de calor	PB/P1/P2
Sistema de VENTILACIÓ MECÀNICA	
PIS PB – IMPULSIÓ-EXTRACCIÓ	OAC, Vigilants, Despatx 1, Despatx 2
PIS 1 – IMPULSIÓ-EXTRACCIÓ	Secretaria, comptabilitat, tècnics i administració
PIS 2 – IMPULSIÓ-EXTRACCIÓ	Regidors, alcaldia, reunions
IMPULSIÓ-EXTRACCIÓ	Escala
EXTRACCIÓ	Bany PB, Bany P1, Bany P2, Office

No és permès connectar en els conductes d’admissió o extracció de la instal·lació de ventilació les extraccions de fums d’altres aparells (calderes, cuines, etc.). Tanmateix no es poden connectar els extractors de cuines a les xemeneies de les calderes i a l’inrevés.

No es poden tapar les reixetes de ventilació de les portes i finestres.

Intervencions durant la vida útil de l’edifici:

En el cas d’intervencions que impliquin la reforma, reparació o rehabilitació de la instal·lació de ventilació, caldrà el consentiment de la propietat o del seu representant, el compliment de les normatives vigents i la seva execució per part d’un instal·lador especialitzat.

Aquesta prescripció inclou les petites modificacions de la instal·lació en espais d’ús privatiu doncs poden perjudicar la correcta ventilació de l’habitatge, local o zona i, per tant, la salubritat dels mateixos.

II.- Instruccions de manteniment:

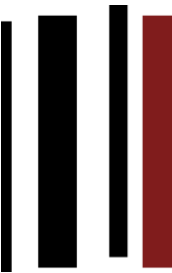
Els diferents components de la instal·lació de ventilació tindran un manteniment periòdic d’acord amb el Pla de manteniment.

De forma general, es tindran en consideració les següents operacions:

- Neteges i revisions de conductes, aspiradors, extractors i filtres.
- Revisió sistemes de comandament i control.

El manteniment de la instal·lació de ventilació comunitària fins els espais privatis (habitatge o local) correspon a la propietat o a la comunitat de propietaris de l’edifici. El manteniment de la instal·lació a partir del seu accés als espais privatis correspon a l’usuari.

DC4 PLA DE CONTROL DE QUALITAT



C/ DE PARE CLARET, 4 – 17406 VILADRAU
17406 VILADRAU, OSONA
AJUNTAMENT DE VILADRAU

DOCUMENTACIÓ DE CONTROL DE MATERIALS.
CONTINGUT DEL PLA DE CONTROL. TIPUS DE CONTROL.

El contingut del Pla de Control segons el CTE és el següent:

1.- Prescripcions sobre els materials. (CONTROL DE RECEPCIÓ EN OBRA)

- Característiques tècniques que han de reunir els productes, equips i sistemes que s'utilitzin en les obres, així com els condicionants del seu subministrament, recepció i conservació, emmagatzematge i manipulació, les garanties de qualitat i el control de recepció que s'hagi de realitzar incloent el mostreig del producte, els assaigs a realitzar, els criteris d'acceptació i rebuig, i les accions a adoptar i els criteris d'ús, conservació i manteniment.

2.- Prescripcions en quan a l'execució per unitats d'obra. (CONTROL D'EXECUCIÓ)

- Característiques tècniques de cada unitat d'obra indicant el seu procés d'execució, normes d'aplicació, condicions que han de complir-se abans de la seva realització, toleràncies admissibles, condicions d'acabat, conservació i manteniment, control d'execució, assaigs i proves, garanties de qualitat, criteris d'acceptació i rebuig.

3.- Prescripcions sobre verificacions en l'edifici acabat. (CONTROL DE L'OBRA ACABADA)

- S'indicaran les verificacions i proves de servei que s'hagin de realitzar per comprovar les prestacions finals de l'edifici.

Així doncs, podem dir que el Pla de Control de Materials i Execució d'obra ha de generar diversos tipus de controls, que són els següents:

A) Pels materials.

A1.- INSPECCIONS: Controls de recepció en obra de productes, equips i sistemes.
Tenen per objecte comprovar que les característiques tècniques dels productes, equips i sistemes subministrats satisfan el que s'exigeix en projecte.
Es faran a partir de:

- El control de la documentació dels subministrament, que com a mínim contindrà els següents documents:
 - Documents d'origen, full de subministrament i etiquetat.
 - Certificat de garantia del fabricant
 - Documents de conformitat o autoritzacions administratives, inclòs el marcat CE.

- El control mitjançant distintius de qualitat o avaluacions tècniques d'idoneïtat.

A2. ASSAIGS: Comprovació de característiques de materials segons el que estableix la reglamentació vigent. S'efectuarà d'acord amb els criteris establerts en el projecte o indicats per la DF.

B) Unitats d'obra.

B1. VERIFICACIONS. Operacions de control d'execució d'unitats d'obra. Es comprovarà l'adequació i conformitat amb el projecte.

B2. PROVES DE SERVEI. Assaigs de funcionament de sistemes complerts d'obra, un cop finalitzada aquesta. Seran les previstes en projecte o les ordenades per la DF i exigides per la legislació aplicable.

Passem tot seguit a enumerar les proves i controls mínimes que caldrà realitzar per tal de complir amb el que estableix el CTE en relació al Control de Materials i Execució, així com amb el Decret 375/88 de la Generalitat de Catalunya. En el Plec de Condicions es detallen amb més concreció els controls a realitzar.

LLISTAT MÍNIM DE PROVES I CONTROLS A REALITZAR.

1. SUBSISTEMA MOVIMENT DE TERRES.

- **Excavació:**
 - Control de moviments de l'excavació.
 - Control del material de replè i del grau de compactat.
- **Gestió de l'aigua:**
 - Control del nivell freàtic.
 - Anàlisi de les inestabilitats de les estructures soterrades a causa trencaments hidràulics.
- **Millora o reforç del terreny:**
 - Control de las propietats del terreny posteriorment a la millora.
- **Ancoratges al terreny:**
 - Segons norma UNE EN 1537:2001

2. SUBSISTEMA SOTA-RASSANT FONAMENTS.

2.1.- DADES PREVIES I DE MATERIALS.

- Estudi geotècnic.
- Anàlisi de les aigües, sempre que hi hagi indicati que aquestes puguin ser àcides, salines o d'agressivitat potencial.
- Control geomètric del replanteig i nivell de la fonamentació. Fixació de les toleràncies segons DB SE C "Seguridad Estructural Cimientos".
- Control del formigó armat segons EHE "EHE Instrucción de Hormigón Estructural y DB SE C Seguridad Estructural Cimientos". (Veure apartat 3)
- Control de fabricació i transport del formigó armat. (Veure apartat 3)

3. SUBSISTEMA ESTRUCTURES DE FORMIGÓ ARMAT. EHE.

3.1 CONTROL DE MATERIALS

Control dels components del formigó segons EHE, la Instrucció per a la Recepció de Ciments, els Segells de Control o Marques de Qualitat i el Plec de Prescripcions Tècniques Particulars:

- Ciment (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Aigua per pastar (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Àrids (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Altres components (abans de l'inici de l'obra)
 - o Additius per a formigó (Decret 375/88 de la Generalitat)
 - o Addicions per elaborar formigó: Cendres volants (Decret 375/88 de la Generalitat)
 - o Addicions per elaborar formigó: Fum de sílice (Decret 375/88 de la Generalitat)

- Pel formigó fet en obra (Decret 375/88 de la Generalitat)

Control de qualitat del formigó segons EHE i el Plec de Prescripcions Tècniques Particulars:

- Resistència (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Consistència (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Durabilitat (Decret 375/88 de la Generalitat)
- Pel formigó fet en obra (Decret 375/88 de la Generalitat)

Assaigs de control del formigó:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Modalitat 1: Control a nivell reduït
- Modalitat 2: Control al 100 %
- Modalitat 3: Control estadístic del formigó
- Assaigs d'informació complementària (en els casos contemplats per la EHE en els articles 72º i 75º i en 88.5, o quan així s'indiqui en el Plec de Prescripcions Tècniques Particulars).
- Pel formigó fet en obra (Decret 375/88 de la Generalitat)

Control de qualitat de l'acer:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control a nivell reduït:
 - Només per armadures passives.
- Control a nivell normal:
 - S'ha de realitzar tant per armadures actives com a passives.
 - És l'únic vàlid per a formigó pretesat.
 - Tant per productes certificats com pels que no ho siguin, els resultats de control de l'acer han de ser coneguts abans de formigonar.
- Comprovació de soldabilitat:
 - En el cas d'existir empalmes per soldadura

Altres controls:

- Control de dispositius d'ancoratge i empalmes de soldadures posttesades.
- Control de les beines i accessoris per les armadures de pretesat.
- Control dels equips de tesat.
- Control dels productes d'injecció.

3.2 CONTROL DE LA EXECUCIÓ

Nivells del control de l'execució:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control d'execució a **nivell reduït**:
 - Una inspecció per cada lot en que s'ha dividit l'obra.
- Control de recepció a **nivell normal**:
 - Existència de control extern.
 - Dues inspeccions per cada lot en que s'ha dividit l'obra.
- Control d'execució a **nivell intens**:
 - Sistema de qualitat propi del constructor.
 - Existència de control extern.
 - Tres inspeccions per lot en que s'ha dividit l'obra.

Fixació de toleràncies d'execució.

Altres controls:

- Control del tesat de les armadures actives.
- Control d'execució de la injecció.
- Assaigs d'informació complementària de l'estructura (proves de càrrega i d'altres assaigs no destructius)

4. SUBSISTEMA DE SOSTRES PREFABRICATS (Decret 375/88 de la Generalitat)

Control de la qualitat de la documentació del projecte:

El projecte defineix i justifica la solució estructural aportada.

Control de qualitat dels materials:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Certificat de qualitat de biguetes, entrebigat i del conjunt del sistema.

Recepció de materials:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de la correspondència entre la comanda i el subministrament mitjançant la comprovació de l'albarà.
- Comprovació de l'autorització d'ús per cada sistema de sostre.
- Es sol·licitarà, per cada sistema de sostre, la justificació documental del fabricant que justifiqui l'autorització d'ús. No caldrà fer aquesta comprovació si el sistema de sostre té un distintiu de qualitat oficialment reconegut.
- Control del gravat del codi d'identificació de cada bigueta.
- Control del bon estat aparent de les peces d'entrebigat.
- Verificacions de les característiques geomètriques reflectides en l'autorització d'ús.
- Comprovació de la compatibilitat entre biguetes i peces d'entrebigat

Control de qualitat de muntatge i execució:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de l'apuntament
- Control de col·locació de les biguetes i revoltos
- Control de la col·locació de les armadures
- Control de l'abocat, compactació i curat del formigó
- Control del desapuntament

Control de qualitat de l'obra acabada

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de nivells i replanteig
- Control de fletxes, contrafletxes i toleràncies.

5. SUBSISTEMA ESTRUCTURES D'ACER. DB SE A.

Control de la qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució estructural aportada.

Control de qualitat dels materials:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Certificat de qualitat del material.
- Procediment de control mitjançant assaigs per materials que presentin característiques no avalades pel certificat de qualitat.
- Procediment de control mitjançant l'aplicació de normes o recomanacions de prestigi reconegut per materials singulars.

Control de qualitat de la fabricació:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de la documentació de taller segons la documentació del projecte, que ha d'incloure:
 - Memòria de fabricació
 - Plànols de taller
 - Pla de punts d'inspecció
- Control de qualitat de la fabricació:
 - Ordre de les operacions i utilització d'eines adequades
 - Qualificació del personal
 - Sistema de traçat adient

Control de qualitat de muntatge:

- Control de qualitat de la documentació de muntatge:
 - Memòria de muntatge
 - Plans de muntatge
 - Pla de punts d'inspecció
- Control de qualitat del muntatge

6. SUBSISTEMA ESTRUCTURES D'OBRA DE FÀBRICA

Recepció de materials:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Peces:
 - Declaració del fabricant sobre la resistència i la categoria (categoria I o categoria II) de las peces.
- Sorres
- Ciments i cal
- Morters secs preparats i formigons preparats
- Comprovació de dosificació y resistència

Control de fàbrica:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Tres categories d'execució:
 - Categoria A: peces i morter amb certificació d'especificacions, fàbrica amb assaigs previs i control diari d'execució.
 - Categoria B: peces (llevat succió, retracció i expansió per humitat) i morter amb certificació d'especificacions i control diari d'execució.
 - Categoria C: no compleix algun dels requisits de B.

Morters i formigons de replè

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de dosificació, barreja i posada en obra

Armadura:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Control de recepció i posada en obra

Protecció de fàbriques en execució:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Protecció contra danys físics
- Protecció de la coronació
- Manteniment de la humitat
- Protecció contra gelades
- Trava temporal
- Limitació de l'alçada d'execució per dia

7. SUBSISTEMA ESTRUCTURES DE FUSTA

Subministrament i recepció dels productes:

- Identificació del subministrament amb caràcter general:
 - Nom i adreça de l'empresa subministradora i del taller de serrat o fàbrica.
 - Data i quantitat del subministra
 - Certificat d'origen i distintiu de qualitat del producte
- Identificació del subministra amb caràcter específic:
 - Fusta serrada:
 - a) Espècie botànica i classe resistent.
 - b) Dimensions nominals
 - c) Contingut d'humitat
 - Tauler:
 - a) Tipus de tauler estructural.
 - b) Dimensions nominals
 - Element estructural de fusta encolada:
 - a) Tipus d'element estructural i classe resistent
 - b) Dimensions nominals
 - c) Marcat
 - Elements realitzats a taller:
 - a) Tipus d'element estructural i declaració de capacitat portant, indicant condicions de recolzament
 - b) Dimensions nominals
 - Fusta i productes de la fusta tractats amb elements protectors:
 - a) Certificat del tractament aplicat, espècie de la fusta, protector emprat i núm. de registre, mètode d'aplicació, categoria del risc cobert, data del tractament, precaucions en front a mecanitzacions posteriors i informacions complementàries.
 - Elements mecànics de fixació:
 - a) Tipus de fixació
 - b) Resistència a tracció de l'acer
 - c) Protecció front a la corrosió
 - d) Dimensions nominals
 - e) Declaració de valors característics de resistència a l'aixafament i moment plàstic per a unions fusta-fusta, fusta-tauler i fusta-acer.

Control de recepció en obra:

- Comprovacions amb caràcter general:
 - Aspecte general del subministrament
 - Identificació del producte
- Comprovacions amb caràcter específic:
 - Fusta serrada
 - a) Espècie botànica
 - b) Classe resistent

- c) Toleràncies en les dimensions
 - d) Contingut d'humitat
- Taulers:
 - a) Propietats de resistència, rigidesa y densitat
 - b) Toleràncies en les dimensions
- Elements estructurals de fusta laminada encolada:
 - a) Classe resistent
 - b) Toleràncies en les dimensions
- Altres elements estructurals realitzats en taller:
 - a) Tipus
 - b) Propietats
 - c) Toleràncies dimensionals
 - d) Planeïtat
 - e) Contrafletxes
- Fusta i productes derivats de la fusta tractats amb productes protectors:
 - a) Certificació del tractament
- Elements mecànics de fixació:
 - a) Certificació del material
 - b) Tractament de protecció
- Criteri de no acceptació del producte

8. TANCAMENTS I PARTICIONS

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de l'aïllament aportada.

Subministra i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord amb les especificacions de projecte.
- Es tindrà cura en les trobades dels diferents elements i, especialment, a la execució dels possibles ponts tèrmics integrats en els tancaments.
- Posada en obra d'aïllaments tèrmics (posició, dimensions i tractament de punts singulars)
- Posició i garantia de continuïtat en la col·locació de la barrera de vapor.
- Fixació d'elements de fusteria per a garantir la estanqueïtat al pas d'aire i l'aigua.

9. INSTAL·LACIONS DE PROTECCIÓ I AÏLLAMENTS CONTRA INCENDIS

Control de qualitat de la documentació del projecte:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- El projecte defineix i justifica la solució de protecció contra incendis aportada, justificant de manera expressa el compliment del "Documento Básico DB SI Seguridad en Caso de Incendio".

Subministra i recepció de productes:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Es comprovarà la existència de marcat CE.
- Els productes s'ajustaran a les especificacions del projecte que aplicarà el que es recull en el "REAL DECRETO 312/2005", de 18 de març, pel què s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència front al foc.

Control d'execució en obra:

(Decret 375/88 de la Generalitat)

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Verificació de les dades de la central de detecció d'incendis.

- Comprovar característiques dels detectors, pulsadors i elements de la instal·lació, així com la seva ubicació i muntatge.
- Comprovar instal·lació i traçat de línies elèctriques, comprovant la seva alineació i subjecció.
- Verificar la xarxa de canonades d'alimentació als equips de manega i sprinklers: característiques i muntatge.
- Comprovar equips de manegues i sprinklers: característiques, ubicació y muntatge.
- Prova hidràulica de la xarxa de manegues i sprinklers.
- Prova de funcionament dels detectors i de la central.
- Comprovar funcionament del bus de comunicació amb el lloc central.

10. SUBSISTEMES D'AÏLLAMENTS TÈRMICS I ACÚSTICS

(Decret 375/88 de la Generalitat)

Subministrament i recepció de productes:

- Etiqueta identificativa indicant la classe de producte, el tipus i els espessors.
- Els materials que vingui avalats per Segells o Marques de Qualitat haurien de tenir la garantia per part del fabricant del compliment dels requisits i característiques mínimes exigides pel CTE.
- Les fibres minerals duran el segell INCE i ASTM-C-167 indicant les seves característiques dimensionals i la seva densitat aparent.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Tots els elements s'ajustaran al descrit en el DB HE 1.
- L'element haurà d'anar protegit.
- Caldrà evitar el pont tèrmic/acústic.
- Control de la ventilació de la cambra si n'hi hagués.

11. SUBSISTEMES DE PROTECCIÓ FRONT A LA HUMITAT

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució d'aïllament aportada.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà l'existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Tots els elements s'ajustaran al descrit en el DB HS "Salubridad", en la secció HS 1 "Protección frente a la Humedad".
- Es realitzaran proves d'estanqueïtat en la coberta.

12. SUBSISTEMA DE CONTROL AMBIENTAL. INSTAL·LACIONS TÈRMiques DE CALEFACCIÓ

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució d'aïllament aportada, justificant de manera expressa el compliment del "Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE)".

Subministra i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Muntatge de canonada i passatubs segons especificacions.
- Característiques i muntatge dels conductes d'evacuació de fums.
- Característiques i muntatge de les calderes.
- Característiques i muntatge dels terminals.
- Característiques i muntatge dels termòstats.

- Proves parcials d'estanqueïtat de zones ocultes. La pressió de prova no ha de variar, al menys, en 4 hores.
- Prova final d'estanqueïtat (caldera connexionada i connectada a la xarxa de fontaneria). La pressió de prova no ha de variar, al menys, en 4 hores.

13. SUBSISTEMA DE CONTROL AMBIENTAL. INSTAL·LACIONS DE CLIMATITZACIÓ

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de climatització aportada.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Replanteig i ubicació de maquines.
- Replanteig i traçat de canonades i conductes.
- Verificar característiques de maquines climatitzadores, fan-coils i refredadores.
- Comprovar muntatge de canonades i conductes, així com alineació i distància entre suports.
- Verificar característiques i muntatge dels elements de control.
- Proves de pressió hidràulica.
- Aïllament en canonades, comprovació de gruixos i característiques del material d'aïllament.
- Prova de xarxes de desguàs de climatitzadors i fan-coils.
- Connexió a quadres elèctrics.
- Proves de funcionament (hidràulica i aire).
- Proves de funcionament elèctric.

14. SUBSISTEMA SUMINISTRES. INSTAL·LACIONS DE FONTANERIA

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de fontaneria aportada.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà l'existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Punt de connexió amb la xarxa general i escomesa
- Instal·lació general interior: característiques de canonades i de vàlvules.
- Protecció i aïllament de canonades tant encastades com vistes.
- Proves de les instal·lacions:
 - Prova de resistència mecànica i estanqueïtat parcial. La pressió de prova no ha variar en, al menys, 4 hores.
 - Prova d'estanqueïtat i de resistència mecànica global. La pressió de prova no ha variar en, al menys, 4 hores.
 - Proves particulars en las instal·lacions de Aigua Calent Sanitària:
 - Mesura de cabdal i temperatura en els punts d'aigua
 - Obtenció del cabdal exigít a la temperatura fixada un cop obertes les aixetes estimades en funcionament simultani.
 - Temps de sortida de l'aigua a la temperatura de funcionament.
 - Mesura de temperatures a la xarxa.
 - Amb l'acumulador a regim comprovació de les temperatures del mateix, en la seva sortida i en les aixetes.
- Identificació d'aparells sanitaris i aixetes.
- Col·locació d'aparells sanitaris (es comprovarà l'anivellació, la subjecció i la connexió).
- Funcionament d'aparells sanitaris i aixetes (es comprovarà les aixetes, les cisternes i el funcionament dels desguassos).
- Prova final de tota la instal·lació durant 24 hores.

15. SUBSISTEMA SUMINISTRES. INSTAL·LACIONS DE GAS

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de gas aportada.

Subministra i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a las especificacions de projecte.
- Canonada d'escomesa a l'armari de regulació (diàmetre i estanqueïtat).
- Passos de murs y forjats (col·locació de passatubs i vaines).
- Verificació de l'armari de comptadores (dimensiones, ventilació, etc.).
- Distribució interior canonada.
- Distribució exterior canonada.
- Vàlvules i característiques de muntatge.
- Prova d'estanqueïtat i resistència mecànica.

16. SUBSISTEMA EVAÜACIÓ. INSTAL·LACIONS DE SANEJAMENT

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de les instal·lacions d'evacuació d'aigües residuals.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució de acord a las especificacions de projecte.
- Comprovació de vàlvules de desguàs.
- Comprovació de muntatge dels sifons individuals i pots sifònics.
- Comprovació de muntatge de canals i embornals.
- Comprovació del pendent dels canals.
- Verificar execució de xarxes de petita evacuació.
- Comprovació de baixants i xarxa de ventilació.
- Verificació de la xarxa horitzontal penjada i la soterrada (arquetes i pous).
- Verificació dels dipòsits de recepció i d'elevació i control.
- Prova estanqueïtat parcial.
- Prova d'estanqueïtat total.
- Prova amb aigua.
- Prova amb aire.
- Prova amb fum.

17. SUBSISTEMA EVAÜACIÓ. INSTAL·LACIONS D'EXTRACCIÓ DE FUMS I GASOS.

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució d'extracció aportada.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà l'existència de marcat CE.

Control d'execució en obra:

- Execució d'acord a les especificacions de projecte.
- Comprovació de ventiladors, característiques i ubicació.
- Comprovació de muntatge de conductes i reixes.
- Proves d'estanqueïtat d'unions de conductes.
- Prova de mesura d'aire.
- Proves afegides a realitzar en el sistema d'extracció de garatges:
 - Ubicació de central de detecció de CO en el sistema de extracció dels garatges.
 - Comprovació de muntatge i accionament front la presència de fum.
- Proves i posada en marxa (manual i automàtica).

18. SUBSISTEMA CONNEXIONS. INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució elèctrica aportada, justificant de manera expressa el compliment del “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión i de les Instruccions Tècniques Complementàries.

Subministrament i recepció de productes:

- Es comprovarà l’existència de marcat CE.

Control d’execució en obra:

- Execució d’acord a les especificacions de projecte.
- Verificar característiques de caixa transformador: envans, fonamentació-recolzaments, terres, etc.
- Traçat i muntatges de línies repartidores: secció del cable i muntatge de safates i suports.
- Situació de punts i mecanismes.
- Traçat de rases i caixes en la instal·lació encastada.
- Subjecció de cables i senyalització de circuits.
- Característiques i situació d’equips d’enllumenat i mecanismes (marca, model i potència).
- Muntatge de mecanismes (verificació de fixació i anivellament)
- Verificar la situació dels quadres i del muntatge de la xarxa de veu i dades.
- Control de troncats i de mecanismes de la xarxa de veu i dades.
- Quadres generals:
 - Aspecte exterior i interior.
 - Dimensions.

- Característiques tècniques dels components del quadre interruptors, automàtics, diferencials, relès, etc.)
- Fixació d’elements i connexionat.
- Identificació i senyalització o etiquetat de circuits i les seves proteccions.
- Conexionat de circuits exteriors a quadres.
- Proves de funcionament:
 - Comprovació de la resistència de la xarxa de terra.
 - Comprovació d’automàtics.
 - Encès de l’enllumenat.
 - Circuit de força.
 - Comprovació de la resta de circuits de la instal·lació enllestida.

19. SUBSISTEMA D’ENERGIES RENOVABLES. INSTAL·LACIONS DE A.C.S. AMB PANNELLS SOLARS

Control de qualitat de la documentació del projecte:

- El projecte defineix i justifica la solució de generació de aigua calent sanitària (ACS) amb pannells solars.

Subministra i recepció de productes:

- Es comprovarà la existència de marcat CE.

Control d’execució en obra:

- Execució de acord a las especificacions de projecte.
- La instal·lació s’ajustarà al que es descriu en la “Sección HE 4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”.

DC5 CEE CERTIFICAT D’EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	PR22.06 CAN SIÀ		
Dirección	C PARE CLARET 4		
Municipio	VILADRAU	Código Postal	17406
Provincia	Girona	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	E1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	9332702DG4393S0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☒ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	MANEL ALCUBIERRE ROCA	NIF(NIE)	33941759-S
Razón social	4 Ratlles Arquitectes, S.L.P	NIF	B-63378475
Domicilio	AV. Francesc Camprodon 1, 2A		
Municipio	VIC	Código Postal	08500
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	tramits@4Rarq.com	Teléfono	93 880 02 11
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecte		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 167.3 A 167.3-271.3 B 271.3-418.3 C 418.3-543.8 D 543.8-669.2 E 669.2-836.6 F ≥ 836.6 G	49.8 A	< 39.0 A 39.0-63.4 B 63.4-97.6 C 97.6-126.9 D 126.9-156.2 E 156.2-195.2 F ≥ 195.2 G	8.8 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/10/2022

Firma del técnico certificador

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	369.0
---------------------------	-------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
PB - Façana SE	Fachada	19.89	0.33	Conocidas
PB - Façana NE	Fachada	37.68	0.33	Conocidas
P1 - Façana SE	Fachada	16.52	0.33	Conocidas
P1 - Façana NE	Fachada	5.43	0.33	Conocidas
P1 - Façana NE Mitja planta	Fachada	6.02	0.33	Conocidas
P1 - Façana N	Fachada	9.25	0.33	Conocidas
P1 - Façana NO	Fachada	37.77	0.33	Conocidas
P2 - Façana SE	Fachada	17.0	0.30	Conocidas
P2 - Façana NE	Fachada	40.43	0.42	Conocidas
P2 - Façana NE Mitja planta	Fachada	5.11	0.42	Conocidas
P2 - Façana N	Fachada	5.88	0.42	Conocidas
P2 - Façana NO	Fachada	15.45	0.30	Conocidas
P2 - Façana NO b	Fachada	5.4	0.30	Conocidas
P2 - Façana SO	Fachada	7.16	0.33	Conocidas
Mur vs terreny	Fachada	22.31	0.36	Estimadas
Mitgera general	Fachada	86.68	0.00	
Mitgera P0	Fachada	13.63	0.00	
Mitgera P1	Fachada	23.31	0.00	
Mitgera P2	Fachada	9.6	0.00	
P0 Ascensor	Partición Interior	7.13	1.99	Estimadas
P1/2 Ascensor pedra	Partición Interior	14.83	1.80	Estimadas

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
P1/2 Ascensor	Partición Interior	12.9	0.45	Estimadas
P1/2 Ascensor nou tancament	Partición Interior	12.9	0.45	Estimadas
P0 inst	Partición Interior	1.89	1.99	Estimadas
Sostre aparcament	Partición Interior	36.5	0.30	Conocidas
Sostre instal·lacions	Partición Interior	11.0	0.30	Conocidas
Coberta inclinada	Cubierta	126.66	0.29	Conocidas
Solera	Partición Interior	86.02	0.45	Conocidas
Coberta plana	Cubierta	12.19	0.29	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Fe1	Hueco	2.99	1.00	0.01	Conocido	Conocido
Fe2	Hueco	1.92	1.00	0.06	Conocido	Conocido
Fe3	Hueco	1.84	1.00	0.16	Conocido	Conocido
Fe4	Hueco	4.0	1.00	0.07	Conocido	Conocido
Fe5	Hueco	1.88	1.00	0.07	Conocido	Conocido
Fe6	Hueco	4.2	1.00	0.12	Conocido	Conocido
Fe7	Hueco	2.49	1.00	0.02	Conocido	Conocido
Fe8	Hueco	2.4	1.00	0.14	Conocido	Conocido
Fe9	Hueco	0.9	1.00	0.13	Conocido	Conocido
Fe11	Hueco	1.1	1.00	0.15	Conocido	Conocido
Fe12	Hueco	1.95	1.00	0.13	Conocido	Conocido
Fe6b	Hueco	4.2	1.00	0.12	Conocido	Conocido
Fe14	Hueco	1.8	1.00	0.07	Conocido	Conocido
Lluernari coberta	Lucernario	33.77	0.91	0.12	Conocido	Conocido
Lluernari Façana	Hueco	26.07	0.91	0.17	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
AEROTERMIA - MONOBLOC KOSNER AQUARIS	Bomba de Calor		462.0	Electricidad	Conocido
A/C 1x1 - KOSNER KSTI-24/71	Bomba de Calor		400.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
AEROTERMIA - MONOBLOC KOSNER AQUARIS	Bomba de Calor		469.0	Electricidad	Conocido
A/C 1x1 - KOSNER KSTI-24/71	Bomba de Calor		610.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	156.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
ACS - KCA V4 110L	Bomba de Calor		271.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
OAC	10.24	2.05	500.00	Conocido
Administració P1	5.86	1.17	500.00	Conocido
Administració P2	5.74	1.15	500.00	Conocido
Sala de Plens P1	5.95	1.98	300.00	Conocido
Escala	17.48	4.37	400.00	Conocido
Zones de pas	12.51	4.17	300.00	Conocido
TOTALES	9.52			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	369.0	Intensidad Baja - 12h

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Plaques solars fotovoltaïques	14900.0
TOTAL	14900.0

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	E1	Uso	Intensidad Baja - 12h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
< 39.0 A 39.0-63.4 B 63.4-97.6 C 97.6-126.9 D 126.9-156.2 E 156.2-195.2 F ≥ 195.2 G	8.8 A	CALEFACCIÓN		ACS		
		<i>Emisiones calefacción</i> <i>[kgCO2/m² año]</i>	A	<i>Emisiones ACS</i> <i>[kgCO2/m² año]</i>	B	
		9.75		1.14		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		<i>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</i>	<i>Emisiones refrigeración</i> <i>[kgCO2/m² año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación</i> <i>[kgCO2/m² año]</i>	B
			0.09		11.18	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	6.99	2578.41
Emisiones CO2 por otros combustibles	1.80	664.93

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 167.3 A 167.3-271.1 B 271.1-418.3 C 418.3-543.8 D 543.8-669.2 E 669.2-836.6 F ≥ 836.6 G	49.8 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	B
		55.41		6.71	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	B
		0.52		66.02	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 67.3 A 67.3-109.4 B 109.4-168.2 C 168.2-218.7 D 218.7-269.2 E 269.2-336.5 F ≥ 336.5 G	115.4 C	< 2.6 A 2.6-4.1 B 4.1-6.4 C 6.4-8.3 D 8.3-10.2 E 10.2-12.8 F ≥ 12.8 G	1.2 A
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL
TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	25/10/2022
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Intervenciones en edificios existentes con renovación de más del 25% de la envolvente térmica final del edificio, o con cambio de uso característico

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE OBJETO DEL PROYECTO:

Nombre del edificio	PR22.06 CAN SIÀ		
Dirección	C PARE CLARET 4		
Municipio	VILADRAU	Código Postal	17406
Provincia	Girona	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	E1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	9332702DG4393S0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☒ Edificio completo ☐ Local

Edificio Existente

- ☐ Ampliación
 - ☐ Ampliación de más del 10% de la superficie
 - ☐ Ampliación de menos del 10% de la superficie
- ☐ Cambio de uso característico
- ☒ Reforma
 - ☒ Reforma de las instalaciones térmicas
 - ☒ Reforma de la envolvente térmica
 - ☒ Reforma de más del 25% de la envolvente
 - ☐ Reforma de menos del 25% de la envolvente

Características del edificio o parte del edificio que se certifica:

¿Existen persianas?	No
---------------------	----

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	MANEL ALCUBIERRE ROCA	NIF(NIE)	33941759-S
Razón social	4 Ratlles Arquitectes, S.L.P	NIF	B-63378475
Domicilio	AV. Francesc Camprodon 1, 2A		
Municipio	VIC	Código Postal	08500
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	tramits@4Rarq.com	Teléfono	93 880 02 11
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecte		
Procedimiento de cálculo utilizado y versión:	CEXv2.3		

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado el cálculo de la comprobación de los aspectos recogidos en este informe según lo indicado en las secciones HE0 y HE1 del CTE y en los 'Documentos de apoyo para la aplicación del DB HE' en función de los datos ciertos que ha definido del edificio o parte del mismo objeto de este análisis.

Fecha: 25/10/2022

Firma del técnico verificador

Cálculo realizado según lo recogido en la sección HE del CTE



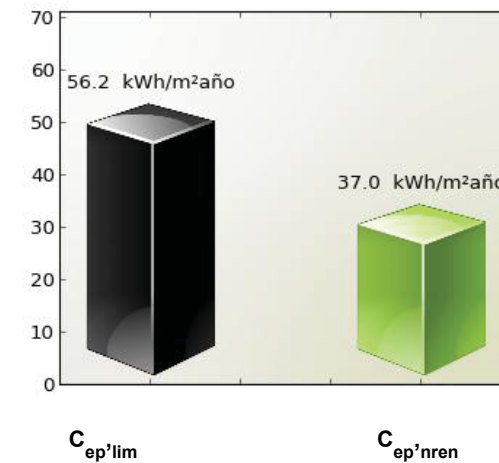
ANEXO I

Comprobación de la sección HE0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

El consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep'nren}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte considerada, no superará el valor límite ($C_{ep'nren,lim}$) obtenido de la tabla 3.1.b-HE0.



$$C_{ep'nren,lim} = 56.2 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$

$$C_{ep'nren} = 37.0 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$

Cumple

Siendo:

$C_{ep'nren}$: consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o de la parte ampliada

$C_{ep'nren,lim}$: valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para servicios de calefacción, refrigeración y ACS.

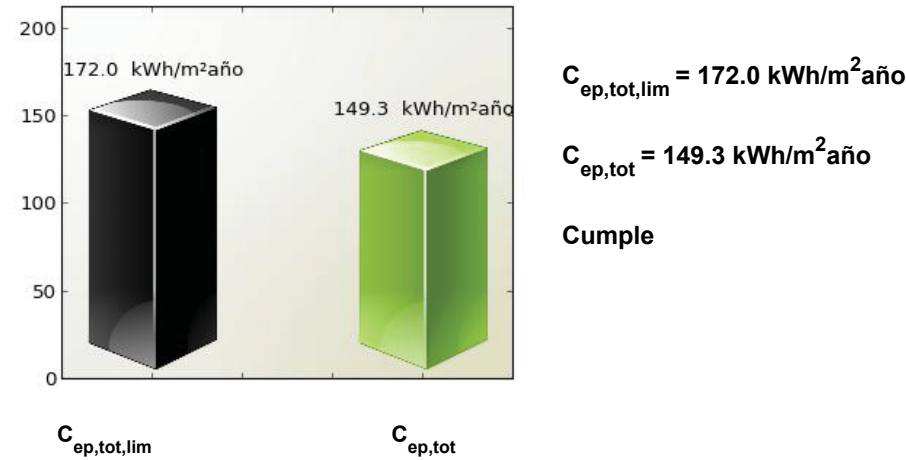
Zona climática de invierno

ALPHA	A	B	C	D	E
$70 + 8 * C_{FI}$	$55 + 8 * C_{FI}$	$50 + 8 * C_{FI}$	$35 + 8 * C_{FI}$	$20 + 8 * C_{FI}$	$10 + 8 * C_{FI}$

C_{FI} : Carga interna media [W / m²]

1.2. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL

El consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,tot,lim}$) obtenido de la tabla 3.2.b-HE0.



Siendo:

$C_{ep,tot}$: consumo energético de energía primaria total del edificio o de la parte ampliada

$C_{ep,tot,lim}$: valor límite del consumo energético de energía primaria total para servicios de calefacción, refrigeración y ACS.

Zona climática de invierno					
ALPHA	A	B	C	D	E
$165 + 9 \cdot C_{Fi}$	$155 + 9 \cdot C_{Fi}$	$150 + 9 \cdot C_{Fi}$	$140 + 9 \cdot C_{Fi}$	$130 + 9 \cdot C_{Fi}$	$120 + 9 \cdot C_{Fi}$

C_{Fi} : Carga interna media [W / m^2]

2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para la comprobación del cumplimiento del edificio según el CTE 2019.

2.a. Definición de la localidad y de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE 1

Localidad	VILADRAU
Zona climática según el DB HE1	E1

2.b. Definición de la envolvente térmica y sus componentes

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m^2]	Transmitancia [$W/m^2 \cdot K$]	Modo de obtención
PB - Façana SE	Fachada	19.89	0.33	Conocidas
PB - Façana NE	Fachada	37.68	0.33	Conocidas
P1 - Façana SE	Fachada	16.52	0.33	Conocidas
P1 - Façana NE	Fachada	5.43	0.33	Conocidas
P1 - Façana NE Mitja planta	Fachada	6.02	0.33	Conocidas
P1 - Façana N	Fachada	9.25	0.33	Conocidas
P1 - Façana NO	Fachada	37.77	0.33	Conocidas
P2 - Façana SE	Fachada	17.00	0.30	Conocidas
P2 - Façana NE	Fachada	40.42	0.30	Conocidas
P2 - Façana NE Mitja planta	Fachada	5.11	0.30	Conocidas
P2 - Façana N	Fachada	5.88	0.30	Conocidas
P2 - Façana NO	Fachada	15.45	0.30	Conocidas
P2 - Façana NO b	Fachada	5.40	0.30	Conocidas
P2 - Façana SO	Fachada	7.16	0.33	Conocidas
Mur vs terreny	Fachada	22.31	0.36	Estimadas
Mitgera general	Fachada	86.68	0.00	
Mitgera P0	Fachada	13.63	0.00	
Mitgera P1	Fachada	23.31	0.00	
Mitgera P2	Fachada	9.60	0.00	
P0 Ascensor	Partición Interior	7.13	0.44	Estimadas
P1/2 Ascensor pedra	Partición Interior	14.83	0.40	Estimadas
P1/2 Ascensor	Partición Interior	12.90	0.45	Estimadas
P1/2 Ascensor nou tancament	Partición Interior	12.90	0.45	Estimadas
P0 inst	Partición Interior	1.89	0.44	Estimadas

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Sostre aparcament	Partición Interior	36.50	0.30	Conocidas
Sostre instal·lacions	Partición Interior	11.00	0.30	Conocidas
Coberta inclinada	Cubierta	126.65	0.29	Conocidas
Solera	Partición Interior	86.02	0.45	Conocidas
Coberta plana	Cubierta	12.19	0.29	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Fe1	Hueco	2.99	1.00	0.47	Conocido	Conocido
Fe2	Hueco	1.92	1.00	0.47	Conocido	Conocido
Fe3	Hueco	1.84	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe4	Hueco	4.00	1.00	0.66	Conocido	Conocido
Fe5	Hueco	1.88	1.00	0.66	Conocido	Conocido
Fe6	Hueco	4.20	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe7	Hueco	2.49	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe8	Hueco	2.40	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe9	Hueco	0.90	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe11	Hueco	1.10	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe12	Hueco	1.95	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe6b	Hueco	4.20	1.00	1.00	Conocido	Conocido
Fe14	Hueco	1.80	1.00	0.47	Conocido	Conocido
Lluernari coberta	Lucernario	33.77	0.91	0.83	Conocido	Conocido
Lluernari Façana	Hueco	26.07	0.91	1.00	Conocido	Conocido

2.c. El perfil de uso, nivel de acondicionamiento (acondicionado o no acondicionado), nivel de ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espacios habitables y de los espacios no habitables

Tipo de edificio	Edificio completo
Perfil de uso	Intensidad Baja - 12h
	0.8

2.d. Procedimiento empleado para el cálculo del consumo energético

Procedimiento utilizado y versión	CEXv2.3
-----------------------------------	---------

2.e. Demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS)

Nombre	kWh/m²año
Demanda de calefacción	115.43

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

Nombre	kWh/m²año
Demanda de refrigeración	1.2
Demanda de ACS	9.3

2.f. Consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad)

2.g. La energía producida y la aportación de energía procedente de fuentes renovables

2.h. Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía
AEROTERMIA - MONOBLOC KOSNER AQUARIS	Bomba de Calor	462.0	Electricidad
A/C 1x1 - KOSNER KSTI-24/71	Bomba de Calor	400.0	Electricidad

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía
ACS - KCA V4 110L	Bomba de Calor	271.0	Electricidad

Instalación de iluminación

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]
OAC	10.24	2.05	500.00
Administració P1	5.86	1.17	500.00
Administració P2	5.74	1.15	500.00
Sala de Plens P1	5.95	1.98	300.00
Escala	17.48	4.37	400.00
Zones de pas	12.51	4.17	300.00

Generación eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Plaques solars fotovoltaïques	14900.0

2.i. Rendimientos considerados para los distintos equipos y servicios técnicos

2.j. Factores de conversión de energía final a primaria

Tipo de Energía	Coeficiente de paso de energía final a primaria no renovable
Gas Natural	1.19
Gasóleo-C	1.179
Electricidad	1.954
GLP	1.201
Carbón	1.082
Biocarburante	0.085
Biomasa no densificada	0.034
Biomasa densificada (pelets)	0.085

2.k. Consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio y el valor límite aplicable ($C_{ep,nren, lim}$)

Consumo energía primaria no renovable [$C_{ep,nren}$]	37.04
Valor límite del consumo energía primaria no renovable [$C_{ep,nren, lim}$]	56.25

2.l. Consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) del edificio y el valor límite aplicable ($C_{ep,tot, lim}$)

Consumo energía primaria total [$C_{ep,tot}$]	149.28
Valor límite del consumo energía primaria total [$C_{ep,tot, lim}$]	172.03

2.m. Número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable

3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El procedimiento de cálculo utilizado ha sido CEXv2.3

Este procedimiento de cálculo permite desglosar el consumo energético de energía final en función del vector energético utilizado (tipo de combustible o electricidad) para satisfacer la demanda energética de cada uno de los servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación).

La siguiente tabla recoge el consumo energético de energía final en función del vector energético.

Combustible	Calefacción (kWh/m ² año)	Refrigeración (kWh/m ² año)	ACS (kWh/m ² año)	Iluminación (kWh/m ² año)
Gas Natural	7.15	0.0	0.0	0.0
Electricidad	24.0	0.27	3.43	33.79

El cálculo de los indicadores de eficiencia energética, producción y consumo de energía se realizará empleando un intervalo de tiempo mensual.

Los coeficientes de paso empleados para la conversión de energía final a energía primaria (sea total, procedente de fuentes renovables o procedente de fuentes no renovables) serán los publicados oficialmente.

El total de horas fuera de consigna no excederá el 4% del tiempo total de ocupación.

Los espacios del modelo tendrán asociadas unas condiciones operacionales y perfiles de uso de acuerdo al Anejo D del CTE 2019.

Los valores de la demanda de referencia de ACS se fijarán de acuerdo al Anejo F del CTE 2019. El Anejo G incluye valores de temperatura del agua de red para el cálculo del consumo de ACS.

En aquellos aspectos no definidos por el CTE 2019, el cálculo de las necesidades de energía, consumo energético e indicadores energéticos estará de acuerdo con el documento reconocido Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El procedimiento de cálculo CEXv2.3 considera los siguientes aspectos:

- El diseño, emplazamiento y orientación del edificio.
- La evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos.
- El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas.
- Las solicitudes exteriores, las solicitudes interiores y las condiciones operacionales, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre.
- Las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales.
- Las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación.
- Las ganancias y pérdidas producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.
- Las necesidades de los servicios de calefacción, refrigeración ACS y ventilación, control de la humedad y, en usos distintos al residencial, de iluminación.
- El dimensionado y los rendimientos de los equipos y sistemas de producción de frío y de calor, ACS, ventilación, control de la humedad e iluminación.
- La contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela o procedentes de biomasa sólida, biogás o gases renovables.

4. SOLICITACIONES EXTERIORES

Se consideran solicitudes exteriores las acciones del clima sobre el edificio con efecto sobre su comportamiento térmico.

A efectos de cálculo, se establece un conjunto de zonas climáticas para las que se especifica un clima de referencia que define las solicitudes exteriores en términos de temperatura y radiación solar.

La zona climática de cada localidad, así como su clima de referencia, se determina a partir de los valores tabulados recogidos en el Anejo B del CTE 2019, o de documentos reconocidos elaborados por las Comunidades Autónomas.

5. SOLICITACIONES INTERIORES Y CONDICIONES OPERACIONALES

Se consideran solicitudes interiores las cargas térmicas generadas en el interior del edificio debidas a los aportes de energía de los ocupantes, equipos e iluminación. Se caracterizan mediante un perfil de uso que describe las cargas internas para cada tipo de espacio. Estos espacios tendrán asociado un perfil de uso de acuerdo con el Anejo D del CTE 2019.

Las condiciones operacionales para espacios en uso residencial privado, se definen por los siguientes parámetros que se recogen en los perfiles de uso del Anejo D del CTE 2019.

- a) Temperaturas de consigna alta.
- b) Temperaturas de consigna baja.
- c) Distribución horaria del consumo de ACS.

6. MODELO TÉRMICO: ENVOLVENTE TÉRMICA Y ZONIFICACIÓN

El modelo térmico del edificio estará compuesto por una serie de espacios conectados entre sí y con el exterior del edificio mediante la envolvente térmica del edificio, definida según los criterios del Anejo C del CTE 2019.

La definición de las zonas térmicas podrá diferir de la real siempre que refleje adecuadamente el comportamiento térmico del edificio. En particular, podrá integrarse una zona térmica en otra mayor adyacente cuando no supere el 10% de la superficie útil de esta.

Los espacios del modelo térmico se clasificarán en espacios habitables y espacios no habitables. Los espacios habitables se clasificarán según su carga interna (baja, media, alta o muy alta), en su caso, y según su necesidad de mantener unas determinadas condiciones de temperatura para el bienestar térmico de sus ocupantes (espacios acondicionados o espacios no acondicionados).

7. SUPERFICIE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES DE CONSUMO

La superficie considerada en el cálculo de los indicadores de consumo se obtendrá como suma de las superficies útiles de los espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica.

Se podrá excluir de la superficie de cálculo la de los espacios que deban mantener unas condiciones específicas determinadas no por el confort de los ocupantes sino por la actividad que en ellos se desarrolla (laboratorios con condiciones de temperatura, cocinas industriales, salas de ordenadores, piscinas...)

ANEXO II

Comprobación de la sección HE1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1 Transmitancia de la envolvente térmica

La transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a de la sección HE1 del CTE.

En el caso de reformas, el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1 será únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica que se sustituya, incorporen, o modifiquen sustancialmente o que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.

Se podrán superar los valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 cuando el coeficiente de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicandolos valores de la tabla

Cerramientos opacos

	U(W/m²K)	U_{limite} (W/m²K)	Cumple
PB - Façana SE	0.33	0.37	Sí
PB - Façana NE	0.33	0.37	Sí
P1 - Façana SE	0.33	0.37	Sí
P1 - Façana NE	0.33	0.37	Sí
P1 - Façana NE Mitja planta	0.33	0.37	Sí
P1 - Façana N	0.33	0.37	Sí
P1 - Façana NO	0.33	0.37	Sí
P2 - Façana SE	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana NE	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana NE Mitja planta	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana N	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana NO	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana NO b	0.3	0.37	Sí
P2 - Façana SO	0.33	0.37	Sí
Mur vs terreny	0.36	0.59	Sí
Mitgera general	0.0	0.59	Sí
Mitgera P0	0.0	0.59	Sí
Mitgera P1	0.0	0.59	Sí
Mitgera P2	0.0	0.59	Sí
P0 Ascensor	0.44	0.59	Sí
P1/2 Ascensor pedra	0.4	0.59	Sí
P1/2 Ascensor	0.45	0.59	Sí

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

	U(W/m²K)	U _{límite} (W/m²K)	Cumple
P1/2 Ascensor nou tancament	0.45	0.59	Sí
P0 inst	0.44	0.59	Sí
Sostre aparcament	0.3	0.59	Sí
Sostre instal·lacions	0.3	0.59	Sí
Coberta inclinada	0.29	0.33	Sí
Solera	0.45	0.59	Sí
Coberta plana	0.29	0.33	Sí

Huecos

	U(W/m²K)	U _{límite} (W/m²K)	Cumple
Fe1	1.0	5.7	Sí
Fe2	1.0	1.8	Sí
Fe3	1.0	1.8	Sí
Fe4	1.0	5.7	Sí
Fe5	1.0	5.7	Sí
Fe6	1.0	1.8	Sí
Fe7	1.0	5.7	Sí
Fe8	1.0	1.8	Sí
Fe9	1.0	1.8	Sí
Fe11	1.0	1.8	Sí
Fe12	1.0	1.8	Sí
Fe6b	1.0	1.8	Sí
Fe14	1.0	1.8	Sí
Lluernari coberta	0.91	1.8	Sí
Lluernari Façana	0.91	1.8	Sí

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

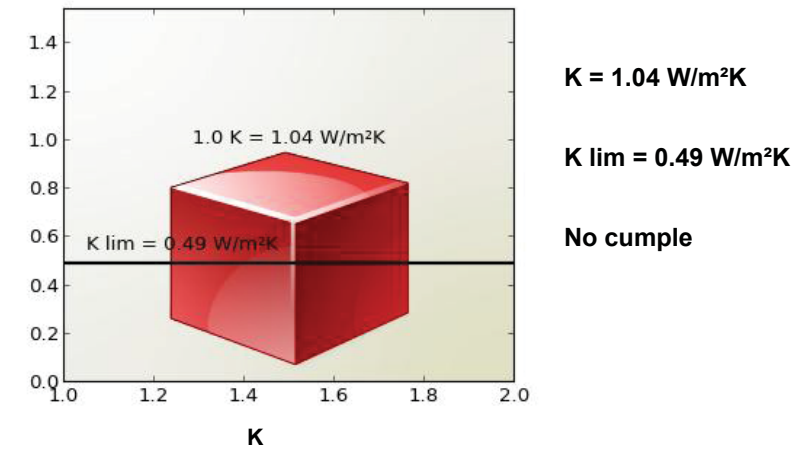
1.2 Coeficiente global de transmisión de calor

El coeficiente global de la transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1

Los valores límite de las compacidades intermedias (1<V/A<4) se obtienen por interpolación.

Compacidad [m]	2.18
----------------	------

Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de la tabla 3.1.1.c-HE1.



Siendo:

K: coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica o parte del mismo.

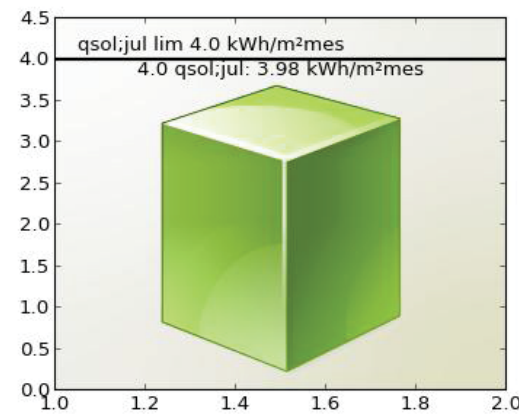
k_{lim}: valor límite coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica o parte del mismo expresado en W/m²K.

Los elementos con soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como invernaderos adosados, muros parietodinámicos cuyas prestaciones o comportamiento térmicos no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, están excluidos de las comprobaciones relativas a la transmitancia térmica (U) y no se contabilizan para el coeficiente global de transmisión de calor (K).

1.3 Control solar

En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1.

Este parámetro cuantifica una prestación del edificio que consiste en su capacidad para bloquear la radiación solar y presupone la activación completa de los dispositivos de sombra móviles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para el cálculo del consumo energético del edificio, el valor efectivo del control solar dependerá en menor medida de la eficacia de las protecciones solares móviles, debido al régimen efectivo de activación y desactivación de las mismas y más del resto de elementos que intervienen en el control solar (sombras fijas, características de los huecos...) que deben, por tanto proyectarse adecuadamente.



$q_{sol;jul}$: 3.98 kWh/m²mes

$q_{sol;jul}$ lim 4.0 kWh/m²mes

Cumple

Siendo:

$q_{sol;jul}$: parámetro de control solar

$q_{sol;jul}$ valor límite del parámetro de control solar expresado en kWh/m²mes.

1.4 Permeabilidad al aire

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.

La permeabilidad al aire (Q_{100}) de los huecos que pertenezcan a ala envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1

Huecos

	Permeabilidad(m³/hm²)	Permeabilidad límite(m³/hm²)	Cumple
Fe1	3.0	9.0	Sí
Fe2	3.0	9.0	Sí
Fe3	3.0	9.0	Sí
Fe4	3.0	9.0	Sí
Fe5	3.0	9.0	Sí
Fe6	3.0	9.0	Sí
Fe7	3.0	9.0	Sí
Fe8	3.0	9.0	Sí
Fe9	3.0	9.0	Sí
Fe11	3.0	9.0	Sí
Fe12	3.0	9.0	Sí
Fe6b	3.0	9.0	Sí
Fe14	3.0	9.0	Sí
Lluernari coberta	3.0	9.0	Sí
Lluernari Façana	3.0	9.0	Sí

2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para la comprobación del cumplimiento del edificio según el CTE 2019.

2.a. Definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE 1

Localidad	VILADRAU
Zona climática según el DB HE1	E1

2.b. Descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio: orientación, definición de la envolvente térmica, otros elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado, distribución y usos de los espacios

Superficie habitable [m²]	369.0
---------------------------	-------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	U (W/m²K)
PB - Façana SE	Fachada	24.8	0.33
PB - Façana NE	Fachada	39.52	0.33
P1 - Façana SE	Fachada	22.4	0.33
P1 - Façana NE	Fachada	35.7	0.33
P1 - Façana NE Mitja planta	Fachada	8.51	0.33
P1 - Façana N	Fachada	9.25	0.33
P1 - Façana NO	Fachada	41.07	0.33
P2 - Façana SE	Fachada	18.8	0.3
P2 - Façana NE	Fachada	44.63	0.3
P2 - Façana NE Mitja planta	Fachada	6.21	0.3
P2 - Façana N	Fachada	5.88	0.3

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/m ² K)
P2 - Façana NO	Fachada	17.4	0.3
P2 - Façana NO b	Fachada	5.4	0.3
P2 - Façana SO	Fachada	7.16	0.33
Mur vs terreny	Fachada	22.31	0.36
Mitgera general	Fachada	86.68	0.0
Mitgera P0	Fachada	13.63	0.0
Mitgera P1	Fachada	23.31	0.0
Mitgera P2	Fachada	9.6	0.0
P0 Ascensor	Partición Interior	7.13	0.44
P1/2 Ascensor pedra	Partición Interior	14.83	0.4
P1/2 Ascensor	Partición Interior	12.9	0.45
P1/2 Ascensor nou tancament	Partición Interior	12.9	0.45
P0 inst	Partición Interior	1.89	0.44
Sostre aparcament	Partición Interior	36.5	0.3
Sostre instal·lacions	Partición Interior	11.0	0.3
Coberta inclinada	Cubierta	160.43	0.29
Solera	Partición Interior	86.02	0.45
Coberta plana	Cubierta	12.19	0.29

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/m ² K)	Factor solar
Fe1	Conocido	2.99	0.0	0.0
Fe2	Conocido	1.92	1.0	0.23
Fe3	Conocido	1.84	1.0	0.23
Fe4	Conocido	4.0	1.0	0.23
Fe5	Conocido	1.88	1.0	0.23
Fe6	Conocido	4.2	1.0	0.23
Fe7	Conocido	2.49	0.0	0.0
Fe8	Conocido	2.4	1.0	0.23
Fe9	Conocido	0.9	1.0	0.23
Fe11	Conocido	1.1	1.0	0.23
Fe12	Conocido	1.95	1.0	0.23
Fe6b	Conocido	4.2	1.0	0.23
Fe14	Conocido	1.8	1.0	0.23
Lluernari coberta	Conocido	33.77	1.0	0.23
Lluernari Façana	Conocido	26.07	1.0	0.27

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

2.c. Condiciones de funcionamiento y ocupación

Superficie (m ²)	Perfil de uso
369.0	Intensidad Baja - 12h

2.d. Procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético

Procedimiento utilizado y versión	CEXv2.3
-----------------------------------	---------

2.e. Demanda energética

Nombre	kWh/m ² año
Demanda de calefacción	115.43
Demanda de refrigeración	1.2
Demanda de ACS	9.3

3. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA

3.1 SOLICITACIONES EXTERIORES

Se consideran solicitudes exteriores las acciones del clima sobre el edificio, tomando como zona climática la de referencia a la localidad según el CTE 2019.

3.2 SOLICITACIONES INTERIORES Y CONDICIONES OPERACIONALES

Las solicitudes interiores son las cargas térmicas generadas en el interior del edificio debido a los aportes de energía de los ocupantes, equipos e iluminación.

Las condiciones operacionales se definen por los siguientes parámetros que se recogen en los perfiles de uso del Apéndice D del DB HE del CTE 2019.

- a) Temperatura de consigna de calefacción
- b) Temperatura de consigna de refrigeración
- c) Carga interna debida a la ocupación
- d) Carga interna debida a la iluminación
- e) Carga interna debida a los equipos.

Se especifica el nivel de ventilación de cálculo para los espacios habitables y no habitables.

4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA

El procedimiento de cálculo utilizado ha sido CEXv2.3

El procedimiento de cálculo permite determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración necesaria para mantener el edificio por periodo de un año en las condiciones operacionales definidas en el apartado 4.2 de la sección HE1 del CTE cuando este se somete a las solicitudes interiores y exteriores descritas en los apartados 4.1 y 4.2 del mismo documento. El procedimiento de cálculo puede emplear simulación mediante un modelo térmico del edificio o métodos simplificados equivalentes.

El procedimiento de cálculo permite obtener separadamente la demanda energética de calefacción y de refrigeración.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El procedimiento de cálculo considera los siguientes aspectos:

- a) El diseño, emplazamiento y orientación del edificio
- b) La evolución hora a hora en régimen transitorio del proceso térmico
- c) El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas
- d) Las solicitudes interiores, solicitudes exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de la sección HE1 del CTE.
- e) Las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales
- f) Las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de los elementos opacos de la envolvente térmica considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación.
- g) Las ganancias y pérdidas producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

4.2 MODELO DEL EDIFICIO

4.2.1 Envolvente térmica del edificio

Son todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior.

4.2.2 Cerramientos opacos

Se han definido las características geométricas de los cerramientos de espacios habitables y no habitables, así como de particiones interiores que estén en contacto con el aire o el terreno o se consideren adiabáticos a efectos de cálculo.

Se han definido los parámetros de los cerramientos, definiendo sus prestaciones térmicas, espesor, densidad, conductividad y calor específico de las capas.

Se han tenido en cuenta las sombras que pueden arrojar los obstáculos en los cerramientos exteriores.

4.2.3 Huecos

Verificación de requisitos de CTE-HE0 y HE1

Se han definido características geométricas de huecos y protecciones solares, sean fijas o móviles y otros elementos que puedan producir sombras o disminuir la captación solar de los huecos.

Se ha definido transmitancia térmica del vidrio y el marco, la superficie de ambos, el factor solar del vidrio y la absorptividad de la cara exterior del marco.

Se ha considerado la permeabilidad al aire de los huecos para el conjunto de marco vidrio.

Se ha tenido en cuenta las sombras que pueden arrojar los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales o cualquier elemento de control solar.

4.2.4 Puentes térmicos

Se han considerado los puentes térmicos lineales del edificio, caracterizados mediante su tipo, la transmitancia térmica lineal, obtenida en relación con los cerramientos contiguos y su longitud.

El presente documento, tiene naturaleza meramente informativa, el contenido que aparece en el mismo, es consecuencia de los datos proporcionados por el usuario, la información contenida en el mismo tiene carácter meramente orientativo y en ningún caso es de naturaleza vinculante, por ello SAINT- GOBAIN ISOVER IBÉRICA S.L. así como cualquiera de las restantes empresas que formen parte del mismo grupo empresarial de aquella, declinan cualquier responsabilidad, en particular por daños indirectos, lucro cesante, salvo en casos de fraude o dolo imputable, y no garantizan el contenido de este documento en cuanto a su exactitud, fiabilidad exhaustividad. Cualquier uso que pueda hacerse de dicha información es responsabilidad exclusiva del usuario.