

PROMOTOR

# Ajuntament de Lleida

DOCUMENT ABRIL 2022 | r00

# Memòria Tècnica de l’Estructura Projecte executiu

EXPEDIENT 1854

## PROJECTE D’EDIFICI MODULAR RESIDENCIAL PER A EMERGÈNCIES TEMPORALS I URGÈNCIES, LLEIDA

EXP 1854

Memòria Tècnica

### ÍNDEX

[Programa de necessitats 5](#_TOC_250022)

[Descripció de l’estructura 5](#_TOC_250021)

[Usos previstos al projecte 5](#_TOC_250020)

[Descripció de la fonamentació i contenció de terres 5](#_TOC_250019)

[Bases de càlcul 6](#_TOC_250018)

[Vida útil nominal 6](#_TOC_250017)

[Característiques dels materials 6](#_TOC_250016)

[Característiques del terreny 10](#_TOC_250015)

[Accions considerades. 10](#_TOC_250014)

[Coeficients de seguretat 16](#_TOC_250013)

[Hipòtesis de càlcul 17](#_TOC_250012)

[Mètodes de càlcul 19](#_TOC_250011)

[Programes informàtics de càlcul utilitzats 20](#_TOC_250010)

[Criteris de dimensionat 20](#_TOC_250009)

[Procés constructiu 21](#_TOC_250008)

[Manteniment de l’estructura 21](#_TOC_250007)

[Elements constituïts per acer laminat 21](#_TOC_250006)

[Estructures de formigó 23](#_TOC_250005)

[Higiene, salut i medi ambient 23](#_TOC_250004)

[Normativa utilitzada 23](#_TOC_250003)

[Normativa bàsica 23](#_TOC_250002)

[Normativa complementària 24](#_TOC_250001)

[Declaració de compliment dels documents bàsics 25](#_TOC_250000)

EXP 1854

Memòria Tècnica

Pàgina en blanc

EXP 1854

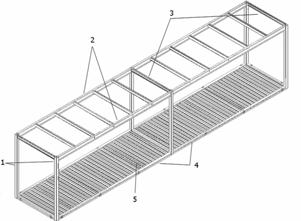
Memòria Tècnica

### Programa de necessitats

#### Descripció de l’estructura

El present document té per objecte la descripció i justificació dels diferents elements que configuren l’estructura del projecte executiu de l’edifici modular residencial per a emergències temporals i urgències a Lleida.

Es tracta d’un edifici de planta baixa més dos plantes tipus.

La planta baixa està composta per pilars i bigues metàlꞏliques colꞏlocats in situ, i les dos plantes tipus per mòduls prefabricats. Concretament, es tracta d’una estructura metàlꞏlica fabricada i pre- muntada en taller, sota els procediments de qualitat i seguretat que durant el procés d’execució estableixi la Direcció Facultativa, per ser posteriorment traslladada en mòduls i colꞏlocada en obra.

Al croquis adjunt es mostra l’estructura d’una unitat modular formada por dos marcs: un superior de sostre i un inferior de terra units mitjançant unions soldades per a suports tubulars metàlꞏlics (1). Aquests mòduls es colꞏlocaran de manera perpendicular a façana i paralꞏlela a les mitgeres.

Cal especificar que els bastidors d’aquests mòduls, estan

format per perfils laminats d’acer estructural de secció H (2 i 4) en tot el seu perímetre sobre els quals es recolza el forjat de fusta laminada quan el forjat te ús y/o a la coberta, i forjat tipus miniona quan esdevé fals sostre.

Així, es genera un entramat espacial de pòrtics semirígids, complementats per la utilització d’un sistema d’arriostrament format per elements rígids distribuïts en les dues direccions principals de l’edifici per aconseguir una adequada transmissió de càrregues.

Les unions plantejades seran soldades i com a singularitat cal destacar la utilització de “cáncamos” dimensionats segons pes a suportar que serviran de fixació per les cadenes de la grua. La posició d’aquests, s’estudiarà per tal de repartir els esforços i estibar correctament les càrregues.

Tota l’estructura metàlꞏlica disposarà de tractament superficial para evitar la corrosió mitjançant l’aplicació de pintura d’imprimació antioxidant.

Finalment, atenen al compliment del CTE, segons *DB SI 6 Resistencia al fuego en estructuras metálicas* s’inclourà l’aplicació de morter ignífug o pintura intumescent sobre les superfícies en capes successives fins a arribar al R120 necessari.

#### Usos previstos al projecte

Els usos previstos per a l’estructura del projecte objecte del present document són d’habitatge

#### Descripció de la fonamentació i contenció de terres

 **Descripció del terreny**

En base a l’estudi geotècnic elaborat per *ICEC by Geoplanning*, amb número de referència 178

N.O. 937, la descripció del terreny del solar que ocupa el present document respon a les següents característiques:

* Reblert: Sòl heterogeni amb escassa potència.

EXP 1854

Memòria Tècnica

* Argila (Q1): Unitat constituïda per argila amb intercalació de trams sorrencs. Potencia:1.8-3.0m.
* Grava (Q2): Unitat constituïda per graves de color marró amb còdols heteromètrics. Potencia: 1.2-1.8m.
* Lutites i gresos (ST): Unitat formada principalment per lutita de color marró-vermellós alternada amb nivells de gres de gra fi.

S’ha detectat la presència de nivell freàtic a aproximadament 3.3-3.5m de fondaria.

Descripció de la fonamentació

Donat que el terreny competent no es troba immediatament sota l’edifici, la seva fonamentació es realitzarà a partir de sabates rectangulars aïllades amb pous de fonamentació i riostres que serviran per estintolar pilars.

Sistemes de contenció de terres

En aquest projecte no es contemplen elements de contenció.

### Bases de càlcul

#### Vida útil nominal

Donat que l’ús de la construcció és del tipus normal i en manca d’un requeriment superior per part de la propietat s’ha considerat una vida útil nominal de 50 anys.

#### Característiques dels materials

Els materials que poden haver estat emprats per a la realització dels elements estructurals es detallen a continuació.

Fusta

Les seves característiques més rellevants són les següents:

2.2.1.1. Denominació i tipificació

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Localització | | FORJATS |
| Tipificació | | **Laminada** |
| Resistència característica | | N/mm2 |
| Flexió | fm,k | 24 |
| Tracció perpendicular | ft,90,k | 0.35 |
| Compressió perpendicular | fc,90,k | 2.4 |
| Tallant | fv,k | 2.2 |
| Rigidesa | | KN/mm2 |
| Mòdul d’elasticitat paralꞏlel mig | E0,medio | 12.6 |
| Mòdul d’elasticitat perpendicular mig | E90,medio | 0.42 |
| Mòdul transversal mig | Gmedio | 0.78 |
| Densidad | | Kg/m3 |
| Densidad característica | | 350 |

La verificació dels elements estructurals es realitzaran a partir dels valors característics indicats en la taula anterior aplicant els valors correctors que s’estableixen en el “Documento Básico SE-

M. Seguridad Estructural Madera”.

Formigó

EXP 1854

Memòria Tècnica

S’utilitza per a la realització dels elements resolts amb formigó armat i formigó pretesat o posttesat. Les seves característiques més rellevants i, a la vegada, considerades en les anàlisis adjuntes, són les següents:

* + - 1. Denominació i tipificació

La classificació i especificació de les característiques mecàniques, físiques, químiques i de durabilitat dels ciments utilitzats, així com els corresponents criteris de conformitat, s’han considerat en base a les normes corresponents, actualitzades a 2017, (RC-17).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Localització** |  | **Fonamentació** |
| **Tipificació** | - | HA-25/B/20/IIa |
| **Fck** | N/mm2 | 25 |
| **Consistència** | - | Tova |
| **TMA** | mm | 20 |
| **Tipus d’ambient** | - | IIa |
| **Contingut mínim de ciment** | kg/m3 | 275 |
| **Màxima relació A/C** | - | 0.60 |
| **Resistència als 7 dies** | N/mm2 | 17.5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Localització** |  | **Xapa col.laborant** |
| **Tipificació** | - | HA-25/B/20/I |
| **Fck** | N/mm2 | 25 |
| **Consistència** | - | Tova |
| **TMA** | mm | 20 |
| **Tipus d’ambient** | - | I |
| **Contingut mínim de ciment** | kg/m3 | 250 |
| **Màxima relació A/C** | - | 0.65 |
| **Resistència als 7 dies** | N/mm2 | 17.5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Localització** |  | **Coberta** |
| **Tipificació** | - | HA-25/B/20/IIa |
| **Fck** | N/mm2 | 25 |
| **Consistència** | - | Tova |
| **TMA** | mm | 20 |
| **Tipus d’ambient** | - | IIa |
| **Contingut mínim de ciment** | kg/m3 | 275 |
| **Màxima relació A/C** | - | 0.60 |
| **Resistència als 7 dies** | N/mm2 | 17.5 |

* + - 1. Característiques mecàniques. Diagrama σ-ε de càlcul

Per a la determinació del comportament de les peces de formigó i per a la seva comprovació ulterior s’ha adoptat el diagrama paràbola - rectangle, establert per la Instrucció EHE-08 en l’article 39º, apartat 5è.

D’aquest diagrama, cal destacar el tram elàstic no lineal constituït per la rama parabòlica, d’equació que per un formigó amb fck≤50N/mm2:

  ε  2 

σc  fcd 1 1 c   ;







0  ε  0.002

on:

σc és la tensió,

 εc0  

EXP 1854

Memòria Tècnica

fcd és la resistència de càlcul a compressió del formigó, obtinguda després de l’aplicació sobre la resistència característica, fck, el coeficient de minoració de resistències, f, detallant en l’apartat 2.5 de la present memòria,

εc és la deformació consegüent,

εc0 és la deformació a trencament en compressió simple si fck≤50N/mm2.

així com el tram rectilini de la seva fase plàstica per un formigó amb fck≤50N/mm2, l’equació de la qual és:

σ  fcd ;

0.002  ε  0.0035

* + - 1. Característiques mecàniques. Mòdul de deformació longitudinal

A nivell de deformacions han estat considerats els següents mòduls de deformació:

* + - * + Mòdul de deformació longitudinal secant, Ecm:

E cm  8.500

3 fcm, j

* + - * + Per a càrregues instantànies o ràpidament variables, Ec:

Ec  βE Ecm

βE  1.30 

fck 400

 1.175

on fcm,j és la resistència mitja del formigó a l’edat de j dies, obtinguda mitjançant l’expressió:

fcm,j  fck,j  8 , en N/mm2

* + - 1. Coeficient de Poisson

S’ha considerat el valor 0.2.

* + - 1. Coeficient de dilatació tèrmica

S’ha considerat el valor 10-5 (ºC)-1.

* + - 1. Coeficient de retracció

Segons les indicacions de l’article 39.7 de la EHE-08.

* + - 1. Coeficient de fluència

Segons les indicacions de l’article 39.8 de la EHE-08.

* + - 1. Assaigs i control

Les característiques del material que es detalla, en totes les seves variants, així com els assajos als que ha d’ésser sotmès resten especificats en els Plec de Condicions per l’Execució i la Posta en Obra del Formigó Armat i el Pla de Control adjunt

* + - 1. Aspecte extern

L’aspecte extern que hauran de presentar els formigons colꞏlocats en obra es detalla explícitament en el Plec de Condicions per l’Execució i la Posta en Obra del Formigó Armat, adjunt a la present. A grans trets, cal esmentar que no s’acceptaran formigons amb fissures, no homogenis en color o textura o bruts, tant de fluorescències com de taques d’òxid o greix.

 **Acer per armadures passives**

S’utilitza per a la confecció del formigó armat i per a l’execució de tots els espàrrecs d’ancoratge dels elements d’estructura metàlꞏlica contra el formigó. La seva tipificació, segons la EHE-08, és: B-500-SD, acceptant-se també l’acer B-500S, que implica:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| B-500SD |  | Soldabilitat, alta  ductilitat |
| B-500S |  | Soldabilitat |
| Límit elàstic fyk | N/mm2 | ≥500 |
| Mòdul d’elasticitat, E | N/mm2 | 200 000 |

EXP 1854

Memòria Tècnica

* + - 1. Diagrama σ-ε de càlcul

El diagrama tensió - deformació considerat és el corresponent als acers de duresa natural que estableix la norma EHE-08, en l’article 38.4. En el diagrama indicat s’observa una llei trilineal, en la que el seu tram inclinat te un pendent que és el mòdul de deformació longitudinal, de valor E=200.000 N/mm2, vàlid per a intervals de tensió compresos entre –fyd <  < fyd, essent fyd la resistència de càlcul del material, obtinguda després d’aplicar sobre el seu límit elàstic els coeficients de minoració de resistència, s.

* + - 1. Característiques del material i assaigs

Las característiques del material que es detalla, així com els assajos als que s’haurà de sotmetre, queden especificats en els Plecs de condicions per a l’Execució i la Posta en Obra del Formigó Armat i en el Pla de Control adjunt.

Acer laminat

S’utilitza per a la confecció dels elements d’estructura metàlꞏlica, excepte els espàrrecs d’ancoratge i subjecció en formigó, per als quals s’utilitza acer B-500S. Segons la norma “Documento Básico SE-A. Seguridad Estructural Acero” es distingeixen les característiques dels materials per a perfils i xapes, per a cargols, rosques i volanderes, i per al material d’aportació.

Les característiques del material que es detalla, així com els assaigs a què s’hauria de sotmetre, queden especificats als Plecs de Condicions per a l’execució i la posta en obra de l’estructura metàlꞏlica.

L’acer laminat considerat en projecte es del tipus S275JR.

* + - 1. Acer per xapes i perfils

S’utilitzen els acers establerts a la norma UNE-EN 10025 (Productes laminats en calent d’acer sense aliatges, per a construccions metàlꞏliques d’ús general), així com l’establert a les normes UNE-EN 10210-1:1994, relativa a perfils buits per a construcció acabats en calent d’acer no aleat de gra fi, i UNE-EN 10219-1:1998, relativa a seccions buides d’acer estructural conformades en fred. A la taula (DB SE-A-11, taula 4.1) s’especifiquen les característiques mecàniques mínimes dels acers UNE EN 10025, que són les que han estat utilitzades en els càlculs del present projecte d’estructura.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipus d’acer |  | S275JR |
| fy (N/mm2) xapes <16mm | N/mm2 | 275 |
| Mòdul d’elasticitat, E | N/mm2 | 200 000 |
| Mòdul d’elasticitat transversal, G | N/mm2 | 81 000 |
| Coeficient de Poisson, ν | - | 0.30 |
| Coeficient de dilatació tèrmica, λ | °C-1 | 1.2 x 10-5 |
| Densitat | kg/m³ | 7 850 |

A la taula següent (DB SE-A-12, taula 4.2) s’especifiquen els espessors màxims (en mm) de xapes per als quals no és necessari comprovar el comportament dúctil del material.

Tots els acers esmentats i utilitzats en el present projecte d’estructura són soldables i únicament es requereix l’adopció de precaucions en el cas d’unions especials (entre xapes de gran espessor, d’espessors molt desiguals, en condicions molt difícils d’execució, etc.).

* + - 1. Cargols, rosques i volanderes

Les característiques mecàniques dels acers per a cargols, rosques i volanderes s’han pres de la Taula 4.3 (DB SE-A-13)

L’acer per a cargols i volanderes considerat en projecte es del tipus TR 10.9, preveure el tractament de les superfícies segons s’indica en els plànols de projecte.

* + - 1. Materials d’aportació

Les característiques mecàniques dels materials d’aportació seran, en tot cas, superiors a les dels materials base.

* + - 1. Resistència de càlcul

EXP 1854

Memòria Tècnica

Es defineix resistència de càlcul, fyd, es defineix com el quocient entre la tensió de límit elàstic i el coeficient de seguretat del material, definit en l’apartat corresponent.

fyd= fy/γM

Per al cas específic de les comprovacions de resistència última del material o de la secció, s’ha adoptat com a resistència de càlcul el valor:

fud=fu/ γM2

essent γM2 el coeficient de seguretat per a resistència última.

#### Característiques del terreny

 Característiques geotècniques dels materials

A continuació s’especificarien les característiques del terreny que exposa l’estudi geotècnic annex al present document. Les característiques es resumeixen a continuació, en orde d’aparició de la cota superior la inferior.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Capa** |  | **Reblert** | **Nivell Q1** | **Nivell Q2** | **Nivell Q3** |
| **Angle de fregament** | ° | - | 24-26 | 33-35 | 26-28 |
| **Densitat mitjana** | T/m³ | - | 1.85-1.95 | 1.8-1.9 | 2.0-2.3 |
| **Cohesió** | T/m2 | - | 0.5-1.0 | 0.00 | 4.0-8.0 |
| **Potència** | m | 0.6-1.00 | 1.80-3.00 | 1.2-1.8 | - |
| **adm** | kg/cm2 | - | - | 2.8 | - |

 **Hidrologia i nivell freàtic**

S’ha detectat la presència de nivell freàtic a aproximadament 3.3-3.5m de fondaria.

#### Accions considerades

La determinació de les accions sobre l’edifici i sobre la seva estructura s’ha realitzat tenint en consideració l’aplicació de les normatives que es relacionen a l’apartat corresponent del present informe.

Segons el DB SE-AE “Acciones en la edificación”, les accions i les forces que actuen sobre un edifici es poden agrupar en 3 categories: accions permanents, accions variables i accions accidentals.

La consideració particular de cadascuna d’elles es detalla en els següents subapartats, i respon a l’estipulat als apartats 2, 3 i 4 del DB SE-AE.

Accions permanents

S’inclouen dins d’aquesta categoria totes les accions la magnitud de les quals tingui una variació amb el temps menyspreable, o sigui monòtona fins arribar a un valor límit. Es consideren 3 grups d’accions permanents que es detallen a continuació.

* + - 1. Pes propi

S’inclouen en aquest grup el pes propi dels elements estructurals, tancaments i elements separadors, envans, tot tipus de fusteria, revestiments (paviments, guarniments, falsos sostres...), reblerts (com els de terres) i equips fixes.

El valor característic del pes propi dels elements constructius s’ha determinat com el seu valor mig obtingut a partir de les dimensions nominals i dels pesos específics mitjos. A la taula següent s’inclouen els pesos dels materials, productes i elements constructius habituals.

|  |  |
| --- | --- |
| **Acabats** | **Pes**  kN/m² |
| Paviments |  |
| Hidràulic/ceràmic (6cm gruix total) | 1.00 |

EXP 1854

Memòria Tècnica

|  |  |
| --- | --- |
| **Acabats** | **Pes**  kN/m² |
| Terratzo | 0.80 |
| Parquet | 0.40 |
| Materials de coberta |  |
| Planxa metàlꞏlica plegada | 0.12 |
| Teula romana | 0.50 |
| Pissarra | 0.30 |
| Tauler de rajola | 1.00 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Materials** | **Densitat**  kN/m³ |
| Murs de fàbrica de totxo |  |
| De totxo massís | 18.00 |
| De totxo calat | 15.00 |
| De totxo buit | 12.00 |
| Murs de fàbrica de bloc |  |
| De bloc buit de morter | 16.00 |
| De bloc buit de guix | 10.00 |
| Formigó |  |
| Formigó armat | 25.00 |
| Formigó en massa | 24.00 |
| Formigó d’escòria | 16.00 |
| Materials de construcció |  |
| Sorra | 15.00 |
| Ciment | 16.00 |
| Pissarra | 29.00 |
| Escòria granulada | 12.00 |
| Reblerts |  |
| Terreny | 20.00 |

Pel cas de tancaments lleugers distribuïts homogèniament en planta, tal i com s’indica el DB-AE, s’ha considerat una càrrega superficial uniformement repartida sobre el forjat de 0.80kN/m2, multiplicat per la raó mitja entre la superfície d’envans i la de la planta considerada. Així mateix, per vivendes, s’ha considerat una càrrega de 1kN/m2 repartida sobre la superfície del forjat, tal i com indica el DB mencionat.

Per la resta de tancaments s’ha calculat directament el pes dels envans projectats, obtenint per una altura lliure de 3.00 metres entre forjats la següent relació de càrregues lineals.

|  |  |
| --- | --- |
| **Tancaments** | **Pes**  kN/m |
| Tancaments ceràmics de dos fulls sense perforacions, de totxo calat de 15cm i envà de totxo buit de 10cm, d’alçada fins als 3.00m | 10.00 |
| Tancaments ceràmics de dos fulls amb perforacions, de totxo calat de 15cm i envà de totxo buit de 10, d’alçada fins als 3.0m | 8.00 |
| Tancaments de bloc de formigó de dos fulls sense perforacions, de 20cm exterior i 10 cm interior | 14.00 |
| Tancaments de bloc de formigó de dos fulls amb perforacions, de 20cm exterior i 10 cm interior | 10.00 |
| Tancaments lleugers, d’alçada fins als 3.00m | 4.00 |
| Envans de totxo calat, d’alçada fins als 3.00m i espessor 15cm | 6.00 |
| Envans de totxo buit, d’alçada fins als 3.00m i espessor 10cm | 4.00 |

A les zones d’instalꞏlacions s’han considerat les càrregues que han indicat a l’equip d’instalꞏlacions, (veure estats de càrrega en plànols i/o esquema en annex) i com a mínim s’ha considerat una sobrecàrrega de 5.00 kN/m2

EXP 1854

Memòria Tècnica

* + - 1. Pretesat

L’acció del pretesat s’ha avaluat prenent com a base a l’establert a la instrucció EHE-08. El sistema de forces equivalents s’obté de l’equilibri del cable i estan composades per:

* + - * + Forces i moments concentrats als ancoratges.
        + Forces normals als tendons, resultants de la curvatura i canvis de direcció dels mateixos.
        + Forces tangencials degudes al fregament.

El valor de les forces i moments concentrats als ancoratges es dedueix del valor de la força de pretesat en aquest punts, tenint en compte les pèrdues de força corresponent, la geometria del cable i la geometria de la zona d’ancoratge.

* + - 1. Accions del terreny

Són les accions derivades de l’empenta del terreny, tant les procedents del seu pes com d’altres accions que actuen sobre ell, o les accions degudes als desplaçaments i deformacions que pateix. En general les accions del terreny repercutiran sobre la fonamentació i sobre els elements de contenció de terres.

La determinació de les accions del terreny sobre els diferents elements afectats s’ha fet a partir de l’estipulat al DB SE-C. Tal i com es descriu en l’apartat 2.3.2.3, s’han determinat les accions del terreny sobre els fonaments i elements de contenció segons 3 tipus d’accions:

* + - * + Accions que actuen directament sobre el terreny i que, per raons de proximitat poden afectar al comportament de la fonamentació.
        + Càrregues i empentes degudes al pes propi del terreny
        + Accions de l’aigua existent a l’interior del terreny

Per a la determinació de les accions del terreny sobre fonamentacions profundes s’ha considerat la forma i dimensions de l’encepat a fi i efecte d’incloure el seu pes, així como el de les terres o allò que pugui gravitar sobre ell.

Per a la determinació de les accions del terreny sobre els elements de contenció s’ha considerat les sobrecàrregues degudes a la presència d’edificacions pròximes, tant superficials com subterrànies, possibles emmagatzematges de materials, vehicles, etc. Les forces dels puntals i ancoratges s’han considerat com a accions.

S’han considerat, sobre els elements de contenció, els estats d’empenta estipulats a l’apartat

6.2.1 del DB SE-C, que es corresponen amb la teoria de les empentes de Rankine: Empenta activa:

Quan l’element de contenció gira o es desplaça cap a l’exterior sota les pressions del reblert o la deformació del seu fonament fins a arribar a unes condicions d’empenta mínima. L’empenta activa es defineix com la resultant de les empentes unitàries ’a, que s’ha determinat mitjançant les fórmules:

σ'a  KA σ'V 2ꞏc'ꞏ KA

K  tg2  π  φ 

A  

 4 2 

essent  l’angle de fregament intern del terreny, c’ la cohesió i ’v la tensió efectiva vertical, de valor ’ꞏz, essent ’ el pes específic efectiu del terreny i z l’altura del punt considerat respecte la rasant del terreny en la seva escomesa a l’element de contenció.

Empenta passiva:

Quan l’element de contenció és comprimit contra el terreny per les càrregues transmeses per una estructura o un altre efecte similar fins a arribar a unes condicions de màxima empenta. L’empenta passiva es defineix com la resultant de les empentes unitàries ’p, que s’ha determinat mitjançant les següents fórmules:

σ'p  KPσ'V 2ꞏc'ꞏ KP

K  tg2  π  φ 

P  

 4 2 

EXP 1854

Memòria Tècnica

essent  l’angle de fregament intern del terreny, c’ la cohesió i ’v la tensió efectiva vertical, de valor ’ꞏz, essent ’ el pes específic efectiu del terreny i z l’altura del punt considerat respecte la rasant del terreny en la seva escomesa a l’element de contenció.

Per a la consideració de les sobrecàrregues d’ús actuants a la coronació dels elements de contenció s’ha considerat una altura de terres equivalent sobre la rasant, tenint en compte la densitat del material contingut.

He  q

γ

essent  el pes específic del terreny contingut.

Per a la consideració de la resta d’estats de sobrecàrrega diferents de l’uniforme repartida s’ha utilitzat la formulació proposada a l’apartat 6.2.7 del DB SE-C.

S’ha considerat una llei d’empentes en forma acumulativa, considerant cada estrat com una sobrecàrrega per al subjacent.

L’efecte de l’aigua intersticial s’ha considerat mitjançant el mètode de les pressions efectives.

Accions variables

Són les accions que compleixen que la seva variació en el temps, no és monòtona ni menyspreable respecte el valor mig. Es contemplen dins d’aquesta categoria les sobrecàrregues d’ús, les accions sobre les baranes i elements divisoris, l’acció del vent, les accions tèrmiques i l’acció que produeix l’acumulació de neu.

* + - 1. Sobrecàrregues d’ús

La sobrecàrrega d’ús és el pes de tot el que pot gravitar sobre l’edifici degut al seu ús.

S’ha considerat, pel càlcul dels esforços en els elements estructurals, l’aplicació d’una càrrega distribuïda uniformement, adoptant els valors característics de la taula 3.1 del DB SE-AE. Per les comprovacions locals de capacitat portant s’ha considerat una càrrega concentrada actuant a qualsevol punt de la zona afectada. Aquesta càrrega concentrada s’ha considerat actuant simultàniament amb la càrrega uniformement repartida en les zones d’ús de trànsit i aparcament de vehicles lleugers, i de manera independent i no simultània amb ella a la resta de casos descrits a la taula anterior.

En el cas de balcons volats s’ha considerat una sobrecàrrega lineal repartida actuant a les vores de valor 2kN/m.

S’ha realitzat la comprovació amb alternança de càrregues en elements crítics tals com vols importants o zones d’aglomeració.

Pel càlcul d’elements portants horitzontals i verticals s’ha realitzat la reducció de sobrecàrrega permesa en l’apartat 3.1.2 del DB SE-AE.

* + - 1. Accions sobre baranes i elements divisoris

Pel càlcul dels elements estructurals de l’edifici s’ha tingut en compte l’aplicació d’una força horitzontal a una distància de 1.20 metres sobre la vora superior de l’element, generant un moment flector sobre els forjats en el cas de baranes. El valor de la força horitzontal s’ha determinat en base a l’estipulat a la taula 3.3 del DB SE-AE.

* + - 1. Vent

Les càrregues de vent són les produïdes per la incidència del vent sobre els elements exposats a ell. Per a la seva determinació es considera que aquest actua perpendicularment a la superfície exposada amb una pressió estàtica qe que es pot expressar com a:

qe qbꞏceꞏcp, essent:

qb Pressió dinàmica del vent.

ce Coeficient d’exposició, en funció de l’altura de l’edifici i del grau d’aspresa de l’entorn. cp Coeficient eòlic o de pressió, en funció de la forma.

Per a la determinació de la pressió dinàmica del vent (qb) s’utilitza la simplificació proposada pel DB SE-AE per tot el territori espanyol, adoptant el valor de 0.5kN/m2.

Per a la determinació del coeficient d’exposició s’ha considerat el grau d’aspresa de l’entorn i l’altura en cada punt segons la taula 3.4 del DB SE-AE.

EXP 1854

Memòria Tècnica

Per a la determinació del coeficient eòlic o de pressió s’ha considerat l’esveltesa en el pla paralꞏlel al vent segons la taula 3.5 del DB SE-AE.

En el cas que es detalla, els paràmetres considerats han estat els que s’expliciten tot seguit:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grau d’aspresa d’entorn considerat | - | IV |
| Altura màxima de l’edifici | m | 9.15 |
| Coeficient d’exposició **[ce (9.15m)]** | - | 1,90 |
| Pressió dinàmica del vent, qb | kN/m² | 0.20 |
| Esveltesa en el pla paralꞏlel al vent | - | 1,70 |
| Coeficients eòlics: |  |  |
| cp: | - | 0.80 |
| cs: | - | -0.60 |

Cal especificar que el coeficient d’exposició s’ha adaptat a l’altura dels diferents punts de l’edifici exposats al vent.

* + - 1. Accions tèrmiques

Les accions tèrmiques han estat considerades en el projecte en els casos en que s’ha estimat possible l’existència d’un gradient tèrmic o que les dimensions d’un determinat element continu d’estructura han sobrepassat els valors límit que estableix la normativa al respecte (40 m.). Per això s’ha sotmès a l’estructura a l’acció tèrmica causada per un increment de temperatura que correspon al que estableix la norma DB SE-AE en els articles 3.4.1 i 3.4.2. Per elements exposats a la intempèrie s’ha pres com a temperatures extremes màximes i mínimes les que consten a ”CTE DB SE-AE Anejo E. Datos climáticos”.

Els coeficients de dilatació tèrmica adoptats s’especifiquen quan es fa referència a les característiques dels materials.

* + - 1. Neu

Segons el DB SE-AE, el valor de la càrrega de neu per unitat de superfície pot determinar-se amb la fórmula:

qn  μꞏsk

essent  el coeficient de forma la coberta, i sk el valor característic de la càrrega de neu sobre un terreny horitzontal.

En cobertes planes i terreny horitzontal el coeficient de forma pren el valor =1. A la localitat de Lleida, el valor característic de la càrrega de neu pren el valor sk=0.50 kN/m2.

Amb aquests valors s’ha considerat una sobrecàrrega de neu en les zones desprotegides de valor 0.50 kN/m2.

 **Accions accidentals**

* + - 1. Sisme

En la determinació de les accions sísmiques s’ha considerat la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación, NCSE-02.

La norma esmentada, en el seu article 1.2., estableix una classificació de les construccions en funció del seu ús, segons el criteri següent:

* + - * + *De moderada importància:* són les que presenten una baixa probabilitat de que el seu colꞏlapse per causa d’un terratrèmol pugui causar víctimes, interrompre un servei primari o produir danys econòmics rellevants a tercers.
        + *De normal importància:* són aquelles la destrucció de les quals per causa d’un terratrèmol pot ocasionar víctimes, interrompre un servei colꞏlectiu o produir importants pèrdues econòmiques, sense que en cap cas es tracti d’un servei imprescindible ni pugui donar lloc a efectes catastròfics.
        + *D’especial importància:* són aquelles la destrucció de les quals per causa d’un terratrèmol pugui interrompre un servei imprescindible o donar lloc a efectes catastròfics.

Donades les característiques d’ús de l’edifici, aquest s’ha catalogat, segons l’anterior criteri, de: Normal importància.

EXP 1854

Memòria Tècnica

L’estructura dissenyada, per disposar d’una capa superior armada, monolítica i enllaçada a l’estructura en la totalitat de la superfície de cada planta, es considera de pòrtics ben travats entre sí en totes les direccions.

Per altra banda, l’acceleració sísmica de càlcul, ac, d’acord amb l’article 2.2 de la referida norma, es calcula segons l’expressió:

ac = S ab

on:

ac és l’acceleració sísmica de càlcul, ab és l’acceleració sísmica bàsica,

 és el coeficient de risc i

S és el coeficient d’amplificació del terreny.

Pel cas objecte present, els anteriors valors han resultat:

* Acceleració sísmica bàsica, ab, i coeficient de risc, :

Localitat: Lleida

ab: 0.04g

: 1.0

* Coeficient d’amplificació del terreny, S:

Tipus de terreny: Tipus II

Coeficient C: 2.00

Criteri: ab0.1g

* Acceleració sísmica bàsica:

C

S 

1.25

 2.00

1.25

 1.60

ac = S ab= 1.28x1.00x0.04=0.064<0.08

D’acord amb l’article 1.2.3 de la NCSE-02, donada la classificació de la construcció, la consideració de monolitisme de la seva estructura i els valors de l’acceleració sísmica bàsica i acceleració sísmica de càlcul determinades:

No han estat considerades les repercussions produïdes per l’acció sísmica en l’estructura.

* + - 1. Foc

Les càrregues de foc s’han analitzat considerat els ELU en la hipòtesi accidental. En les zones de trànsit destinades als serveis de protecció contra incendis, s’ha considerat una acció de:

20kN/m2 disposats en una superfície de 3m d’ample i 8m de llarg, a qualsevol de les posicions d’una banda de 5m d’ample i en les zones de maniobra per on es preveu el pas d’aquest tipus de vehicles.

Per a comprovacions locals de resistència s’ha considerat una càrrega independent de l’anterior, de 100kN actuant en un diàmetre de 20cm sobre el paviment acabat, en el punt més desfavorable.

* + - 1. Impacte

Les càrregues de impacte s’han analitzat considerat els ELU en la hipòtesi accidental Per la consideració de les accions d’impacte s’ha determinat la càrrega estàtica equivalent del cos que impacte, considerant el teorema de la conservació de l’energia mecànica.

S’ha considerat l’impacte de vehicles en els elements estructurals de les zones de trànsit.

S’ha considerat l’impacte del contrapès dels aparells elevadors en els elements estructurals que són susceptibles de rebre’l, tal com fossats penjats d’ascensor.

Estats de càrrega considerats

A continuació es resumeixen els estats de càrrega considerats en cada sostre o zona de sostre en base a les accions establertes en l’apartat anterior.

EXP 1854

Memòria Tècnica

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona** |  | **P1-P2**  **(inferior)** | **Escala** | **P1-P2**  **(superior)** | **Coberta** | **Badalot** |
| Tipus de sostre | - | Fusta | Fusta | Xapa | Fusta | Xapa col.laborant |
| Gruix | cm | 14 | 14 | <4 | 14 | 6+6 |
| Càrregues |  |  |  |  |  |  |
| Pes propi | kN/m² | 0.50    1.75  2.00    0.00 | 0.50    1.75  2.00    0.00 | 0.20    0.00  0.00    0.00 | 0.50    2.50  2.00    0.50 | 2.20    2.50  1.00    0.50 |
| C. permanents | kN/m² |
| Ús | kN/m² |
| Neu | kN/m² |
| **TOTAL** | **kN/m²** | **4.25** | **4.25** | **0.20** | **5.50** | **6.20** |
| C. concentrada | kN | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 1.00 |

#### Coeficients de seguretat

Els coeficients de seguretat adoptats afecten tant a les característiques mecàniques dels materials, com a les accions que solꞏliciten a l’estructura. Ambdues tipologies es detallen a continuació.

 Coeficients de minoració de resistències dels materials

Els coeficients de minoració de resistència graven de forma diferent als elements en funció de diversos paràmetres, el més rellevant dels quals és el tipus de material que els constitueix. Per a cada cas es té:

* + - 1. Formigó armat

Per a la determinació dels coeficients de minoració de resistència del formigó armat fa falta distingir el que s’aplica directament sobre el formigó, c, i el que ho fa sobre l’acer d’armar i el de pretesar, s.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Situació de projecte | Formigó c | Acer s |
| Persistent o transitòria | 1.50 | 1.15 |
| Accidental | 1.30 | 1.00 |

* + - 1. Acer laminat

S’han adoptat els següents valors:

M0 = 1.05 relatiu a la plastificació del material.

M1 = 1.05 relatiu a fenòmens d’inestabilitat.

M2 = 1.25 relatiu a resistència última del material o secció, i a medis d’unió.

M3 = 1.10 relatiu a la resistència al lliscat d’unions amb cargols pretesats en ELS.

M3 = 1.25 relatiu a la resistència al lliscat d’unions amb cargols pretesats en ELU.

M3 = 1.40 relatiu a la resistència al lliscat d’unions amb cargols pretesats en ELU, en el cas de forats ovals o amb sobre mesura.

* + - 1. Fàbrica de maó

S’ha considerat un coeficient de seguretat de M = 3.0, per al qual s’ha tingut en compte una categoria d’execució C, i una categoria del control de fabricació de II. El coeficient s’ha establert en base a la taula 4.8 del DB SE-F.

 Coeficients de majoració d’accions

Paralꞏlelament als anteriors, els de majoració d’accions depenen del material. Amb aquest criteri s’observen els coeficients que a continuació es detallen.

* + - 1. Formigó armat

Segons tipifica la EHE-08 en el seu article 12, apartats 1 i 2, els coeficients de majoració considerats per a un nivell d’execució normal són els que es relacionen en la taula 1 per als Estats Límit Últim (ELU) i en la taula 2 per als Estats Límit de Servei (ELS).

EXP 1854

Memòria Tècnica

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipus d’Acció | Situació Persistent o Transitòria | | Situació Accidental | |
| Efecte Favorable | Efecte Desfav. | Efecte Favorable | Efecte Desfav. |
| Permanent | G=1.00 | G=1.35 | G=1.00 | G=1.00 |
| Pretesat | P=1.00 | P=1.00 | P=1.00 | P=1.00 |
| Permanent de valor no constant | G\*=1.00 | G\*=1.50 | G\*=1.00 | G\*=1.00 |
| Variable | Q=0.00 | Q=1.50 | Q=0.00 | Q=1.00 |
| Accidental | - | - | A=1.00 | A=1.00 |

Taula 1: Coeficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretesat. Estats Límits Últims

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipus d’Acció | | Efecte favorable | Efecte desfavorable |
| Permanent | | G=1.00 | G=1.00 |
| Pretesat | Armadura pretesa | P=0.95 | P=1.05 |
| Armadura posttesa | P=0.90 | P=1.10 |
| Permanent de valor no constant | | G\*=1.00 | G\*=1.00 |
| Variable | | Q=0.00 | Q=1.00 |

Taula 2: Coeficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretesat. Estats Límits de Servei.

* + - 1. Acer laminat

En relació als coeficients c que graven en les estructures d’acer, es consideren els que estableix el Documento Básico SE Seguridad estructural, a la taula 4.1 del capítol 4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipus de verificació | | Situació Persistent o Transitòria | |
| Efecte desfavorable | Efecte favorable |
| Resistència | Permanents Pes propi  Empenta del terreny Pressió aigua | 1.35  1.35  1.20 | 0.80  0.70  0.90 |
| Variable | 1.50 | 0.00 |
| Estabilitat |  | Desestabil. | Estabilitzadora |
| Permanents Pes propi  Empenta del terreny Pressió aigua | 1.10  1.35  1.05 | 0.90  0.80  0.95 |
| Variable | 1.50 | 0.00 |

Taula 3: Coeficients parcials  de seguretat per a accions.

#### Hipòtesis de càlcul

Les hipòtesis de càlcul contemplades per a l’anàlisi de l’estructura que es presenta han estat diverses, en funció del material constituent d’un element o part de l’estructura, principalment. D’aquest mode es tenen els següents quadres d’hipòtesis considerades per a Estats Límit Últims (ELU) i Estats Límit de Servei (ELS).

Estructures de formigó armat

Han estat considerades les que tipifica la EHE en l’article 13, segons el detall:

* Per a Estats Límit Últims. Les situacions de projecte s’han abordat a partir dels següents criteris:

Situacions persistents o transitòries:

EXP 1854

Memòria Tècnica

γG,j Gk,j + γ \*,jG\* + γP Pk + γQ,1 Qk,1 + γQ,i ψ0,i Qk,i

k,j

G

j1

j1

i>1

Situacions accidentals:

 γG, j Gk, j +  γ

\* j G

+ γP Pk + γA Ak + γQ,1 ψ1,1 Q

+  γQ,i ψ2,i Q

j1

G ,

j1

k, j

k,1

i>1

\*

k,i

Situacions sísmiques:

γG,j Gk, j + γG\*,j G\*

k, j

+ γP Pk + γA AE,k +  γQ,i ψ2,i Qk,i

j1

j1

i1

* Per a Estats Límit de Servei. Les diferents situacions de projecte en general s’han abordat amb els següents criteris:

Combinació poc probable o característica:

 γG, j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ PPk  γ Q,1Qk,1  γ Q,iΨ0,1Qk,i

j1

j1

i1

Combinació freqüent:

 γG,j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ PPk  γ Q,1Ψ1,1Qk,1  γ Q,iΨ2,i Qk,i

j1

j1

i1

Combinació quasi-permanent:

 γG, j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ PPk  γ Q,iΨ2,i Qk,i

on:

j1

j1

i1

Gk,j Valor característic de les acciones permanents

G\* Valor característic de les accions permanents de valor no constant Pk Valor característic de l’acció del pretesat

k,j

Qk,1 Valor característic de l’acció variable determinant

ψo,i Qk,i Valor representatiu de combinació de les accions variables concomitants ψ1,1 Qk,1 Valor representatiu freqüent de l’acció variable determinant

ψ2,i Qk,i Valors representatius quasi permanents de les accions variables amb l’acció determinant o amb l’acció accidental

Ak Valor característic de l’acció accidental AE,k Valor característic de l’acció sísmica

 **Estructures d’acer laminat**

Han estat considerades les que tipifiquen la DB-SE “, Documento Básico SE Seguridad estructural” en el seu article 4.2.2 i 4.3.2, segons el detall:

* Per a Estats Límit Últims. Les situacions de projecte s’han abordat a partir dels següents criteris:

Situacions persistents o transitòries:

 γG,j Gk, j +  γG \* j G\*

k, j

+ γQ,1 Q

k,1

+  γQ, i ψ0, i Qk, i

j1

j1

i>1

Situacions accidentals:

γG,j Gk,j + γ

\* j G

+ γA Ak + γQ,1ψ1,1 Q

+ γQ,i ψ2,i Q

j1

G ,

j1

k,j

k,1

i>1

\*

k,i

Situacions sísmiques:

 γG,j Gk, j +  γG\*,j G\*

k,j

+ γA AE,k +  γQ,i ψ2,i Qk,i

j1

j1

i1

* Per a Estats Límit de Servei. Les diferents situacions de projecte en general s’han abordat amb els següents criteris:

Combinació característica

EXP 1854

Memòria Tècnica

 γG, j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ Q,1Q k,1  γ Q,iΨ0,1Qk,i

j1

j1

i1

Combinació freqüent

 γG,j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ Q,1Ψ1,1Qk,1  γ Q,iΨ2,i Qk,i

j1

j1

i1

Combinació quasi permanent

 γG, j Gk, j +  γ

G\* ,j

G\* k, j  γ Q,iΨ 2,i Qk,i

on:

j1

j1

i1

Gk,j Valor característic de les accions permanents

G\* Valor característic de les accions permanents de valor no constant Qk,1 Valor característic de l’acció variable determinant

k,j

ψo,i Qk,i Valor representatiu de combinació de les accions variables concomitants ψ1,1 Qk,1 Valor representatiu freqüent de l’acció variable determinant

ψ2,i Qk,i Valors representatius quasi permanents de les acciones variables amb l’acció determinant o amb l’acció accidental

Ak Valor característic de l’acció accidental AE,k Valor característic de l’acció sísmica

#### Mètodes de càlcul

Per a la determinació dels esforços en els elements estructurals s’han utilitzat, genèricament, els postulats bàsics de l’elasticitat i la resistència de materials, aplicant-los de forma diversa i a través de diferents metodologies, en funció de l’element o conjunt a analitzar, tal i com es detalla a continuació.

D’altra banda, per a la comprovació de les seccions de formigó, s’han utilitzat les bases del càlcul en trencament, considerant que el material treballa en règim plàstic, contemplant, d’aquesta manera, les fissures per tracció i l’elasto-plasticitat en compressió, segons s’ha especificat en l’apartat segon d’aquesta Memòria. Per a la comprovació de les seccions d’acer, en general s’utilitzen les bases del càlcul elàstic, encara que en algunes unions es contemplen puntualment les consideracions del càlcul elasto-plàstic.

L’especificació de les metodologies utilitzades per a les anàlisis dels diversos tipus estructurals es detalla a continuació.

Estructures de barres

Llur anàlisi es porta a terme mitjançant el càlcul matricial d’estructures definides a l’espai.

Per a la determinació de les matrius de rigidesa de les barres es contemplen els dos teoremes de Mohr, la llei de Hooke i la teoria de la torsió de Saint Venant. Tot això permet relacionar tots el moviments possibles dels extrems de les barres amb els esforços que els provoquen.

En els casos que l’esveltesa de l’estructura és determinant, s’utilitza també el càlcul matricial, encara que basat en la formulació de l’equació d’equilibri de l’estructura sota les consideracions de la teoria en segon ordre, deduint les matrius de rigidesa de les barres i els vectors d’accions en funció de l’esforç axial que les solꞏlicita. El procés no lineal plantejat es resol mitjançant una aproximació pel mètode de Newton-Raphson.

Murs pantalla i murs de contenció

Per l’anàlisi de l’estabilitat dels murs de contenció i dels murs pantalla s’ha utilitzat la teoria d’empentes actives i passives de Rankine, sobre un model basat amb el mètode de Winkler.

Per això, s’ha discretitzat la pantalla de contenció i s’ha solꞏlicitat, per un costat, a les empentes corresponents a cada fase constructiva i, per altre, a la reacció que provoca el seu encastament sobre un semiespai elasto-plàstic. En el cas del càlcul de murs de contenció convencionals, el suport s’ha resolt directament mitjançant una sabata, en el cas de les anàlisis dels murs pantalla, mitjançant el seu encastament en el terreny.

EXP 1854

Memòria Tècnica

 **Estabilitat de talussos**

Per la determinació de l’estabilitat dels talussos s’ha utilitzat el mètode de l’equilibri de masses de terra discretes, suposant diversos traçats de superfícies de trencament cilíndriques i obtenint el de menor coeficient de seguretat. Aquest coeficient sempre ha resultat superior al valor 1.80

Comprovació de perfileria metàlꞏlica

La comprovació de la perfileria metàlꞏlica s’ha portat a terme en base a les consideracions de la norma “DB-SE-A, Documento Básico SE Seguridad Estructural Acero”, segons mètodes elàstics i anelàstics.

 Armat de seccions de formigó armat

L’armat de seccions de formigó s’ha realitzat en trencament, considerant el diagrama - que es detalla en el present apartat d’aquesta memòria.

Mitjançant aquesta metodologia, s’han analitzat els casos de flexió simple recta i esbiaixada, flexo-compressió recta i esbiaixada, compressió composta recta i esbiaixada i tracció composta recta o esbiaixada, segons la determinació del pla de deformacions a partir del plantejament de les equacions d’equilibri intern a nivell de secció, compatibles amb les equacions constitutives dels materials.

Per la comprovació a esforços rasants, tipus tallant o moment torsor, s’han utilitzat les consideracions de la norma EHE-08, Instrucción de Hormigón Estructural.

#### Programes informàtics de càlcul utilitzats

 Processadors. Definició d’esforços i estats tensionals

Robot Structural Analysis (Autodesk Inc). Anàlisi lineal i no lineal d’estructures de barres i làmines pel mètode dels elements finits.

 Post-processadors. Comprovació d’estructures

Robot Structural Analysis (Autodesk Inc). Anàlisi lineal i no lineal d’estructures de barres i làmines pel mètode dels elements finits.

Diversos fulls de càlcul (Masala Consultors) destinats a la verificació i dimensionat de tots els elements resistents i a l’armat i dimensionat de les seccions.

#### Criteris de dimensionat

En el dimensionat dels elements que composen l’estructura ha estat considerada la satisfacció dels estats límits últims, ELU i els estats límits de servei, ELS, que es detallen a continuació:

* + ELU d’equilibri: els efectes de càlcul estabilitzants sobrepassen als efectes de càlcul desestabilitzants.
  + ELU d’esgotament enfront a les solꞏlicitacions: les forces internes capaces de desenvolupar-se en tota secció de l’estructura igualen o sobrepassen les forces de càlcul que les solꞏliciten.
  + ELU d’inestabilitat: les forces internes capaces de desenvolupar-se en tota secció de l’estructura igualen o sobrepassen les forces de càlcul que les solꞏliciten sumades a les derivades dels efectes de segon ordre o de inestabilitat.
  + ELS de fissuració (només en elements de formigó armat i pretesat): l’obertura característica de les fissures, wk, compleix amb els valors definits en la taula 5.1.1.2 de la EHE-08 en funció de la classe d’exposició de l’element
  + ELS de deformació: el dimensionat ha estat realitzat en base a l’establert a l’apartat 4.3.3 del DB SE. Això és:

En el cas de considerar la integritat dels elements constructius, considerant les deformacions que es produeixen després de la posada en obra de l’element (totes les càrregues excepte el pes propi de l’element estructural), limitant-les als valors exposats a la taula següent:

EXP 1854

Memòria Tècnica

|  |  |
| --- | --- |
| Tipus de tancament | Valor fletxa/llum |
| Pisos amb envans fràgils o paviments rígids sense juntes | 1/500 |
| Pisos amb envans ordinaris o paviments rígids amb juntes | 1/400 |
| Resta dels casos | 1/300 |

En el cas de tenir en compte el confort dels usuaris, considerant les deformacions produïdes per les accions de curta durada (accions variables), limitant-les a L/350 (essent L la llum de l’element).

En el cas de considerar l’aparença de l’obra, considerant les deformacions produïdes per qualsevol combinació d’accions quasipermanent, limitant-les al menor L/300 o L/500 +1cm (essent L la llum de l’element).

Pel cas particular de sostres de formigó s’ha limitat la fletxa activa a 1cm.

En el cas de desplaçaments horitzontals, s’ha considerat un desplom relatiu entre plantes de 1/300 i un desplom total de 1/500 respecte l’alçada de tot l’edifici.

* + ELS de vibracions: Les estructures i els seus elements susceptibles de patir vibracions per efecte rítmic de les persones han estat dissenyats amb modes propis de vibració majors que els que es mostren a la taula següent.

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipologia d’edifici** | **Freqüència mín.**  Hz |
| Gimnasos, palaus d’esports, estadis | 8.0 |
| Sales de festes i concerts sense seients | 7.0 |
| Centres comercials i locals de pública concurrència sense seients fixes | 5.0 |
| Sales d’espectacles amb seients fixes | 3.4 |
| Passeres | 4.5 |

La resta d’elements estructurals han estat dissenyats amb un primer mode de vibració de valor pròxim als 3,00Hz.

Igualment s’ha tingut en consideració els requeriments de protecció contra incendis establerts a la instrucció EHE-08 annex 6e, sempre que no entrin en contradicció amb les especificacions del DB-SI, secció SI 6. Amb aquests documents s’ha establert el recobriment necessari per als elements de formigó i la massivitat necessària per als elements d’acer laminat per tal de garantir les resistències establertes a les normes esmentades i en el projecte d’activitats de l’edifici.

### Procés constructiu

El procés constructiu considerat a observar en la posta en obra de l’edifici que es presenta té en compte l’execució, per aquest ordre cronològic:

* + Capítol de Moviment de Terres i de fonaments
  + Capítol de l’estructura, aquesta última realitzada nivell a nivell, des de l’inferior al superior.

D’aquest procés, cal destacar que tot element estructural ha de mantenir-se apuntalat fins que hagi assolit la resistència prevista en projecte, i que mai es solꞏlicitaran els elements a situacions de càrrega més desfavorables que les previstes, tal i com fixen els Plecs de Condicions corresponent.

### Manteniment de l’estructura

#### Elements constituïts per acer laminat

Les estructures d’acer tradicionalment són les que comporten major repercussió quant a les tasques relatives al seu manteniment, donada la major inestabilitat del material a tenor de la seva estructura molecular. Principalment, el manteniment haurà de fer front a l’oxidació i a la corrosió.

Per això, s’ha de protegir l’estructura de la intempèrie mitjançant els elements constructius especificats en projecte, en les condicions que fixen els Plecs de Condicions adjunts.

EXP 1854

Memòria Tècnica

Per preservar la seva durabilitat, l’estructura s’haurà de sotmetre a un programa d’inspecció i manteniment concret en base als següents preceptes:

* + Control general del comportament de l’estructura
    - Inspecció convencional cada 10 anys. S’examinarà amb especial atenció l’existència de símptomes de danys estructurals que es manifestin en danys en els elements inspeccionats (fissures en tancaments a causa de deformacions...). També s’identificaran danys potencials (humitats, condensacions, ús inadequat...).
    - Inspecció cada 15 anys. Amb objecte de descobrir danys de caràcter fràgil, que encara no afectin a altres elements no estructurals (tancaments...). En aquest cas s’observaran situacions on puguin produir-se lliscaments no previstos d’unions cargolades, corrosions localitzades...
  + Control de l’estat de conservació del material

Es distingirà segons la classificació de l’estructura, en funció de la seva exposició:

* + - L’estructura metàlꞏlica o l’element és interior o no exposat a agents ambientals nocius. (Classes d’exposició C1 i C2 segons taula 6). Haurà de realitzar-se una revisió de l’estructura cada cinc anys, detectant punts d’inici de l’oxidació. En ells i en la zona confrontant haurà d’aixecar-se el material degradat i protegir la zona deteriorada mitjançant la imprimació local de pintura antioxidant, com a mínim de les mateixes característiques que la utilitzada en l’obra. Cada 15 anys s’haurà de procedir a una revisió exhaustiva de tota l’estructura, realitzant un posterior pintat total de la mateixa amb un material com a mínim de les mateixes característiques que l’utilitzat en l’obra.
    - L’estructura metàlꞏlica o element és exterior o queda en un ambient d’agressivitat moderada. (Classe d’exposició C3 segons taula 6). Haurà de realitzar-se una revisió de l’estructura cada tres anys, detectant punts d’inici de l’oxidació. En ells i en la zona confrontant haurà d’aixecar-se el material degradat i protegir la zona deteriorada mitjançant la imprimació local de pintura antioxidant, com a mínim de les mateixes característiques que la utilitzada en l’obra. Cada 10 anys s’haurà de procedir a una revisió exhaustiva de tota l’estructura, realitzant un posterior pintat total de la mateixa amb un material com a mínim de les mateixes característiques que l’utilitzat en l’obra.
    - L’estructura metàlꞏlica és exterior i exposada a un ambient d’agressivitat elevada. (Classe d’exposició C4 i C5 segons taula 6). Haurà de realitzar-se una revisió anual de l’estructura, detectant punts d’inici de l’oxidació. En ells i en la zona confrontant haurà d’aixecar-se el material degradat i protegir la zona deteriorada mitjançant la imprimació local de pintura antioxidant, com a mínim de les mateixes característiques que la utilitzada en l’obra. Cada cinc anys s’haurà de procedir a una revisió exhaustiva de tota l’estructura, realitzant un posterior pintat total de la mateixa amb un material com a mínim de les mateixes característiques que l’utilitzat en l’obra.

Les inspeccions es coordinaran fent coincidir els dos conceptes: comportament de l’estructura i conservació del material.

En el present cas, la classe d’exposició és de tipus C2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Designació | Pèrdua de massa per unitat de superfície/pèrdua de gruix en el primer any, acers amb contingut baix de carboni | | |
|  | Classe d’exposició a la corrosió atmosfèrica. | Pèrdua de massa g/m2 | Pèrdua de gruix μm |
| C1 | Molt baixa | 10 | 1.3 |
| C2 | Baixa | >10 fins a 200 | >1.3 fins a25 |
| C3 | Mitja | >200 fins a 400 | >25 fins a 50 |
| C4 | Alta | >400 fins a 650 | >50 fins a 80 |
| C5-I | Molt alta (Industrial) | >650 fins a 1500 | >80 fins a 200 |
| C5-M | Molt alta (marina) | >650 fins a 1500 | >80 fins a 200 |

Taula 4 Pèrdua de massa en funció de l’exposició

EXP 1854

Memòria Tècnica

#### Estructures de formigó

Les parts de l’estructura constituïdes per formigó armat s’hauran de sotmetre també a un programa de manteniment, de manera molt semblant al definit per a l’estructura metàlꞏlica, ja que el major número de patologies del formigó armat són conseqüència o es manifesten a l’iniciar-se el procés de corrosió de les seves armadures. Bàsicament, doncs, el manteniment haurà d’afrontar la prevenció de la l’oxidació i la corrosió d’aquests elements.

Per preservar la seva durabilitat, l’estructura s’haurà de sotmetre a un programa de manteniment concret en base als següents preceptes:

 L’estructura de formigó és interior

Classe d’exposició I segons taula 8.2.2 del capítol II de la Instrucció EHE-08. Serà necessària una revisió dels elements als dos anys d’haver estar construïts i després establir una revisió dels mateixos cada 10 anys amb objecte de detectar possibles fissures, carbonatacions o anomalies dels paraments.

Si aquestes fissures resulten visibles l’observador, serà convenient injectar-les i protegir-les amb algun tipus de resina epoxi, per evitar l’oxidació de les armadures. Així mateix, si s’observen zones amb profunditats de carbonatació anòmales, hauran de protegir-se mitjançant pintures protectores anti-carbonatació.

L’estructura de formigó és exterior

Estructura exterior o que queda immersa en un ambient humit. (Classe d’exposició IIa i IIb segons taula 8.2.2 i classe especifica d’exposició tipus H segons taula 8.2.3a del capítol II de la Instrucció EHE-08) En aquest cas serà precisa una revisió dels elements a l’any d’haver estat construïda i després establir una revisió dels mateixos cada dos anys amb objecte de detectar possibles fissuracions, carbonatacions o anomalies dels paraments.

Si aquestes fissuracions resulten visibles a l’observador, serà convenient injectar-les i protegir- les amb algun tipus de resina epoxi, per evitar l’oxidació de les armadures. Així mateix, si s’observen zones amb profunditats de carbonatació anòmales, hauran de protegir-se mitjançant pintures protectores anti-carbonatació.

### Higiene, salut i medi ambient

Es considerarà aquest requisits segons s’indica en l’article 5.1.3 de la EHE-08 en el cas que la propietat ho hagi establert. Es recorda que la no consideració d’aquest requisit no obvia, en cap cas, el compliment de la legislació mediambiental vigent en cada cas. Es vetllarà per l’execució de processos que minimitzin l’impacta mediambiental.

### Normativa utilitzada

#### Normativa bàsica

CTE “Código Técnico de la Edificación”. Real Decreto 314/2006, (BOE: 28/03/06) (modificación BOE: 25/01/08)

* DB-SE, “Documento Básico SE Seguridad estructural”
* DB-SE-AE, “Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación”
* DB-SE-C, “Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos”
* DB-SE-A, “Documento Básico SE Seguridad estructural Acero”
* DB-SE-F, “Documento Básico SE Seguridad estructural Fábrica”
* DB-SE-M, “Documento Básico SE Seguridad estructural Madera”
* DB-SI, “Documento Básico Seguridad en caso de Incendio”

EHE-08, “Instrucción de hormigón estructural”. Real Decreto 1247/2008 (BOE: 22/08/2008) (modificación BOE: 24/12/08)

EXP 1854

Memòria Tècnica

NCSE-02, “Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación”. Real Decreto 997/2002 (BOE: 11/10/02)

RC-16, “Instrucción para la recepción de cementos” Real Decreto 256/2016 (BOE: 25/06/2016)

#### Normativa complementària

La normativa complementària no és d’obligat compliment però serveix per a resoldre les indefinicions existents en la normativa bàsica. En cas de contradicció sempre preval la normativa bàsica, llevat que es justifiqui (tal i com s’especifica en la mateixa) el no compliment de la mateixa.

EUROCÓDIGO 0: Bases de cálculo de estructuras

* EN 1990. Bases de cálculo de estructuras EUROCÓDIGO 1: Acciones en estructuras
* EN 1991-1-1. Pesos específicos, pesos propios y sobrecargas
* EN 1991-1-2. Acciones en estructuras expuestas al fuego
* EN 1991-1-3. Cargas de nieve
* EN 1991-1-4. Acciones de viento
* EN 1991-1-5. Acciones térmicas
* EN 1991-1-6. Acciones durante la ejecución
* EN 1991-1-7. Acciones accidentales
* EN 1991-2. Cargas de tráfico en puentes
* EN 1991-3. Acciones inducidas por grúas y maquinaria
* EN 1991-4. Acciones en silos y tanques EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón
* EN 1992-1-1. Reglas generales y reglas para edificación
* EN 1992-1-2. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
* EN 1992-2. Reglas de diseño en puentes de hormigón
* EN 1992-3. Depósitos y estructuras de contención EUROCÓDIGO 3: Proyecto de estructuras de acero
* EN 1993-1-1. Reglas generales y reglas para edificios
* EN 1993-1-2. Estructuras expuestas al fuego
* EN 1993-1-3. Perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío
* EN 1993-1-4. Aceros inoxidables
* EN 1993-1-5. Placas planas cargadas en plano
* EN 1993-1-6. Láminas
* EN 1993-1-7. Placas planas cargadas transversalmente
* EN 1993-1-8. Uniones
* EN 1993-1-9. Fatiga
* EN 1993-1-10. Tenacidad de fractura y resistencia transversal
* EN 1993-1-11. Cables y tirantes
* EN 1993-1-12. Reglas adicionales para la aplicación de la norma EN 1993 hasta aceros de grado S 700
* EN 1993-2. Puentes de acero
* EN 1993-3-1. Torres y mástiles
* EN 1993-3-2. Chimeneas
* EN 1993-4-1. Silos
* EN 1993-4-2. Depósitos
* EN 1993-4-3. Conducciones
* EN 1993-5. Pilotes y tablestacas
* EN 1993-6. Vigas carril

EUROCÓDIGO 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero

* EN 1994-1-1. Reglas generales y reglas para edificación

EXP 1854

Memòria Tècnica

* EN 1994-1-2. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
* EN 1994-2. Reglas para puentes EUROCÓDIGO 5: Proyecto de estructuras de madera
* EN 1995-1-1. Reglas generales y reglas para edificación
* EN 1995-1-2. Estructuras sometidas al fuego
* EN 1995-2. Puentes

EUROCÓDIGO 6: Proyecto de estructuras de fábrica (albañilería)

* EN 1996-1-1. Reglas comunes para estructuras de fábrica y fábrica
* EN 1996-1-2. Proyecto estructural en caso de incendio
* EN 1996-2. Consideraciones de proyecto, selección de materiales
* EN 1996-3. Métodos de cálculo simplificado para estructuras de fábrica EUROCÓDIGO 7: Proyecto geotécnico
* EN 1997-1. Reglas generales
* EN 1997-2. Investigación de suelo y ensayos

EUROCÓDIGO 8: Proyecto para resistencia al sismo de las estructuras

* EN 1998-1. Reglas generales, acciones de sismo y reglas para edificación
* EN 1998-2. Puentes
* EN 1998-3. Evaluación y modificación de edificios
* EN 1998-4. Silos, depósitos y tuberías
* EN 1998-5. Cimentaciones, estructuras de contención y aspectos geotécnicos
* EN 1998-6. Torres, mástiles y chimeneas

EUROCÓDIGO 9: Proyecto de estructuras de aleación de aluminio

* EN 1999-1-1. Reglas generales
* EN 1999-1-2. Estructuras sometidas al fuego
* EN 1999-1-3. Estructuras sometidas a fatiga
* EN 1999-1-4. Condiciones para láminas conformadas en frío
* EN 1999-1-5. Estructuras laminares

“Manual para el cálculo de Tablestacas”. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo NTE “Norma Tecnológica de la Edificación”

ROM 0.5-94 “Recomendaciones Geotécnicas para el proyecto de Obras marítimas y Portuarias”. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (ROM 0.5-94, ROM 05-05)

ROM 0.2-90. “Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias en lo que respecta a la acción del viento”

ROM 0.4-95 “Acciones climáticas II: Viento”. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

### Declaració de compliment dels documents bàsics

En el disseny i anàlisi dels elements estructurals descrits en el present document s’ha atès a totes les exigències i requeriments estipulats en el Codi Tècnic de l’Edificació (CTE), i en particular als Documents Bàsics que es citen a continuació:

* DB-SE, “Documento Básico SE Seguridad estructural”
* DB-SE-AE, “Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación”
* DB-SE-C, “Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos”
* DB-SE-A, “Documento Básico SE Seguridad estructural Acero”
* DB-SE-F, “Documento Básico SE Seguridad estructural Fábrica”

EXP 1854

Memòria Tècnica

* DB-SE-SI, “Documento Básico Seguridad en caso de Incendio”

Masala Consultors Barcelona, 2022