

**PROJECTE EXECUTIU
D'ARRANJAMENT de l'espai
públic rera església de Sant
Cebrià
AJUNTAMENT DE
VILAFANT
X | 2017**

6. ANNEXS – MEMÒRIA DE CÀLCUL



emf

estudi marti franch
arquitectura del paisatge

c. joaquim vayreda 63, 13, 1
e. 17001 girona

t. + 34 972 21 48 46
f. + 34 972 21 48 46

www.emf.cat
emf@emf.cat

MEMÒRIA DE CÀLCUL

ÍNDEX

1. Justificació de la solució adoptada	1
1.1. Introducció i objectius	1
1.2. Descripció general del projecte d'arquitectura.....	1
1.3. Descripció de l'estructura.....	1
1.3.1. Estructura	1
1.3.2. Fonamentació i característiques del terreny	1
MEMÒRIA DE CàLCUL.....	2
2. Característiques dels materials a utilitzar	2
2.1. Formigó armat.....	2
2.1.1. Formigons	2
2.1.2. Acer en barres.....	2
2.1.3. Acer en Mallats.....	2
2.1.4. Execució.....	2
2.2. Acers laminats.....	3
2.3. Unions entre elements	3
2.4. Assajos a realitzar.....	3
3. Accions adoptades en el càlcul.....	3
3.1. Accions Permanents	3
3.1.1. Pes propi	3
3.1.2. Accions del terreny.....	5
3.2. Accions variables	6
3.2.1. Sobrecàrregues d'ús	6
3.2.2. Accions sobre baranes i elements divisoris	6
3.2.3. Vent	6
3.2.4. Accions tèrmiques	7
3.2.5. Neu	7
3.3. Estats de càrrega considerats en els forjats.....	7
3.4. Accions accidentales.....	8
3.4.1. Sisme.....	8
4. Coeficients de majoració d'accions.....	9
4.1. Formigó Armat i pretensat	9
4.2. Acer laminat, conformat, fàbrica i fusta.....	9
5. Hipòtesi de càlcul considerades	10
5.1. Formigó Armat i pretensat	10
5.2. Acer laminat, fàbrica i fusta.....	11
6. Mètode de càlcul.....	12
6.1. Formigó armat.....	12
6.2. Acer laminat i conformat	12

6.3. Càlculs per Ordinador	13
7. Criteris de dimensionat	13
7.1. Normativa	13
7.1.1. Normativa bàsica	13
7.1.2. Normativa complementària	14
8. Declaració del compliment dels documents bàsics	15
9. Procés constructiu	15
10. Manteniment de l'estructura	15
10.1. Elements constituïts per acer laminat	15
10.1.1. 1. Control general del comportament de l'estructura	16
10.1.2. 2. Control de l'estat de conservació del material	16
10.2. Estructures de formigó	16

1. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

1.1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

La present memòria té per objecte la descripció i justificació dels diferents elements que configuren l'estructura del projecte executiu per a una pèrgola en l'arranjament de l'espai públic rera l'església de Sant Cebrià a Vilafant.

1.2. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE D'ARQUITECTURA.

La pèrgola s'ordena seguint una retícula de 3,80x3,80 metres. En total té 11 elements de suport vertical i no es recolza en cap edifici existent.

L'element horitzontal té una curvatura en un sentit com si fos un "wok" de manera que cada línia de suports té una altura variable.

1.3. DESCRIPCIÓ DE L'ESTRUCTURA

1.3.1. ESTRUCTURA

La pèrgola s'estructura amb dos eixos. Els 4 principals en el sentit de la curvatura separats 3,80m. Els secundaris són perpendiculars i també estant separats 3,80m. De secundaris, en total n'hi ha 5.

Les bigues principals són compostes a partir de dos perfils tubulars separats entre si en el sentit de l'eix Z. L'element superior és de dià. 120 i espessor 6mm. L'element inferior és de dià. 50 i espessor 4 mm. Entre els dos perfils que configuren la biga principal es diposa una platina de 100x6mm cada 400mm.

Les unions dels diferents trams de les bigues principals no es farà coincidir sobre dels suports i tampoc coincidirà en el primer tram després del voladís.

Les biguetes (bigues secundaries) són circulars de dià. 100.6 i es col·loquen cada 190cm. S'entreguen al mateix plà que les bigues principals i entre els diferents trams se'ls hi donarà continuïtat amb la correcte soldadura segons D.F.

Els pilars de suport de l'estructura també són compostos a base de dos perfils circulars vinculats entre si. El tub gran és de dià. 100 i espessor 6mm. El segon tub del pilar és de dià. 60 i espessor 4 mm. Entre els dos perfils que configuren el pilar es diposa una platina de 100x6mm cada 600mm. El tubular principal sempre serà vertical. El tubular de menor diàmetre, s'inclinarà per entregar sempre tangent al tub gran de la biga principal.

L'últim mòdul més allunyat de l'edifici que es destina al cau sempre quedarà en voladís respecte a l'estructura vertical.

Per sobre de les bigues menor de la biga principal, es col·locarà una malla d'acer corrugat de dià. 6 de 20x20 cm. Sobresortirà en voladís en tot el seu perímetre 40cm. Puntualment aquesta malla també es penjarà de les bigues secundàries amb barres soldades.

El primer eix de bigues secundàries li falten dos pilars de la retícula marcada perquè a la part inferior hi ha l'edifici existent. Com que no es vol interferir en l'edifici, es salvarà la llum de 3 mòduls amb una biga tipus Fink per tal de no col·locar dos pilars sobre l'edifici, tal i com s'indica en els detalls corresponents. Per tant, la biga del pilar 1 al 2 té una llum de 11.4 m. Aquesta biga es compon de dos perfils circulars. El cap comprimit (a la part superior) és un tubular de 100mm i espessor 6mm. L'element traccionat (cordó inferior) és un tub de 50mm de diàmetre i espessor 4mm. Els dos muntants intermitjos són tubulars de 50mm i espessor 4mm.

1.3.2. FONAMENTACIÓ I CARACTERÍSTIQUES DEL TERRENY

En el moment del càlcul no es disposa d'estudi geotècnic. S'ha considerat una tensió de càlcul admissible de 1kg/cm^2 . Les sabates tenen un cantell de 60cm de profunditat sobre una base de formigó pobre de 10cm. Tindran armadura inferior (16) i superior (12) de malla disposada en forma de caixa.

La base del formigó de neteja de la sabata respecte la cota de paviment acabat serà com a mínim 110cm.

La tipologia de fonamentació utilitzada serà a base de sabates aïllades i les platines dels pilars es diposaran directament sobre la sabata fixades amb barra roscada. Es protegiran els elements d'acer que quedin enterrats davant de l'oxidació, es proposa fer un dau de formigó confinant tots els elements sotarasant o bé les mesures que cregui oportunes la D.F.

No es preveuen elements de contenció de terres nous.

MEMÒRIA DE CàLCUL

2. CARACTERÍSTIQUES DELS MATERIALS A UTILITZAR

Els materials a utilitzar així com les característiques definitòries dels mateixos, nivells de control previstos, així com els coeficients de seguretat, s'indiquen en el següent quadre:

2.1. FORMIGÓ ARMAT

2.1.1. FORMIGONS

	Elements de Formigó Armat				
	Tota l'obra	Fonamentació	Suports (Comprimits)	Forjats (Flectats)	Altres
Resistència Característica als 28 dies: f_{ck} (Nmm ²)	25	25	25	25	25
Tipus de ciment (RC-03)	CEM I/ 52.5				
Quantitat màxima-mínima de ciment (kpm ³)	400/300				
Grandària màxima de l'àrid (mm)		20	16	16	20
Tipus d'ambient (agressivitat)	I				
Consistència del formigó		Plàstica	Tova	Tova	Tova
Seient Con d'Abrams (cm)		3 a 5	6 a 9	6 a 9	6 a 9
9 Sistema de compactació	Vibrat				
Nivell de Control Previst	Estadístic				
Coeficient de Minoració	1.5				
Resistència de càlcul del formigó: f_{cd} (Nmm ²)	16.66	16.66	16.66	16.66	16.66

2.1.2. ACER EN BARRES

	Tota l'obra	Fonamentació	Comprimits	Flectats	Uns altres
Designació	B-500-S				
Límit Elàstic (Nmm ²)	510				
Nivell de Control Previst	Normal				
Coeficient de Minoració	1.15				
Resistència de càlcul de l'acer (barres): f_{yd} (N)	443.49				

2.1.3. ACER EN MALLATS

	Tota l'obra	Fonamentació	Comprimits	Flectats	Uns altres
Designació	B-500-T				
Límit Elàstic (Nmm ²)	500				

2.1.4. EXECUCIÓ

	Tota l'obra	Fonamentació	Comprimits	Flectats	Uns altres
A. Nivell de Control previst	Normal				
B. Coeficient de Majoració de les accions desfavorables					
Permanents-Variables	1.5/1.6				

2.2.ACERS LAMINATS

		Tota l'obra	Comprimits	Flectats	Traccionats-	Plaques ancoratge
Acer en Perfils	Classe i Designació	S275				
	Límit Elàstic (Nmm ²)	275				
Acer en Xapes	Classe i Designació	S275				
	Límit Elàstic (Nmm ²)	275				

2.3.UNIONS ENTRE ELEMENTS

		Tota l'obra	Comprimits	Flectats	Traccionats	Plaques ancoratge
Sistema i Designa	Soldadures					
	Cargols Ordinaris	A-4t				
	Cargols Calibrats	A-4t				
	Cargol d'alta Resist.	A-10t				
	Reblons					
	Perns o Cargols d'Ancoratge	B-500-S				

2.4.ASSAJOS A REALITZAR

Formigó Armat. D'acord als nivells de control previstos, es realitzessin els assajos pertinents dels materials, acer i formigó segons s'indica en la norma Cap. XV, art. 82 i següents.

Acers estructurals. Es faran els assajos pertinents d'acord al que s'indica en el capítol 12 del Document Bàsic SE-A

3.ACCIONS ADOPTADES EN EL CÀLCUL

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 en l'apartat corresponent de la present memòria.

Segons el DB SE-AE Accions en l'edificació, 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 en els apartats 2, 3 i 4 del DB SE-AE.

3.1.ACCIONS PERMANENTS

S'inclouen dintre d'aquesta categoria totes les accions la variació de les quals en magnitud amb el temps és menyspreable, o la variació del qual és monòtona fins que s'aconsegueix un valor límit. Es consideren 3 grups d'accions permanents que es detallen a continuació.

3.1.1.PES PROPÍ

S'inclouen en aquest grup el pes propi dels elements estructurals, tancaments i elements separadores, tabiqueria, tot tipus de fusteria, revestiments (paviments, arrebossats, enguixats, falsos sostres), farciments (com els de terres) i equip fix.

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 mitjans. En la taula següent s'inclouen els pesos dels materials, productes i elements constructius habituals.

a)	Murs de fàbrica de maó:	
	- de maó massís:	18 KNm ³
	- de maó perforat:	15 KNm ³
	- de maó buit:	12 KNm ³
b)	Murs de fàbrica de bloc:	
	- de bloc buit de morter:	16 KNm ³
	- de bloc buit de guix:	10 KNm ³
c)	Formigó:	
	- Formigó armat:	25 KNm ³
	- Formigó en massa:	24 KNm ³
	- Formigó lleuger:	16 KNm ³
d)	Paviments:	
	- Hidràulic o ceràmic (6cm. Grossor total):	1 KNm ²
	- Terratzo:	0,80 KNm ²
	- Parquet:	0,40 KNm ²
i)	Materials de coberta:	
	- Planxa plegada metàl·lica:	0,12 KNm ²
	- Teixeixi corba:	0,5 KNm ²
	- Pissarra:	0,3 KNm ²
	- Tauler de rajola:	1 KNm ²
f)	Materials de construcció:	
	- Sorra:	15 KNm ³
	- Ciment:	16 KNm ³
	- Pissarra:	17 KNm ³
	- Escòria granulada:	11 KNm ³
g)	Emplenats:	
	- Terreny, jardineres...:	20 KNm ³

Pel cas de tancaments lleugers distribuïts homogèniament en planta, tal com indica el DB SE-AE, s'ha considerat la seva assimilació a una càrrega superficial equivalent uniformement repartida sobre el forjat de 0,8 kN/m², multiplicat per la raó mitja entre la superfície de tabiqueria i la de la planta considerada. Així mateix, per a habitatges, s'ha considerat una càrrega de 1 kN/m² repartida uniformement sobre la superfície de forjat, tal com indica el DB abans esmentat.

Per a la resta de tancaments s'ha calculat directament el pes de la tabiqueria projectada, obtenint per a una altura lliure de 3,00 metres entre forjats la següent relació de pesos lineals.

Tancaments ceràmics de dues fulles sense obertures, de maó perforat de 15 cm. i tabicó de maó buit de 10, d'altura fins als 3.00 m:	10,50 KN/ml
Tancaments ceràmics de dues fulles amb obertures, de maó perforat de 15 cm i tabicó de maó buit de 10, d'altura fins als 3.00 m:	8 KN/ml
Tancaments de bloc de formigó de dues fulles sense obertures, de 20 cm. exterior i 10 cm. interior:	14,50 KN/ml
Tancaments de bloc de formigó de dues fulles amb obertures, de 20 cm. exterior i 10 cm. interior:	10,50 KN/ml
Tancaments lleugers, d'altura fins als 3.00 m.:	4 KN/ml
Tabicons de maó perforat, d'altura fins als 3.00 m. i espessor 15 cm.:	6,75 KN/ml
Tabicons de maó buit, d'altura fins als 3.00 m. i espessor 10 cm.:	3,60 KN/ml

3.1.2. 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 seus desplaçaments i deformacions. 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 en el DB SE-C. Tal com descriu l'apartat 2.3.2.3 del DB esmentat, s'han determinat les accions del terreny sobre la Fonamentació 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 deguts 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 fonaments profunds s'ha considerat la forma i dimensions de l'encepat a fi d'incloure el seu pes, així com el de les terres o allò que pugui gravitar sobre aquest.

Per a la determinació de les accions del terreny sobre els elements de contenció s'han considerat les sobrecàrregues degudes a la presència d'edificacions pròximes, possibles apilaments de materials, vehicles, etc. Les forces dels puntales i ancoratges s'han considerat com accions.

S'han considerat, sobre els elements de contenció, els estats d'empenta estipulats en l'apartat 6.2.1 de la DB SE-C, que es corresponen amb la teoria dels empenyis 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 de la seva fonamentació fins a aconseguir unes condicions d'empenta mínima. L'empenta activa es defineix com la resultant de les empentes unitàries σ'_a , que s'han determinat mitjançant les següents fórmules:

$$\sigma'_a = K_A \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_A}$$

$$K_A = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right);$$

sent ϕ l'angle de frec intern del terreny, c' la cohesió i σ'_v la tensió efectiva vertical, de valor $\gamma' \cdot z$, sent γ' el pes específic efectiu del terreny i z l'altura del punt considerat respecte a 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 aconseguir unes condicions de màxim empenta. L'empenta passiu es defineix com la resultant dels empenyis unitaris σ'_p , que s'ha determinat mitjançant les següents fórmules:

$$\sigma'_p = K_p \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right);$$

Essent ϕ l'angle de frec intern del terreny, c' la cohesió i σ'_v la tensió efectiva vertical, de valor $\gamma' \cdot z$, sent γ' el pes específic efectiu del terreny i z l'altura del punt considerat respecte a la rasant del terreny en la seva escomesa a l'element de contenció.

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

$$He = \frac{q}{\gamma}$$

γ ; Essent γ el pes específic del terreny contingut.

Per a la consideració d'altres estats de sobrecàrrega diferents de la uniforme repartida s'ha utilitzat la formulació proposada en 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 pel subjacent.

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

3.2.ACCIONS VARIABLES

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

3.2.1.SOBRECÀRREGUES D'ÚS

La sobrecàrrega d'ús és el pes de tot el que pot gravitar sobre l'edifici per raó del 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 a les comprovacions locals de capacitat portant s'ha considerat una càrrega concentrada actuant en qualsevol punt de la zona afectada. Dita càrrega concentrada s'ha considerat actuant simultàniament amb la sobrecàrrega uniformement repartida en les zones d'ús de tràfic i aparcament de vehicles lleugers, i de forma independent i no simultània amb ella en la resta de casos descrits en la taula esmentada.

En el cas de balconades volades s'ha considerat una sobrecàrrega lineal repartida actuant en les vores de valor 2 kN/ml.

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

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

3.2.2.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 1,20m sobre la vora superior de l'element, donant lloc a un moment flector sobre els forjats en el cas de baranes. El valor de l'acció horitzontal s'ha determinat sobre la base de l'estipulat en la taula 3.2 del DB SE-AE.

3.2.3.VENT

Són les accions 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 Q_e que pot expressar-se com:

$$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p,$$

sent:

q_b = Pressió dinàmica del vent.

c_e = Coeficient d'exposició, en funció de l'altura de l'edifici i del grau d'aspresa de l'entorn.

c_p = Coeficient eòlic o de pressió, dependent de la forma .

Per a la determinació de la pressió dinàmica del vent (q_b) s'utilitza la simplificació proposada pel DB SE-AE para tot el territori espanyol, adoptant el valor de 0,5 kN/m².

Per a la determinació del coeficient d'exposició s'ha considerat el grau d'aspresa de l'edifici i l'altura en cada punt segons la taula 3.3 del DB SE-AE.

Per a la determinació del coeficient eòlic o de pressió s'ha considerat l'esveltesa en el plànol paral·lel al vent segons la taula 3.4 del DB SE-AE.

En el cas que incumbeix al present document, els paràmetres considerats són els que s'expliciten a continuació:

Grau d'aspra de l'entorn considerat:	IV
Altura màxima de l'edifici:	5 m
Coefficient d'exposició (c_i):	2,6
Pressió dinàmica del vent, q_b :	0,50 kN/m ²
Esveltesa en el plànol paral·lel al vent:	1,00
Coefficients eòlics:	
c_p :	0,8
c_s :	-0,5

Cap esmentar que el coeficient d'exposició s'ha anat adaptant a l'altura dels diferents punts de l'edifici exposats el vent.

3.2.4. ACCIONS TÈRMQUES

Les accions tèrmiques han estat considerades en el projecte en els casos en què 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 augment de temperatura que correspon al que estableix la norma Documento Bàsic SE-AE Accions en l'edificació en els articles 3.4.1 i 3.4.2. Per a elements exposats a la intempèrie s'ha pres com temperatures extremes màximes i mínimes les quals consten en "l'annex I. Dades climàtiques".

Pel cas d'estructures i elements de formigó armat ha estat considerat el criteri que estableix la norma EHE en l'article A.5 del seu annex A, Valors de les Accions.

Els coeficients de dilatació tèrmica adoptats s'especifiquen en l'apartat on es fa referència a les característiques dels materials.

3.2.5. NEU

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

$q_n = \mu \cdot s_k$; sent μ el coeficient de forma de la coberta, i s_k 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 $\mu=1$. En la localitat de Vilafant, el valor característic de la càrrega de neu pren el valor $s_k=0,40$ kNm².

Amb aquests valors s'ha considerat una sobrecàrrega de neu en les zones desprotegides de valor 0,40 kNm².

3.3. ESTATS DE CÀRREGA CONSIDERATS EN ELS FORJATS

A continuació es resumeixen els estats de càrrega considerats en cada forjat o zona de forjat sobre la base de les accions establertes en l'apartat anterior:

Zona element:	Coberta pèrgola
Tipus de forjat:	Estructura metàl·lica
Pes propi :	0,50 kN/m ²
Càrregues permanents:	0,35 kN/m ²
Sobrecàrrega d'ús:	- kN/m ²
Sobrecàrrega de neu:	0,40 kN/m ²
Total:	1,25 kN/m ²

3.4.ACCIONS ACCIDENTALES

3.4.1.SISME

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

Dita norma, en l'article 1.2., apartat 2º, estableix una classificació de les construccions en funció del seu ús, segons el següent criteri:

D'importància moderada: són les que amb molt poca probabilitat la seva ruïna per terratrèmol pugui causar víctimes, interrompre un servei primari o produir danys econòmics rellevants a tercers.

D'importància normal: són les que la seva destrucció per terratrèmol pot ocasionar víctimes, interrompre un servei per a la col·lectivitat o produir importants pèrdues econòmiques, sense que en cap cas es tracti d'un servei imprescindible ni que la seva destrucció pugui donar lloc a efectes catastròfics.

D'importància especial: són les quals la seva destrucció per terratrèmol pugui interrompre un servei imprescindible o donar lloc a efectes catastròfics.

Segons l'anterior criteri i donades les característiques d'ús de l'edifici, aquest s'ha catalogat de **importància moderada**.

D'altra banda, l'acceleració sísmica de càlcul a_c , d'acord amb l'article 2.2 de l'esmentada norma, s'ha calculat segons l'expressió:

$$a_c = S \rho a_b$$

on:

a c és l'acceleració sísmica de càlcul,

a b és l'acceleració sísmica bàsica,

ρ és el coeficient de risc i

S és el coeficient d'amplificació del terreny. Pren el valor

$$\text{Per } a_b \cdot \rho \leq 0,10 \cdot g \quad S=C/1,25$$

$$\text{Per } 0,10 \cdot g \leq a_b \cdot \rho \leq 0,40 \cdot g \quad S=C/1,25+3,33 \cdot (a_b \cdot \rho - 0,10) \cdot (1-C/1,25)$$

$$\text{Per } 0,40 \cdot g \leq a_b \cdot \rho \quad S=1,0$$

C : Coeficient del terreny, segons característiques geotèniques, pren el valor:

TIPUS DE TERRENY		COEFICIENT DEL SÒL C
I	Roca compacta, sòl cementat o granular molt dens	1,0
II	Roca fracturada, sòl cohesiu dur o granular dens	1,3
III	Sòl granular de compacitat mitja o cohesiu de consistència ferma a molt ferma	1,6
IV	Sòl granular solt, o sòl cohesiu tou	2,0

S'adoptarà com valor de C el valor mig obtingut al ponderar els coeficients C_i de cada estrat, en els 30 primers metres respecte de la superfície, amb el seu espessor e_i , mitjançant l'expressió:

$$C = \sum (C_i \cdot e_i) / 30$$

D'acord amb aquests apartats, per a l'edifici de referència tenim:

Acceleració sísmica bàsica, a_b , i coeficient de risc, ρ : Localitat: **Vilafant**
 a_b : **0.09g**
 ρ : **1.0**

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 arriostrats entre si en totes les direccions.

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.

4. COEFICIENTS DE MAJORACIÓ D'ACCIONS

Paral·lelament als anteriors, els de majoració d'accions també depenen del material. Amb aquest criteri s'observen els coeficients que a continuació es detallen.

4.1. FORMIGÓ ARMAT I PRETENSAT

Segons tipifica l'EHE en el seu article 12, apartats 1 i 2, i en l'article 95, els coeficients de majoració considerats per a un nivell d'execució normal són els que es relacionen en la taula 1 pels Estats Límit Últim (ELU) i en la taula 2 pels Estats Límit de Servei (ELS).

Coefficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretensat. Estats Límits Últims

Tipus d'Acció	Situació 1: Persistent o transitòria		Situació 2: Accidental	
	Efecte Favorable	Efecte Desfavorable	Efecte Favorable	Efecte Desfavorable
	Permanent	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,50$	$\gamma_G=1,00$
Pretesat	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$
Permanent de valor no constant	$\gamma_G^*=1,00$	$\gamma_G^*=1,60$	$\gamma_G^*=1,00$	$\gamma_G^*=1,00$
Variable	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,60$	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,00$
Accidental (Sisme)	-	-	$\gamma_A=1,00$	$\gamma_A=1,00$

Coefficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretensat. Estats Límits de Servei

Tipus d'Acció		Efecte Favorable	Efecte Desfavorable
Permanent		$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
Pretesat	Armadura pretesa	$\gamma_P=0,95$	$\gamma_P=1,05$
	Armadura postensa	$\gamma_P=0,90$	$\gamma_P=1,10$
Permanent de valor no constant		$\gamma_G^*=1,00$	$\gamma_G^*=1,00$
Variable		$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,00$

4.2. ACER LAMINAT, CONFORMAT, FÀBRICA I FUSTA

En relació amb els coeficients γ_c que graven a les estructures, es consideren els que estableix el Document Bàsic SE Seguretat estructural, en la taula 4.1 del capítol 4.

Coefficients parcials γ de seguretat per a les accions.

Tipus de verificació		Situació Persistent o transitòria	
		Efecte desfavorable	Efecte favorable
Resistència	Permanents		
	Pes propi	1.35	0.80
	Empenta del terreny	1.35	0.70
	Pressió aigua	1.20	0.90
	Variable	1,50	1,00
Estabilitat		desestabilitzadora	estabilitzadora
	Permanent		
	Pes propi	1.10	0.90
	Empenta del terreny	1.35	0.80
	Pressió aigua	1.05	0.95
	Variable	1.50	0

5. HIPÒTESI DE CÀLCUL CONSIDERADES

5.1. FORMIGÓ ARMAT I PRETENSAT

Han estat considerades les combinacions que tipifica l'EHE en el seu 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:

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

Situacions accidentals:

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

Situacions sísmiques:

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

Per a Estats Límit de Servei, les diferents situacions de projecte en general s'han abordat amb els següents criteris

Combinació poc probable

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

Combinació freqüent

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

Combinació quasipermanent

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

On:

G_{k,j}	Valor característic de les accions permanents
G[*]_{k,j}	Valor característic de les accions permanents de valor no constant
P_k	Valor característic de l'acció del pretesat
Q_{k,1}	Valor característic de l'acció variable determinant
ψ_{0,i} Q_{k,i}	Valor representatiu de combinació de les accions variables concomitants
ψ_{1,1} Q_{k,1}	Valor representatiu freqüent de l'acció variable determinant
ψ_{2,i} Q_{k,i}	Valors representatius quasipermanents de les accions variables amb l'acció determinant o amb l'acció accidental
A_k	Valor característic de l'acció accidental
AE_k	Valor característic de l'acció sísmica

5.2. ACER LAMINAT, FÀBRICA I FUSTA

Han estat considerades les combinacions que tipifica la DB-SE, "Document Bàsic SE Seguretat Estructural" en el seu article 4.2.2 i 4.3.2, segons es detalla a continuació:

Per a Estats Límit Últims, les situacions de projecte s'han abordat a partir dels següents criteris

Situacions persistents o transitòries:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Situacions accidentals:

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

Situacions sísmiques:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_A AE_{k,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Per a Estats Límit de Servei, les diferents situacions de projecte en general s'han abordat amb els següents criteris

Combinació poc probable

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,1} Q_{k,i}$$

Combinació freqüent

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

Combinació quasipermanent

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

On:

G_{k,j}	Valor característic de les accions permanents
G*_{k,j}	Valor característic de les accions permanents de valor no constant
Q_{k,1}	Valor característic de l'acció variable determinant
ψ_{0,i} Q_{k,i}	Valor representatiu de combinació de les accions variables concomitants
ψ_{1,1} Q_{k,1}	Valor representatiu freqüent de l'acció variable determinant
ψ_{2,i} Q_{k,i}	Valors representatius quasipermanents de les accions variables amb l'acció determinant o amb l'acció accidental
A_k	Valor característic de l'acció accidental
AE_k	Valor característic de l'acció sísmica

6. MÈTODE DE CÀLCUL

Per a la determinació d'esforços en els diferents elements estructurals s'han utilitzat els postulats bàsics d'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 com es detalla més endavant.

D'altra banda, per a la comprovació de seccions de formigó, s'han utilitzat les bases del càlcul en l'Estat Límit Últim (ELU) i en l'Estat Límit de Servei (ELS), considerant que el material treballa en règim anelàstic, contemplant d'aquesta manera la fisuració per tracció i l'elasto-plasticitat en compressió, segons s'ha especificat en l'apartat quart de la present. Per a la comprovació de les seccions d'acer, en general s'han utilitzat les bases de càlcul en l'Estat Límit Últim (ELU) i en l'Estat Límit de Servei (ELS) tenint present el diagrama elasto-plàstic del material.

6.1. FORMIGÓ ARMAT

En els estats límits últims es comproven els corresponents a: equilibri, esgotament o trencament, adherència, ancoratge i fatiga (si s'escau).

En els estats límits d'utilització, es comprova: deformacions (fletxes), i vibracions (si s'escau).

Definits els estats de càrrega segons el seu origen, es procedeix a calcular les combinacions possibles amb els coeficients de majoració i minoració corresponents d'acord als coeficients de seguretat definits en l'art. 12º de la norma EHE i les combinacions d'hipòtesis bàsiques definides en l'art 4º del CTE DB-SE

Obtenció dels esforços en les diferents hipòtesis simples de l'entramat estructural, es faran d'acord a un càlcul lineal de primer ordre, és a dir admetent proporcionalitat entre esforços i deformacions, el principi de superposició d'accions, i un comportament lineal i geomètric dels materials i l'estructura.

Per a l'obtenció de les sol·licitacions determinants en el dimensionat dels elements dels forjats (bigues, biguetes, lloses, nervis) s'obtidran els diagrames evolvents per a cada esforç.

Pel dimensionat dels suports es comproven per a totes les combinacions definides.

6.2. ACER LAMINAT I CONFORMAT

Es dimensionen els elements metàl·lics d'acord a la norma CTE SE-A (Seguretat estructural: Acer), determinant-se coeficients d'aprofitament i deformacions, així com l'estabilitat, d'acord als principis de la Mecànica Racional i la Resistència de Materials.

Es realitza un càlcul lineal de primer ordre, admetent-se localment plastificacions d'acord a l'indicat en la norma.

L'estructura es suposa sotmesa a les accions exteriors, ponderant-se per a l'obtenció dels coeficients d'aprofitament i comprovació de seccions, i sense majorar per a les comprovacions de deformacions, d'acord amb els límits d'esgotament de tensions i límits de fletxa establerts.

Pel càlcul dels elements comprimits es té en compte el vinclament per compressió, i pels flectats el vinclament lateral, d'acord a les indicacions de la norma.

6.3. CÀLCULS PER ORDINADOR

Per a l'obtenció de les sol·licitacions i les dimensions dels forjats i dels pilars, així com la seva corresponents armadures s'ha utilitzat el suport de programes informàtics d'ordinador (CYPECAD, METAL 3D, ...).

En una segona fase les dimensions i armadures així obtingudes s'han modificat manualment atenent a criteris constructius, com poden ser facilitat de muntatge, adaptació al procés d'execució, etc.

Tots els elements de fonamentació i contenció, sabates, riestres i murs s'han dimensionat amb diverses aplicacions informàtiques (diferents fulles de càlcul elaborades pel projectista, EHE, PANTALLA, WINEVA....).

7. CRITERIS DE DIMENSIONAT

Seients admissibles i límits de deformació

Seients admissibles de la fonamentació. D'acord a la norma CTE SE-C, article 2.4.3, i en funció del tipus de terreny, tipus i característiques de l'edifici, es considera acceptable un seient màxim admissible de 2,5 cm per a sabates aïllades i 5,0cm per a lloses.

Límits de deformació de l'estructura. Segons l'exposat en l'article 4.3.3 de la norma CTE SE, s'han verificat en l'estructura les fletxes dels diferents elements. S'ha verificat tant el desplom local com el total d'acord amb l'exposat en 4.3.3.2 de la anterior norma.

Segons el CTE. Pel càlcul de les fletxes en els elements flectats, bigues i forjats, es tindran en compte tant les deformacions instantànies com les diferides, calculant-se les inèrcies equivalents d'acord a l'indicat en la norma.

Pel càlcul de les fletxes s'ha tingut en compte tant el procés constructiu, com les condicions ambientals, edat de posada en càrrega, d'acord a unes condicions habituals de la pràctica constructiva en l'edificació convencional. Per tant, a partir d'aquests supòsits s'estimen els coeficients de fletxa pertinents per a la determinació de la fletxa activa, suma de les fletxes instantànies més les diferides produïdes amb posterioritat a la construcció de les tabiqueríes.

En els elements s'estableixen els següents límits:

Fletxes relatives pels següents elements				
Tipus de fletxa	Combinació	Envans fràgils	Envans ordinaris	Resta de casos
1.-Integritat dels elements constructius (ACTIVA)	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.-Confort d'usuaris (INSTANTÀNIA)	Característica de sobrecàrrega Q	1/350	1/350	1/350
3.-Aparença de l'obra (TOTAL)	Gairebé-permanent G+ψ2Q	1/300	1/300	1/300

Desplaçaments horitzontals	
Local	Total
Desplom relatiu a l'altura entre plantes: $\delta h_1 < 250$	Desplom relatiu a l'altura total de l'edifici: $\delta H_1 < 500$

7.1. NORMATIVA

7.1.1. NORMATIVA BÀSICA

DB-SE, "Document Bàsic SE Seguretat estructural"

DB-SE-AE, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Accions en l'edificació"

DB-SE-C, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fonaments"

DB-SE-A, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Acer"
DB-SE-F, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fàbrica"
DB-SE-M, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fusta"
EHE, "Instrucció de formigó estructural".
N.C.S.R.-02, "Norma de construcció sismorresistent: Part general i edificació".

7.1.2.NORMATIVA COMPLEMENTÀRIA

EUROCODI 1, "Bases de projecte i accions en estructures".
EUROCODI 1, "Bases de projecte i accions en estructures"
Part 2-1: Accions en estructures densitats, pesos propis i càrregues exteriors
EUROCODI 1, "Bases de projecte i accions en estructures".
Part 1: Bases de projecte
EUROCODI 2, "Projecte d'estructures de formigó".
EUROCODI 2, "Projecte d'estructures de formigó".
Part 1-4: Regles generals formigó d'àrid lleuger de textura tancada.
EUROCODI 2, "Projecte d'estructures de formigó".
Part 1-3: Regles Generals
Elements i estructures prefabricades de formigó
EUROCODI 2, "Projecte d'estructures de formigó".
Part I-I: Regles generals i regles per a edificació
EUROCÓGIGO 2, "Projecte d'estructures de formigó".
Part 1-5: Regles generals estructures amb tendons de pretensat exteriors o no adherents.
EUROCODI 3, "Projecte d'estructures d'acer".
Part I-I: Regles generals
Regles generals i regles per a edificació
(suplements de la UNE-ENV 1993-1-1)
EUROCODI 3, "Projecte d'estructures d'acer".
Part 1-1: Regles generals i regles per a edificació.
EUROCODI 4, "Projecte d'estructures mixtes de formigó i acer".
Part 1-2: Regles generals projecte d'estructures sotmeses al foc.
EUROCODI 4, "Projecte d'estructures mixtes de formigó i acer".
Part 1-1: Regles generals i regles per a edificació.
EUROCODI 8, "Disposicions pel projecte d'estructures sismorresistents".
Part 5: Fonaments, estructures de contenció de terres i aspectes geotècnics.
EUROCODI 8, "Disposicions pel projecte d'estructures sismorresistents".
Part 1-1: Regles generals accions sísmiques i requisits generals de les estructures.
EUROCODI 8, "Disposicions pel projecte d'estructures sismorresistents".
Part 1-2: Regles generals
Regles generals per a edificis

NTE-ECG, "Càrregues gravitatòries"
NTE-ECR, "Càrregues per retracció"
NTE-ECS, "Càrregues sísmiques"
NTE-ECT, "Càrregues tèrmiques"

NTE-ECV, "Càrregues de Vent"
NTE-EAF, "Forjats"
NTE-EAV, "Bigues"
NTE-EHU, "Forjats unidireccionals"
NTE-EHV, "Bigues"
NTE-EHS, "Suports"
NTE-EHR, "Forjats reticulars"
NTE-EFL, "Fàbrica de maó"
NTE-EFB, "Fàbrica de blocs"
NTE-WXV, "Bigues"
NTE-EXS, "Suports"
NTE-CEG, "Estudis geotècnics"
NTE-CPI, "Pilotis in situ"

Recomanacions pel projecte, construcció i control d'ancoratges al terreny. H.P.8-96. Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme

Manual pel càlcul de Tablestaques. Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme

8. DECLARACIÓ DEL COMPLIMENT DELS DOCUMENTS BÀSICS

En el disseny i l'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 se citen a continuació:

DB-SE, "Document Bàsic SE Seguretat estructural"

DB-SE-AE, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Accions en l'edificació"

DB-SE-C, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fonaments"

DB-SE-A, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Acer"

9. PROCÉS CONSTRUCTIU

El procés constructiu a observar en l'execució del projecte que es presenta correspon al lògic de l'execució en primer lloc del capítol de Moviment de Terres, posteriorment el de fonamentació i finalment el de l'estructura, aquesta última realitzada nivell a nivell, des del més inferior al superior. D'aquest procés, cal destacar que tot element estructural ha de mantenir-se apuntalat fins que aquest hagi assolit la resistència prevista en el projecte, i que mai es sol·licitaran els elements a situacions de càrrega més desfavorables que les previstes en el projecte.

10. MANTENIMENT DE L'ESTRUCTURA

10.1. ELEMENTS CONSTITUÏTS PER ACER LAMINAT.

Les estructures d'acer pel general són les que revisten major repercussió en quan a les tasques de manteniment es refereix, donada la major inestabilitat del material conseqüència de la seva estructura molecular. Principalment, el manteniment tindrà per objecte detectar, prevenir i esmenar l'oxidació i la corrosió dels seus elements.

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

Per a preservar la seva durabilitat, l'estructura haurà de sotmetre's a un programa de manteniment concret sobre la base dels següents preceptes:

10.1.1.1. CONTROL GENERAL DEL COMPORTAMENT DE L'ESTRUCTURA

a) 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...).

b) Inspecció cada 15 anys. A fi i efecte de descobrir danys de caràcter fràgil, que encara no afecten a altres elements no estructurals (tancaments...). En aquest cas s'observaran situacions on puguin produir-se lliscaments no previstos d'unions cargolades, corrosions localitzades...

10.1.2.2. CONTROL DE L'ESTAT DE CONSERVACIÓ DEL MATERIAL.

És distingirà segons la classificació de l'estructura, en funció de la seva exposició:

a) L'estructura metàl·lica 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 adjacent s'haurà d'eliminar 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'utilitza't en l'obra.

b) L'estructura metàl·lica o element és exterior o queda en un ambient d'agressivitat moderada (Classe d'exposició C3 segons taula 6). S'haurà de realitzar una revisió de l'estructura cada tres anys, detectant punts d'inici de l'oxidació. En ells i en la zona adjacent s'haurà d'eliminar 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'utilitza't en l'obra.

c) L'estructura metàl·lica 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'utilitza't en l'obra.

En el present cas la classe d'exposició és del tipus C3. Les inspeccions es coordinaran fent coincidir els dos conceptes: comportament de l'estructura i conservació del material.

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 gm ²	Pèrdua de grossor µm
C1	molt baixa	≤10	≤1.3
C2	baixa	>10 fins a 200	>1.3 fins a 25
C3	mitjana	>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)	>80 fins a 200	>30 fins a 60

Taula 6

10.2. ESTRUCTURES DE FORMIGÓ.

Les parts de l'estructura constituïdes per formigó armat haurien de sotmetre's també a un programa de manteniment, de manera molt semblant al definit per a l'estructura metàl·lica, ja que el major nombre 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 de fer enfront de la detecció, prevenció i reparació de l'oxidació i la corrosió de dits elements.

Per a preservar el seu durabilitat, l'estructura haurà de sotmetre's a un programa de manteniment concret sobre la base dels següents preceptes:

a) L'estructura de formigó és interior (Classe d'exposició I segons taula 8.2.2 del capítol II de la Instrucció EHE). Serà precisa una revisió dels elements als dos anys d'haver estat construïts i després establir una revisió dels mateixos cada 10 anys a fi i efecte de detectar possibles fisuracions, carbonatació o anomalies dels paraments.

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

b) L'estructura de formigó és exterior o queda immersa en un ambient humit (Classe d'exposició IIa i IIb segons taula 8.2.2 i classe específica d'exposició tipus H segons taula 8.2.3a de el capítol II de la Instrucció EHE). 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 a fi i efecte de detectar possibles fisuracions, carbonatacions o anomalies dels paraments.

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

c) L'estructura de formigó queda exposada a un ambient d'agressivitat elevada (Classe d'exposició IIIa, IIIb, IIIc i IV segons taula 8.2.2 i la resta de les classes específiques d'exposició segons taula 8.2.3a de el capítol II de la Instrucció EHE). Serà precisa una imprimació amb resina epoxi de tots els paraments dels seus elements després d'haver-se completat el fraguat i procedir a una revisió al cap de sis mesos d'haver estat construït. Posteriorment es sotmetrà l'estructura a un programa de revisions bianual a fi i efecte de detectar possibles fisuracions, carbonatacions o anomalies dels paraments.

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

Serà, a més, preceptiva una nova imprimació de pintura anticarbonatació cada cinc anys, excepte indicació expressa del fabricant de la pintura en relació a un altre calendari, que no excedirà dels 10 anys.

Girona, a octubre de 2017