

**MEMÒRIA DE CÀLCULS ESTRUCTURALS DE LA PÈRGOLA I
LA FONAMENTACIÓ DEL MONUMENT DELS BÀCULS DEL
PROJECTE D'ADEQUACIÓ DE LA ZONA D'ESTAR SENSORIAL
I MIRADOR DE LES ILLES MEDES EN EL PASSEIG MARÍTIM DE
GRIELLS.**

Índex:

1. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA	3
1.1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	3
1.2 DESCRIPCIÓ GENERAL	3
1.3 DESCRIPCIÓ DE L'ESTRUCTURA	4
2. CARACTERÍSTIQUES DELS MATERIALS A UTILITZAR	4
2.1 FORMIGÓ ARMAT	4
3. ACCIONS ADOPTADES EN EL CÀLCUL	7
3.1 ACCIONS PERMANENTS	7
3.2 ACCIONS VARIABLES	8
3.3 SOBRECÀRREGA DE VENT	9
3.4 ACCIONS ACCIDENTALS	9
4. COEFICIENTS DE MAJORACIÓ D'ACCIONS	11
4.1 FORMIGÓ ARMAT I PRETENSAT	11
4.2 ACER LAMINAT	12
5. HIPÒTESIS DE CÀLCUL CONSIDERADES	13
5.1 FORMIGÓ ARMAT I PRETENSAT	13
5.2 ACER LAMINAT I FÀBRICA	14
6. MÈTODE DE CÀLCUL	15
6.1 FORMIGÓ ARMAT	15
6.2 ACER LAMINAT	15
6.3 CÀLCULS INFORMÀTICS	16
7. CRITERIS DE DIMENSIONAT	16
8. NORMATIVA	17
8.1 NORMATIVA BÀSICA	17
8.2 NORMATIVA COMPLEMENTÀRIA	17
8.3 REGLES GENERALS PER A EDIFICIS	18
9. DECLARACIÓ DEL COMPLIMENT DELS DOCUMENTS BÀSICS	19
10. PROCÉS CONSTRUCTIU	19

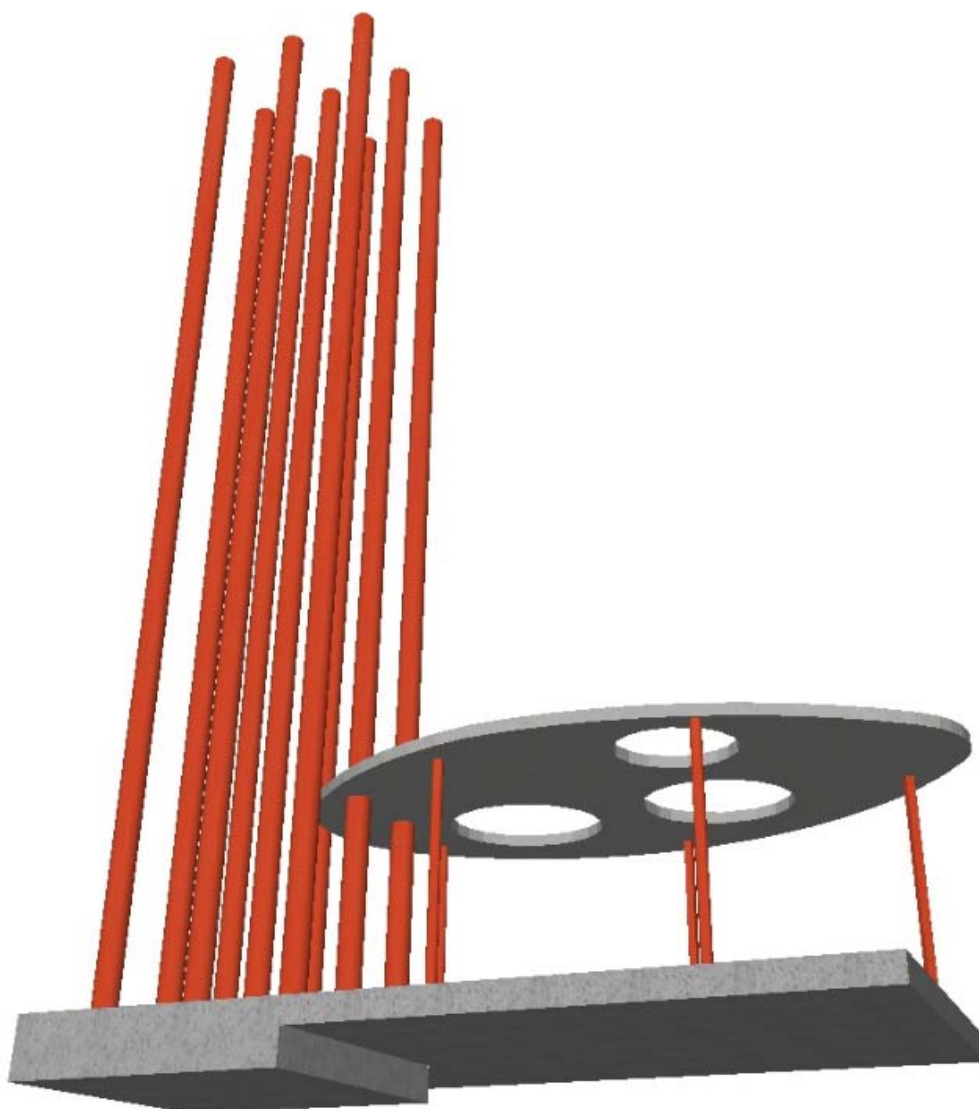
1. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

1.1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

La present memòria documenta tècnicament els càlculs estructurals de la pèrgola i la fonamentació del monument dels bàculs (veure imatges de l'apartat posterior) del projecte d'adequació de la zona d'estar sensorial i mirador de les Illes Medes en el passeig marítim de Griells.

1.2 DESCRIPCIÓ GENERAL

Es tracta d'una pèrgola formada per una llosa de formigó armat i una llosa de fonaments capaç de suportar les càrregues de la pèrgola i a més les càrregues provinents de 9 bàculs de secció circular (fora de l'àmbit del càlcul) disposats de forma vertical i ancorats (fora de l'àmbit de l'estudi) a la llosa. Vegis la següent imatge descriptiva:



MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

1.3 DESCRIPCIÓ DE L'ESTRUCTURA

Per a la realització de estructures del present, es seguirà la Normativa oficial al respecte, així com les especificacions que s'indiquen a la Memòria, als Annexos, al Plec de condicions i a l'Estat d'amidaments.

Estructura:

Els elements estructurals són: llosa massissa suportada sobre pilars metàl·lics i fonamentació mitjançant llosa de formigó armat. És fonamentació rígida de formigó armat.

1.3.1 CARACTERÍSTIQUES DEL TERRENY

S'ha considerat les característiques del terreny descrites en l'estudi geotècnic Exp. C20X5740 061/20, elaborat pel CECAM, optant per una fonamentació directa-nivell R.

Es transcriu literalment l'estudi:

Serà mitjançant una llosa i s'encastarà en els materials del nivell R
Aquest fonament s'ha de dimensionar per transmetre pressions al terreny no superiors a les que s'indiquen:

(Llosa)

Dimensions del fonament	Càrrega vertical admissible bruta de servei (q_e) kg/cm ²
7,28 x 11,18 m	0,44

Coefficient de rigidesa (coeficient de balast) per a placa quadrada de 30 cm de costat, K_{30}
= 1,77 kg/cm³

Amb les càrregues calculades es preveuen, teòricament i per a les dimensions considerades, assentaments de fins a uns 2,51 cm.

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

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

	ELEMENTS DE FORMIGÓ ARMAT				
	TOTA L'OBRA	FONAMENTACIÓ	SUPORTS (COMPRIMITS)	FORJATS (FLECTATS)	ALTRES
RESISTÈNCIA CARACTERÍSTICA ALS 28 DIES: F_{CK} (NMM ²)	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	20	10	20
TIPUS D'AMBIENT (AGRESSIVITAT)		IIIA	IIIA	IIIA	
CONSISTÈNCIA DEL FORMIGÓ		TOVA	TOVA	TOVA	TOVA
ASSENTAMENT CON D'ABRAMS (CM)		6 A 9	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

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

2.1.3 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} (NMM ²)	443.49				

2.1.4 ACER EN MALLATS

	TOTA L'OBRA	FONAMENTACIÓ	COMPRIMITS	FLECTATS	UNS ALTRES
DESIGNACIÓ	B-500-T				
LÍMIT ELÀSTIC (NMM ²)	500				

2.1.5

2.1.6 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				

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

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 dins 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.

Sobre la llosa de fonaments s'aplica una càrrega permanent superficial de 375 Kg/m², corresponent a un paviment de formigó de 15cm de gruix.

3.1.1 PES PROPI

Llosa de formigó 14 cm de gruix (pèrgola)	350
Total	350 Kg/m ²

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 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 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 puntals 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 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 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:

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

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

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

Essent ϕ l'angle de fregament 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'alçada 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 passiva es defineix com la resultant de les empentes unitàries $\gamma'p$, 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 fregament 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'alçada 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 alçada de terres equivalent damunt de la rasant, tenint en compte la densitat del material contingut.

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

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 contempen dins 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.

El valor de sobrecàrrega de neu no es considera concomitant amb l'ús i no es té en compte.

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.

3.2.2 ACCIONS TÈRMiques

No s'han considerat

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

3.3 SOBRECÀRREGA DE VENT

☒ CTE DB SE-AE ☐ NTE

CTE DB SE-AE
Código Técnico de la Edificación.
Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

☒ Acción de viento según X + X - X
☒ Acción de viento según Y + Y - Y

Anchos de banda: Y X Por planta

Zona eólica
☐ A. Velocidad básica: 26 m/s
☐ B. Velocidad básica: 27 m/s
☒ C. Velocidad básica: 29 m/s



Grado de aspereza
☒ I. Borde del mar o de un lago
☐ II. Terreno rural llano sin obstáculos
☐ III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
☐ IV. Zona urbana, industrial o forestal
☐ V. Grandes ciudades, con edificios en altura

S'aplica una velocitat total de 150 Km/h (vegis a la taula 29 m/s i l'augment en ambdues direccions de 1.44).

Pel càlcul de les reaccions dels bàculs s'ha considerat una acció ambdues direccions X i Y de 45 Kg/m, constant a tota l'altura del bàcul (altura en z=14m, desplaçament del nus més alt 1.20m en una direcció).

3.4 ACCIONS ACCIDENTALS

3.4.1 SISME

En la determinació de les accions sísmiques s'ha considerat la 'Normativa de Construcció Sismorresistent: Part General i Edificació', NCSE-02.

Dita normativa, 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.

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

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

D'altra banda, l'acceleració sísmica de càlcul a_c , d'acord amb l'article 2.2 de l'esmentada normativa, 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

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

Per $a \cdot \rho \cdot a_b \leq 0,10 \cdot g$ $S=C/1,25$

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

Per $a \cdot 0,40 \cdot g \leq \rho \cdot a_b$ $S=1,0$

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.

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

TIPUS DE TERRENY		COEFICIENT DEL SÒL C
I	ROCA COMPACTA, SÒL CIMENTAT 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

☒ NCSE-02 ☐ NCSE-94

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

☒ Acción sísmica según X ☒ Acción sísmica según Y

Aceleración básica Coeficiente de contribución (GIRONA) TORROELLA DE MONTGRÍ

Número de modos

Amortiguamiento:

Coeficiente de riesgo

☒ Construcciones de importancia normal

☐ Construcciones de importancia especial

Tipo de suelo

☒ Por tipo de terreno

☐ Especial

Ductilidad

☒ Según norma

☐ Especial

Parte de sobrecarga a considerar

☐ Según norma

☒ Especial

Parte de nieve a considerar

☐ Según norma

☒ Especial

4. COEFICIENTS DE MAJORACIÓ D'ACCIONS

Paral·lelament als coeficients de minoració de resistència, 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, 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).

Coeficients 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	
	EFFECTE FAVORABLE	EFFECTE DESFAVORABLE	EFFECTE FAVORABLE	EFFECTE DESFAVORABLE
PERMANENT	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
PRETENSAT	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$
PERMANENT DE VALOR NO	$\gamma_G^*=1,00$	$\gamma_G^*=1,50$	$\gamma_G^*=1,00$	$\gamma_G^*=1,00$

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

CONSTANT				
VARIABLE	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,50$	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,00$
ACCIDENTAL	-	-	$\gamma_A=1,00$	$\gamma_A=1,00$

COEFICIENTS DE MAJORACIÓ DE CÀRREGUES EN ELEMENTS DE FORMIGÓ ARMAT I PRETESAT. ESTATS LÍMITS DE SERVEI

TIPUS D'ACCIÓ		EFFECTE FAVORABLE	EFFECTE DESFAVORABLE
PERMANENT		$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
PRETESAT	ARMADURA PRETESA	$\gamma_P=0,95$	$\gamma_P=1,05$
	ARMADURA POSTENSAT	$\gamma_P=0,90$	$\gamma_P=1,10$
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

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.

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

TIPUS DE VERIFICACIÓ		SITUACIÓ PERSISTENT O TRANSITÒRIA	
		EFFECTE DESFAVORABLE	EFFECTE 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	1,00
ESTABILITAT		desestabilitzadora	estabilitzadora
	PERMANENT PES PROPI EMPENTA DEL TERRENY PRESSIÓ AIGUA	1.10 1.35 1.05	0.90 0.80 0.95
	VARIABLE	1.50	0

5. HIPÒTESIS DE CàLCUL CONSIDERADES

5.1 FORMIGÓ ARMAT I PRETENSAT

HAN ESTAT CONSIDERADES LES COMBINACIONS QUE TIPIFICA L'EHE, 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

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

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

COMBINACIÓ FREQUENT

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

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:

GK,J	VALOR CARACTERÍSTIC DE LES ACCIONS PERMANENTS
G*K,J	VALOR CARACTERÍSTIC DE LES ACCIONS PERMANENTS DE VALOR NO CONSTANT
PK	VALOR CARACTERÍSTIC DE L'ACCIÓ DEL PRETESAT
QK,1	VALOR CARACTERÍSTIC DE L'ACCIÓ VARIABLE DETERMINANT
Ψ0,I QK,I	VALOR REPRESENTATIU DE COMBINACIÓ DE LES ACCIONS VARIABLES CONCOMITANTS
Ψ1,1 QK,1	VALOR REPRESENTATIU FREQUENT DE L'ACCIÓ VARIABLE DETERMINANT
Ψ2,I QK,I	VALORS REPRESENTATIUS QUASIPERMANENTS 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

5.2 ACER LAMINAT I FÀBRICA

Han estat considerades les combinacions que tipifica la DB-ES, “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:

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

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

Combinació poc probable

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

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

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

On:

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

GK,J	VALOR CARACTERÍSTIC DE LES ACCIONS PERMANENTS
G*K,J	VALOR CARACTERÍSTIC DE LES ACCIONS PERMANENTS DE VALOR NO CONSTANT
QK,1	VALOR CARACTERÍSTIC DE L'ACCIÓ VARIABLE DETERMINANT
Ψ0,I QK,I	VALOR REPRESENTATIU DE COMBINACIÓ DE LES ACCIONS VARIABLES CONCOMITANTS
Ψ1,1 QK,1	VALOR REPRESENTATIU FREQUENT DE L'ACCIÓ VARIABLE DETERMINANT
Ψ2,I QK,I	VALORS REPRESENTATIUS QUASIPERMANENTS 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

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 a la norma EHE i les combinacions d'hipòtesis bàsiques definides en l'art 4º del CTE DB-SE

L'obtenció dels esforços en les diferents hipòtesis simples de l'entramat estructural, es farà 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'obtindran els diagrames envolvents per a cada esforç.

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

6.2 ACER LAMINAT

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 normativa.

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.

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

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 INFORMÀTICS

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, riostres i murs s'han dimensionat amb diverses aplicacions informàtiques (diferents fulles de càlcul elaborades pel projectista...).

7. CRITERIS DE DIMENSIONAT

Assentaments admissibles i límits de deformació

Assentaments 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 assentament 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, per al 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 normativa.

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 dels envans.

En els elements s'estableixen els següents límits:

FLETXES RELATIVES PELS SEGÜENTS ELEMENTS				
TIPUS DE FLETXA	COMBINACIÓ			RESTA DE CASOS
1.-INTEGRITAT DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS (ACTIVA)	CARACTERÍSTICA G+Q			1/300
2.-CONFORT D'USUARIS (INSTANTÀNIA)	CARACTERÍSTICA DE SOBRECÀRREGA Q			1/350
3.-APARENÇA DE L'OBRA (TOTAL)	GAIREBÉ-PERMANENT G+ψ2Q			1/300

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

DESPLAÇAMENTS HORITZONTALS	
LOCAL	TOTAL
DESPLOM RELATIU A L'ALÇADA ENTRE PLANTES: DH1<250	DESPLOM RELATIU A L'ALÇADA TOTAL DE L'EDIFICI: D H1<500

Pel que fa a la resistència al foc, caldrà garantir les especificacions del CTE DB SI.

8. NORMATIVA

8.1 NORMATIVA BàSICA

DB-ES, "Document Bàsic SE Seguretat estructural"

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

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

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

DB-ES-F, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fàbrica"

DB-ES-M, "Document Bàsic SE Seguretat estructural Fusta"

EHE-08, "Instrucció de formigó estructural".

EFHE, "Instrucció per al projecte i l'execució de forjats unidireccionals de formigó estructural realitzats amb elements prefabricats"

N.C.S.R.-02, "Normativa de construcció sismorresistent: Part general i edificació".

8.2 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

EUROCÓDIGO 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".

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

8.3 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

MEMÒRIA DE CàLCUL	REFERÈNCIA: Germanwings
-------------------	-------------------------

9. 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-ES, "Document Bàsic SE Seguretat estructural"

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

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

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

10. 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.

11. ELEMENTS DECORATIUS FIXATS A BÀCULS

En el projecte executiu es preveuen elements decoratius fixats als bàculs. Aquests elements són per mitjà de malla tipus deployé (malla foradada), amb un pas de malla de 70x70 mm, deixant passar el vent i reduint notablement la força del mateix sobre l'element decoratiu. Aquests es situen a diferents alçades i sempre per sota la cota a la qual estaria situada la lluminària del bàcul. El moment que generen aquests elements sobre la base del bàcul s'estimen inferiors al moment que provocaria la lluminària en el supòsit que hi fos col·locada donada la relació $M = F \times d$.