

INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA  
**GRADU AMAIERAKO LANA**

***AUTOMOBILENTZAKO GURPILEN  
BILTEGI BATEN DISEINUA ETA  
KALKULUA***

**3. DOKUMENTUA- ERANSKINAK**

**Ikaslea:** Del Teso, Romero, Pablo

**Zuzendaria:** Laraudogoitia, Alzaga, Juan Esteban

**Ikasturtea:** 2018-2019

**Data:** Bilbo, 2019ko ekainaren 17a

## 3. DOKUMENTUA: ERANSKINAK

### AURKIBIDEA

3.1 KALKULUAK .....	5
3.1.1 HASIERAKO DATUAK .....	5
3.1.2 ESTALKIAREN ITXITURA .....	7
3.1.2.1 BEREZKO PISUA.....	8
3.1.2.2 ERABILERA GAINKARGA.....	8
3.1.2.3 ELURRAREN GAINKARGA.....	10
3.1.2.4 HAIZEAREN GAINKARGA.....	12
3.1.2.5 AKZIOEN KONBINAKETA .....	19
3.1.3 FATXADAREN ITXITURA .....	23
3.1.3.1 BEREZKO PISUA.....	24
3.1.3.2 HAIZEAREN GAINKARGA.....	24
3.1.3.3 AKZIOEN KONBINAKETA .....	29
3.1.4 PETRALEN DIMENTSIONAMENDUA .....	30
3.1.4.1 ESTALKIAREN PETRALEN DIMENTSIONAMENDUA.....	33
3.1.4.2 FATXADAREN PETRALEN DIMENTSIONAMENDUA.....	38
3.1.5 ZUBI GARABIA .....	43
3.1.5.1 ZUBI GARABIAREN SAILKAPENA .....	45
3.1.5.2 HABE GIDARIAREN GAINEKO AKZIOAK.....	48
3.1.5.3 EGOERA POSIBLEAK.....	55
3.1.5.4 HABE GIDARIAREN ETA ERRAILAREN AUKERAKETA.....	55
3.1.6 GOIKO SOLAIRUAREN FORJATUAREN KALKULUA .....	65
3.1.6.1 HASIERAKO DATUAK.....	65
3.1.6.2 FORJATUAREN AUKERAKETA.....	65
3.1.6.3 HABEEN KALKULUA .....	68
3.1.7 ESKAILERA.....	81
3.1.7.1 ESKAILERAREN EZAUGARRIAK .....	81
3.1.7.2 ESKAILERAREN KALKULUA .....	84
3.1.8 EGITURA METALIKOAREN KALKULUA .....	102

3.1.8.1 DIMENTSIONAMENDUA .....	102
3.1.8.1.1 LOTURAK .....	103
3.1.8.1.2 GILBORDURA.....	104
3.1.8.1.3 ALBO GILBORDURA .....	106
3.1.8.1.4 GEZI LIMITEA.....	108
3.1.8.1.5 GAINKARGAK .....	108
3.1.8.2 BARREN DIAGRAMAK .....	121
3.1.8.2.1 PORTIKOEN ZUTABEEN DIAGRAMAK.....	122
3.1.8.2.2 MENSULEN DIAGRAMAK .....	125
3.1.8.2.3 SARETAREN BEHEKO KORDOIAREN DIAGRAMAK .....	128
3.1.8.2.4 SARETAREN GOIKO KORDOIAREN DIAGRAMAK.....	130
3.1.8.2.5 SARETAREN DIAGONALEN DIAGRAMAK.....	134
3.1.8.2.6 GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEEN DIAGRAMAK.....	136
3.1.8.2.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEEN DIAGRAMAK .....	140
3.1.8.2.8 PORTIKO HASTIALEN HABEEN DIAGRAMAK.....	144
3.1.8.2.9 ZUTABETXOEN DIAGRAMAK.....	147
3.1.8.2.10 SAN ANDRES GURUTZETAKO HABEEN DIAGRAMAK.....	151
3.1.8.2.11 SAN ANDRES GURUTZETAKO TIRANTEEN DIAGRAMAK .....	152
3.1.8.3 BARREN EGIAZTAPENAK .....	153
3.1.8.3.1 PORTIKOEN ZUTABEEN EGIAZTAPENA .....	153
3.1.8.3.2 MENSULEN EGIAZTAPENA .....	178
3.1.8.3.3 SARETAREN BEHEKO KORDOIAREN EGIAZTAPENA .....	196
3.1.8.3.4 SARETAREN GOIKO KORDOIAREN EGIAZTAPENA.....	211
3.1.8.3.5 SARETAREN DIAGONALEN EGIAZTAPENA .....	230
3.1.8.3.6 GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEEN EGIAZTAPENA .....	245
3.1.8.3.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEEN EGIAZTAPENA .....	270
3.1.8.3.8 PORTIKO HASTIALEN HABEEN EGIAZTAPENA.....	295
3.1.8.3.9 ZUTABETXOEN EGIAZTAPENA.....	317
3.1.8.3.10 SAN ANDRES GURUTZETAKO HABEEN EGIAZTAPENA.....	339
3.1.8.3.11 SAN ANDRES GURUTZETAKO TIRANTEEN EGIAZTAPENA.....	352
3.1.8.4 LOTUREN EGIAZTAPENAK.....	355
3.1.8.4.1 MENSULA-ZUTABEA.....	355
3.1.8.4.2 PORTIKO HASTIALAREN ZUTABEA-HABEA.....	362

3.1.8.4.3 ZUTABETXOA-PORTIKO HASTIALAREN HABEA .....	370
3.1.8.4.4 ERDIKO ZUTABETXOA-PORTIKO HASTIALAREN HABEA.....	373
3.1.8.4.5 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-PORTIKO ZUTABEA .....	380
3.1.8.4.6 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-ZUTABETXOA .....	385
3.1.8.4.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEA.....	390
3.1.8.4.8 SARETAREN GOIKO KORDOIA-DIAGONALA .....	397
3.1.8.4.9 SARETAREN BEHEKO KORDOIA-DIAGONALA.....	401
3.1.8.4.10 ARRIOSTRAMENDU HABEA-ZUTABEA .....	405
3.1.8.4.11 ALBOETAKO ARRIOSTRAMENDU TIRANTEAK .....	409
3.1.8.4.12 GOIKO ARRIOSTRAMENDU TIRANTEAK.....	411
3.1.8.4.13 SARETAREN KORDOIAK-PORTIKOEN ZUTABEAK .....	413
3.1.9 ZIMENTAZIOA.....	419
3.1.9.1 AINGURAKETA PLAKAK.....	419
3.1.9.1.1 TALDEKATZEA.....	420
3.1.9.1.2 AINGURAKETA PLAKEN EGIAZTAPENAK .....	421
3.1.9.1.2.1 AINGURAKETA PLAKEN 1. TALDEA.....	422
3.1.9.1.2.2 AINGURAKETA PLAKEN 2. TALDEA.....	426
3.1.9.1.2.3 AINGURAKETA PLAKEN 3. TALDEA.....	431
3.1.9.1.2.4 AINGURAKETA PLAKEN 4. TALDEA.....	435
3.1.9.1.2.5 AINGURAKETA PLAKEN 5. TALDEA.....	439
3.1.9.1.2.6 AINGURAKETA PLAKEN 6. TALDEA.....	443
3.1.9.2 ZAPATAK .....	447
3.1.9.2.1 ZAPATEN EGIAZTAPENAK.....	447
3.1.9.2.1.1 ZAPATEN 1. TALDEA .....	448
3.1.9.2.1.2 ZAPATEN 2. TALDEA .....	452
3.1.9.2.1.3 ZAPATEN 3. TALDEA .....	456
3.1.9.2.1.4 ZAPATEN 4. TALDEA .....	460
3.1.9.2.1.5 ZAPATEN 5. TALDEA .....	464
3.1.9.2.1.6 ZAPATEN 6. TALDEA .....	468
3.1.9.3 LOTURA HABEAK.....	471
3.1.9.3.1 LOTURA HABEEN EGIAZTAPENAK.....	471
3.1.10 UREN EBAKUAZIOA .....	473
3.1.10.1 HONDAKIN-UREN EBAKUAZIOA .....	473



---

3.1.10.1.1 ISURBIDE KOPURUA.....	474
3.1.10.1.2 BILTEGIRATZE ADARRAK .....	475
3.1.10.1.3 HONDAKIN-UREN ZORROTENA .....	476
3.1.10.1.4 HONDAKIN-UREN BILTZAILE HORIZONTALAK .....	477
3.1.10.1.5 HONDAKIN-UREN ARKETA.....	478
3.1.10.2 EURI-UREN EBAKUAZIOA.....	478
3.1.10.2.1 ESTOLDA-ZULOAK .....	479
3.1.10.2.2 KANALOIAK .....	480
3.1.10.2.3 EURI-UREN ZORROTENAK.....	481
3.1.10.2.4 EURI-UREN BILTZAILEAK .....	482
3.1.10.2.5 EURI-UREN ARKETA.....	482
3.1.11 ERABILITAKO BALIABIDEAK .....	483
3.1.11.1 BIBLIOGRAFIA .....	483
3.1.11.2 PROGRAMAK .....	483
3.1.11.3 KATALOGOAK ETA PRONTUARIOAK.....	483
3.1.11.4 WEB-ORRIALDEAK .....	484

### 3.1 KALKULUAK

#### 3.1.1 HASIERAKO DATUAK

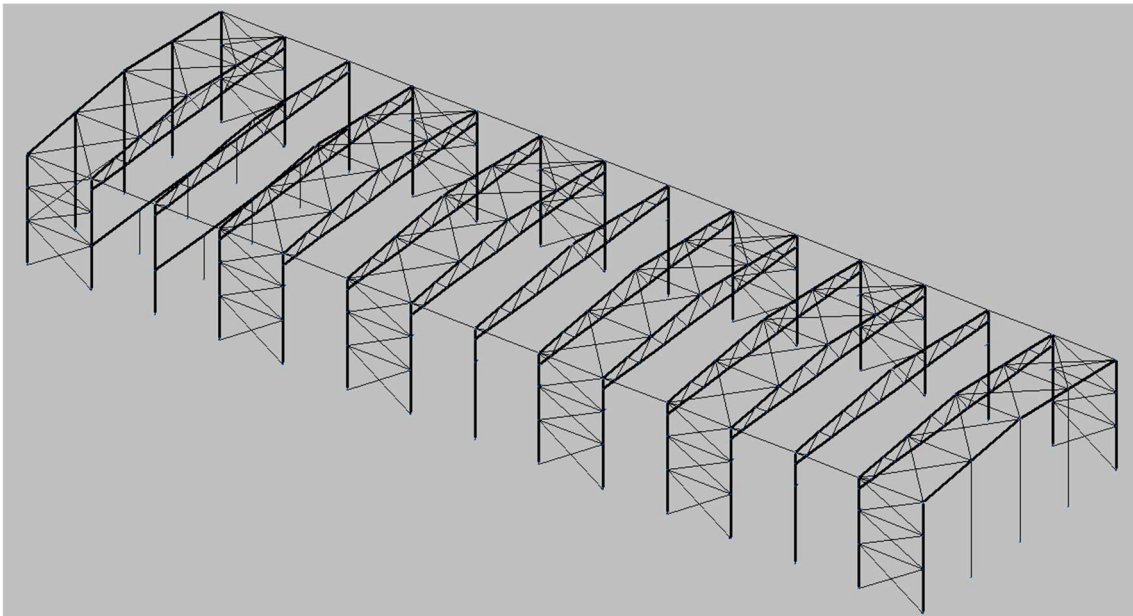
Egitura 25 m-tako argia eta 11,09 m-tako altuera maximoa dituzten 13 sareta bidezko portikoz eta 2 sekzio konstanteko portikoz osatuta egongo da, bienpotratuak izango dira eta haien artean 6 m-tako distantzia egongo da, beraz oinplanoaren luzera 84 m-takoa izango da. Oinplanoaren azalera 2100 m<sup>2</sup>-takoa izango da. Bi isurketara eraikiko da simetrikoki, 5°-tako inklinazioarekin.

Portiko hastialetan, hau da, 1. eta 15. portikoetan, zutabeen eta habeen arteko lotura landatua izango da. Gainerako portikoetan aldiz, sareten eta zutabeen arteko lotura giltzatua izango da.

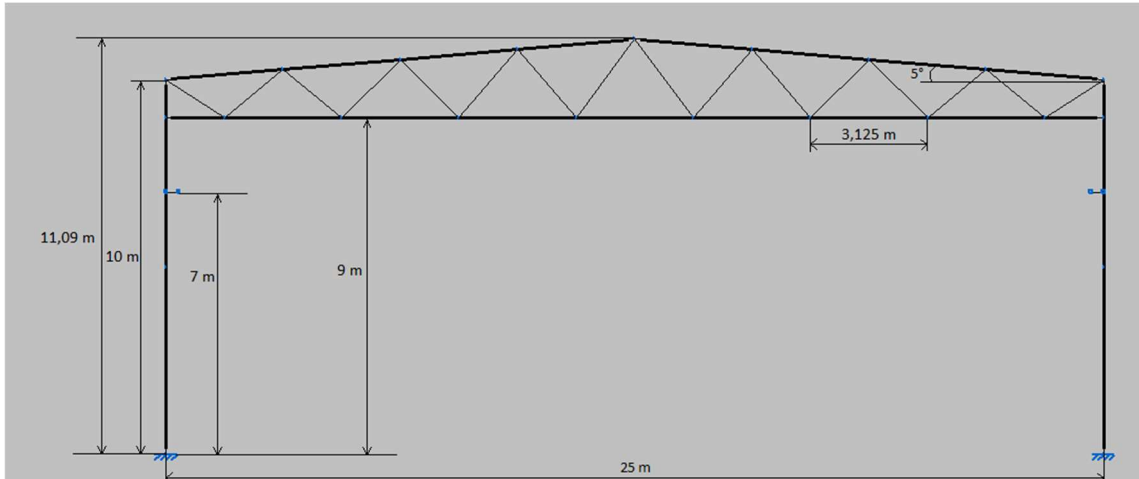
Egiturak bigarren solairu bat izango du 4 m-tako altueran, 300 m<sup>2</sup>-tako gainazalarekin. 13. eta 15. portikoen arteko tarte osoan kokatuko da. Lotura guztiak landatuak izango dira.

Dilatazio junta bi egongo dira, lehenengoa 6. eta 7. portikoen artean, eta bigarrena 11. eta 12. portikoen artean. Dilatazio junta hauekin 24 m-tako tarte jarraituak sortzen dira. Hortaz, **CTE DB SE-AE dokumentuaren** 3.4.1 puntuaren arabera, ez dira akzio termikoak kontuan hartu behar.

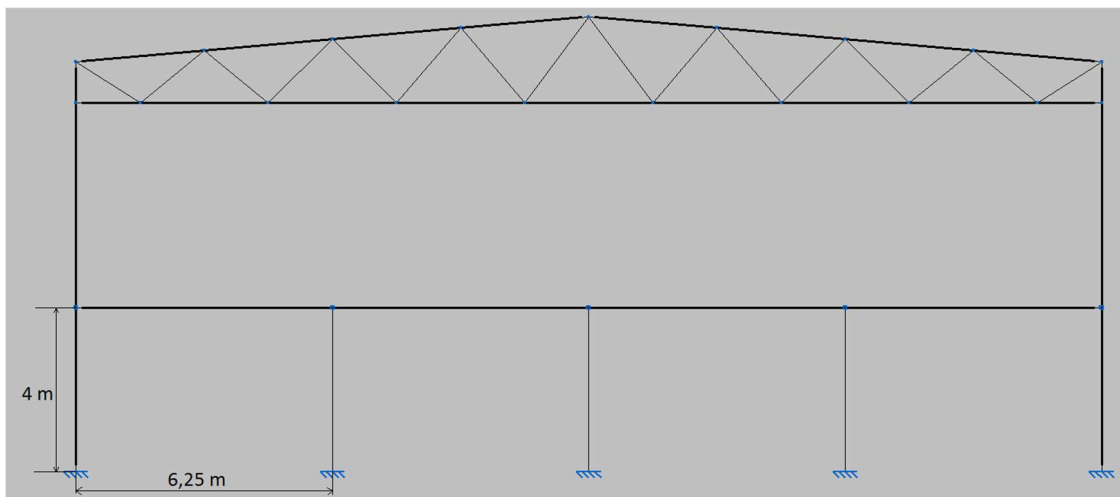
Azkenik, 60 m-tako ibilbidea eta 25 m-tako zabalera edukiko duen zubi garabia kokatuko da 7 m-tako altueran, 2. eta 11. portikoen artean dabilena.



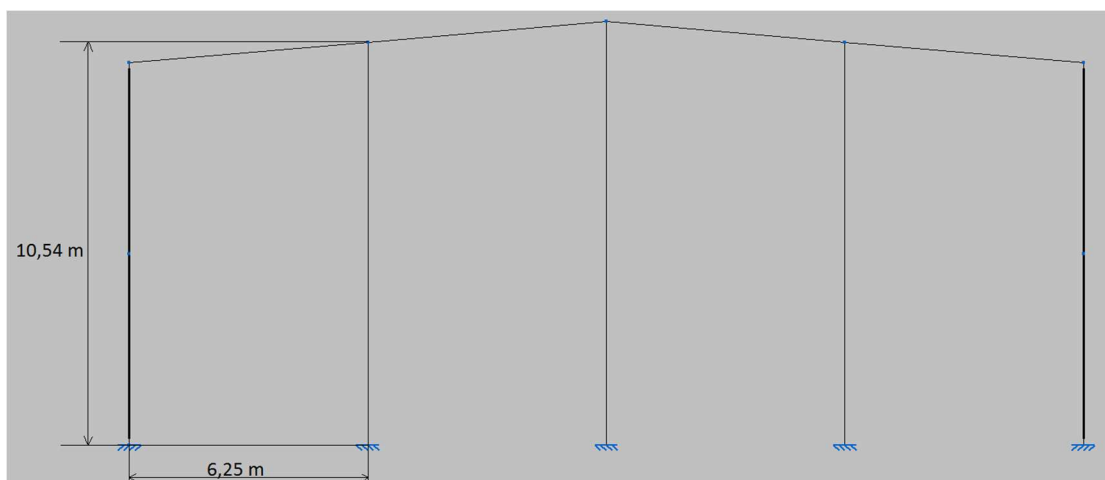
1.irudia: Egituraren bista orokorra



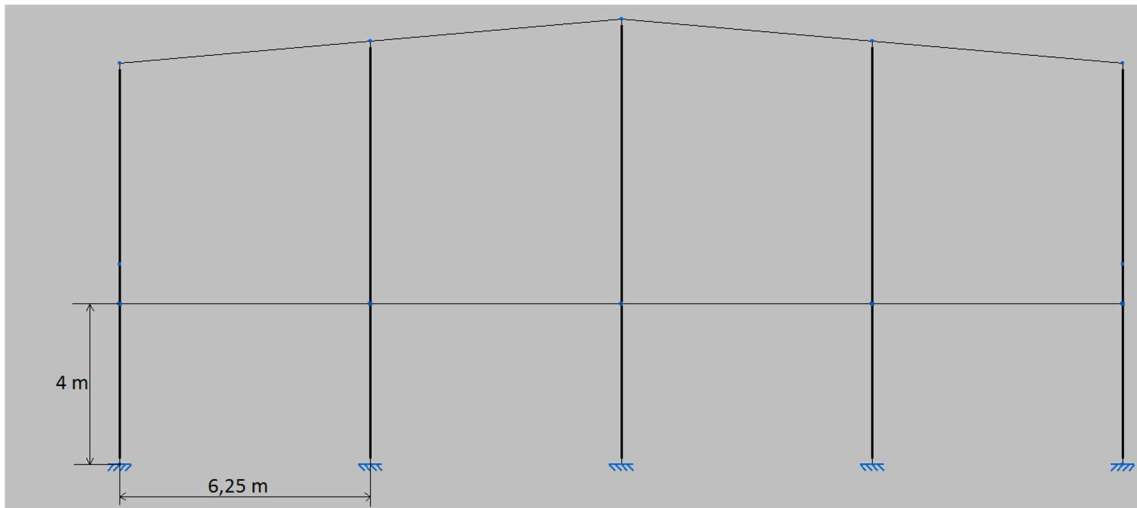
2.irudia: 2-12 portikoak



3.irudia: 13. eta 14. portikoak



4.irudia: 1. portikoa

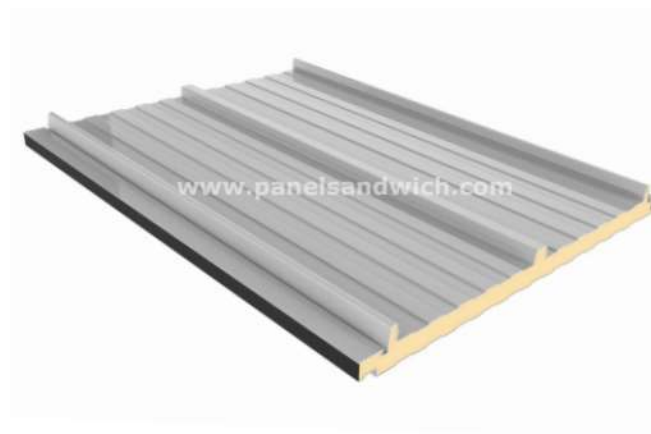


5.irudia: 15. Portikoa

### 3.1.2 ESTALKIAREN ITXITURA

Estalkian “Grupo Panel Sandwich” enpresaren “Panel Sandwich Tapajuntas” erabiliko da itxitura bezala. Modelo hau aukeratu da beharrezkoak diren baldintzak betetzen dituelako.

Itxituraren luzera maximoa 17 m-takoa izan ahal da eta %5-eko ( $2,86^\circ$ ) inklinazio minimoa ahalbidetzen du. Bere barnean injektatutako  $40 \text{ kg/m}^3$ -ko dentsitatea daukan poliuretanoaren bitartez isolamendu termiko eta akustiko handia lortzen da.



6.irudia: Panel Sandwich Tapajuntas

Hurrengoko ezaugarri teknikoak ditu:

1. taula: Estalkiaren itxituraren ezaugarri teknikoak

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL (Chapas de acero interior y exterior de 0.50mm/0.40mm de espesor nominal)								
Espesor del panel (mm):		30	40	50	60	80	100	120
Peso del panel (kg/m2):		9.30	9.70	10.10	10.50	11.30	12.10	12.80
Transmitancia t�rmica (U)	Kcal/m <sup>2</sup> h�C	0.56	0.43	0.35	0.29	0.22	0.18	0.15
	Watt/m <sup>2</sup> �C	0.65	0.50	0.41	0.34	0.26	0.21	0.17

Estalkiaren itxitura 40 mm-tako lodiera izango du. Beraz, igarotze termikoa 0,43 Kcal/m<sup>2</sup>h C edo 0,5 W/m<sup>2</sup> C-takoa izango da.

### 3.1.2.1 BEREZKO PISUA

Itxituraren pisua 40 mm-tako lodiera aukeratuta, 9,7 kg/m<sup>2</sup>-koa izango da. Indar guztiak deskonposatuko dira, estalkiari dagokionez norabide perpendikularrean eta paraleloan. Erabilitako unitatea kN/m<sup>2</sup> izango da.

$$q_{pp} = 9,7 \frac{kg}{m^2} = 0,0951 \frac{kN}{m^2}$$

Deskonposatuz:

$$q_{PP\perp} = 0,0951 \frac{kN}{m^2} \cdot \cos 5^\circ = 0,0947 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{PP//} = 0,0951 \frac{kN}{m^2} \cdot \sin 5^\circ = 0,0083 \frac{kN}{m^2}$$

### 3.1.2.2 ERABILERA GAINKARGA

Erabilera gainkarga eraikinaren erabileraren, estalkiaren pisuaren eta inklinazio angeluaren araberakoa izango da. Estalkira igotzea soilik konponketa lanak egiteko ahalbidetuko da, horretaz aparte estalki arina izango da. Erabilitako unitatea kN/m<sup>2</sup> izango da. **CTE DB SE-AE dokumentuaren 3.1 taularen (2. taula) bitartez erabilera gainkarga jakin ahal da.**

2. taula: Erabilera gainkargaren balore karakteristikoak

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> (5)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

(7) azpiindizearen arabera, erabilera gainkarga ez da konkomitantea gainontzeko akzio aldakorrek.

(4) azpiindizeari dagokionez, 0,4 kN/m<sup>2</sup>-ko balioa proiektzio horizontalari dagokio, beraz estalkiaren inklinaziora moldatu behar da.

$$q_U = 0,4 \frac{kN}{m^2} \cdot \cos 5^\circ = 0,3985 \frac{kN}{m^2}$$

Erabilera gainkarga estalkiari perpendikular eta paralelo norabideetan deskonposatzen da:

$$q_{U\perp} = 0,3985 \frac{kN}{m^2} \cdot \cos 5^\circ = 0,3969 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{U//} = 0,3985 \frac{kN}{m^2} \cdot \sin 5^\circ = 0,0347 \frac{kN}{m^2}$$

### 3.1.2.3 ELURRAREN GAINKARGA

Elurraren gainkarga gune geografikoaren, altitudearen eta estalkiaren arabera aldatuko da. Erabilitako unitatea  $\text{kN/m}^2$  izango da.

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

- **Estalkiaren formaren koefizientea ( $\mu$ ):**

Estalkian elurrak ez du oztoporik aurkituko. Inklinazio angelua  $30^\circ$  baino txikiagoa ( $5^\circ$ ) izango da. Beraz, forma koefizientearen balioa 1 izango da.

$$\mu = 1$$

- **Elurraren karga lursail horizontalaren gain ( $s_k$ ):**

Balioa gune geografikoaren eta altitudearen arabera izango da. **CTE DB SE-AE dokumentuaren E.2 irudia (7. irudia) eta E.2 taula (3. taula) erabiliko dira balioak zehazteko.**



7.irudia: Gune klimatikoak neguan

3. taula: Elurraren karga lursail horizontalaren gain

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Basauri lehenengo gunean (zona 1) kokatuta dago eta 58 m-tako altitudea dauka. Interpolazioaren bitartez  $s_k$ -ren balioa lortu ahal da.

$$\frac{58 - 0}{200 - 0} = \frac{s_k - 0,3}{0,5 - 0,3} \rightarrow s_k = 0,358 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0,358 \frac{kN}{m^2} = 0,358 \frac{kN}{m^2}$$

0,358 kN/m<sup>2</sup>-ko balioa proiektzio horizontalari dagokio, beraz estalkiaren inklinaziora moldatu behar da.

$$q_n = 0,358 \frac{kN}{m^2} \cdot \cos 5^\circ = 0,3566 \frac{kN}{m^2}$$

Erabilera gainkarga estalkiari perpendikular eta paralelo norabideetan deskonposatzen da:

$$q_{n\perp} = 0,3566 \frac{kN}{m^2} \cdot \cos 5^\circ = 0,3552 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{n//} = 0,3566 \frac{kN}{m^2} \cdot \sin 5^\circ = 0,0311 \frac{kN}{m^2}$$



### 3.1.2.4 HAIZEAREN GAINKARGA

Haizearen gainkarga kokapen geografikoaren, ingurunearen laztasun graduaren eta egituraren dimentsioen arabera izango da. Haizearen gainkargaren norabidea estalkiarekiko perpendikularrean izango da, beraz ez da deskonposaketarik egin behar. Erabilitako unitatea  $\text{kN/m}^2$  izango da.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

- Haizearen presio dinamikoa ( $q_b$ ):

Balioa kokapen geografikoaren arabera da.



8.irudia: Haizearen oinarritzko abiaduraren mapa

8. irudiaren arabera Basauri C gunean (Zona C) kokatuta dago, non haizearen abiadura orokorra 29 m/s-takoa da. **CTE DB SE-AE dokumentuaren** arabera, haizearen presio dinamikoaren balioa  $52 \text{ kN/m}^2$ -koa da C gunean.

- **Esposizio koefizientea ( $C_e$ ):**

Egituraren altuerarekin eta ingurunearen laztasunarekin definitzen da. Kontuan hartzen ditu lurrazalaren erliebearen eta topografiaren ondorioz emandako turbulentzien efektuak.

4. taula: Esposizio koefizientearen balioak

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Egitura gune industrial batean kokatuta dago, eta bere altuera 11,09 m-takoa da. **CTE DB SE-AE dokumentuaren** 3.4 taula (4. taula) jarraituz, laztasun gradua IV da eta esposizio koefizientearen balioa 1,7 eta 1,9-ren artean egongo da, interpolatuz balio zehatza lortzen da.

$$\frac{11,09 - 9}{12 - 9} = \frac{C_e - 1,7}{1,9 - 1,7} \rightarrow C_e = 1,8393$$

- **Presio koefizientea ( $C_p$ ):**

Egituraren formaren eta haizearekiko orientazioaren araberakoa izango da, egituraren gune ezberdinak presio koefiziente ezberdinak izango dituzte. Balore positiboak gunea presiopean dagoela esan nahi dute, balio negatiboak aldiz, xurgapena ematen dela.



9.irudia: Haizeak gauzatutako presioak egitura batetan

➤ **Barne presio koefizientea ( $C_{pi}$ ):**

Egitura hutsune handiak baditu, kanpo presioaz aparte ere barne presioak jasango ditu. Barne presio koefizientea berdina izango da egituraren gune guztietan.

Egituran hutsune nagusi bat badago, barne haizearen gainkargaren esposizio koefizientea kalkulatzeko, altuera, hutsunearen erdia izango da. Hutsune bat nagusizat hartzen da bere azalera gainontzeko hutsuneen batuketaren azalera baino hamar aldiz handiagoa bada.

Egituraren hutsune nagusia aurreko aldetik dago, 5 m-tako zabalera eta 5 m-tako altuerarekin. 4. taularen arabera, barne haizearen gainkargaren esposizio koefizientea 1,3 balioa izango du.

5. taula: Barne presio koefizienteak

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
$\geq 4$	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

Barne presio koefizientea **CTE DB SE-AE dokumentuaren 3.6** taularen (5. taula) arabera, egituraren lerdentasunaren eta xurgapenean dauden hutsuneen azalera eta hutsune guztien azalera totalaren arteko erlazioaren arabera izango da. Egituraren lerdentasuna, bere altuera maximoaren eta haizearen norabidean daukan sakoneraren arteko erlazioa da.

Lau egoera eman ahal dira, haizea egiturarekiko izan ahal dituen norantza ezberdinak kontuan hartuz (aurretik, atzetik, ezkerretik eta eskumatik). Egitura simetrikoa denez, haizearen efektua berdina izango da ezkerretik zein eskumatik, beraz hiru egoera aztertuko dira. Egoera bakoitza, barne presio koefiziente ezberdin bat izango du.

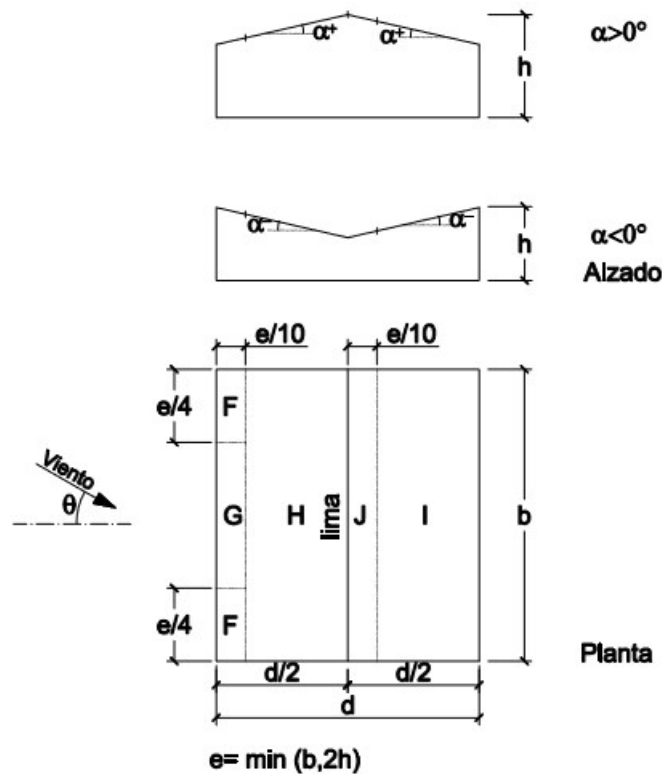
6. taula: Barne presio koefizienteen balioak

EGOERA	Lerdentasuna	Azalaren arteko erlazioa	Barne presio koef. ( $C_{pi}$ )
1. egoera (aurretik)	$11,09/84 \leq 1$	0	+0,7
2. egoera (atzetik)	$11,09/84 \leq 1$	1	-0,5
3. egoera (alboetatik)	$11,09/25 \leq 1$	1	-0,5

➤ **Kanpo presio koefizientea ( $C_{pe}$ ):**

Estalkiaren gune ezberdinak presio koefiziente ezberdinak izango dituzte, koefizientea ere egituraren dimentsioen eta haizearen orientazioaren arabera izango da. Bi egoera bereiziko dira, alde batetik haizea alboetatik (eskumatik edo ezkerretik) jotzen duenean, hau da,  $0^\circ$ -tara dagoenean, eta bestetik haizea aurretik edo atzetik jotzen duenean, hau da,  $90^\circ$ -tara dagoenean.

Egitura bi uretara dago diseinatuta simetrikoki  $5^\circ$ -tako maldarekin, horretaz aparte azalera  $10 \text{ m}^2$  baino handiago da. Aurreko datuekin 7. eta 9. taulen bitartez kanpo presio koefizienteak lortuko dira.



10.irudia: Kanpo presio koefizienteen gune ezberdinak

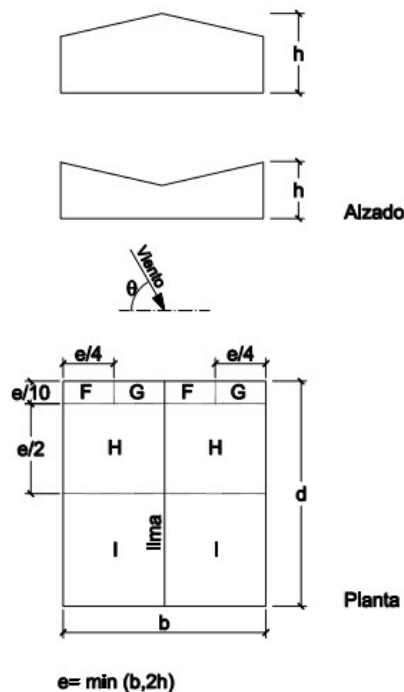
7. taula: Kanpo presio koefizienteak

Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
15°	≥ 10	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0

8. taula: Haizea 0°-tara kanpo presio koefizienteak

**KANPO PRESIO KOEFIZIENTEAK 0°-TARA**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,7	0
G	-1,2	0
H	-0,6	0
I	-0,6	0
J	-0,6	+0,2



11.irudia: Kanpo presio koefizienteen gune ezberdinak

9. taula: Kanpo presio koefizienteak

Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5

10. taula: Haizea 90°-tara kanpo presio koefizienteak

**KANPO PRESIO KOEFIZIENTEAK 90°-TARA**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,6	0
G	-1,3	0
H	-0,7	0
I	-0,6	0

Beharrezkoak diren datu guztiak jakinda, haizearen gainkargaren balioak kalkulatu ahal dira.

Lehenengo eta behin haizearen barne gainkarga kalkulatu da:

$$q_{ei} = q_b \cdot C_e \cdot C_{pi}$$

11. taula: Haizearen barne gainkarga (kN/m<sup>2</sup>)

**BARNE GAINKARGA (kN/m<sup>2</sup>)**

EGOERA	XURGAPENA	PRESIOA
1. egoera (aurretik)	0	+0,4732
2. egoera (atzetik)	-0,338	0
3. egoera (alboetatik)	-0,338	0

Haizearen barne gainkarga kalkulatu ondoren, haizearen kanpo gainkarga kalkulatu da, lehenengo haizea 0°-tara dagoenean eta gero 90°-tara.

$$q_{ee} = q_b \cdot C_e \cdot C_{pe}$$

12. taula: Haizearen kanpo gainkarga 0°-tara (kN/m<sup>2</sup>)

**KANPO GAINKARGA 0°-TARA (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,6259	0
G	-1,1477	0
H	-0,5738	0
I	-0,5738	0
J	-0,5738	+0,1913

13. taula: Haizearen kanpo gainkarga 90°-tara (kN/m<sup>2</sup>)

**KANPO GAINKARGA 90°-TARA (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,5303	0
G	-1,2434	0
H	-0,6695	0
I	-0,5738	0

Haizearen gainkarga erresultantea lortzeko, barne eta kanpo gainkargen efektuak batu beharko dira, hau da, kanpoan eta barnean egoera berdina ematen bada, xurgapena edo presioa, balioen arteko kenketa emango da, eta alderantziz, egoera ezberdinak ematen badira balioak batuko dira. Horretarako hurrengo ekuazioa erabiltzen da:

$$q_e = q_{ee} - q_{ei}$$

Erresultantearen kalkuluan hiru egoera bereiziko dira, haizearen barne gainkargan erabilitako berdina. Lehenengo eta bigarren egoeratan haizea 90°-tara dago, eta hirugarrenean 0°-tara.

14. taula: 1.egoera haizearen gainkarga

**1. egoera: Haizea aurretik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-2,0035	0
G	-1,7166	0
H	-1,1427	0
I	-1,047	0

15. taula: 2.egoera haizearen gainkarga

**2. egoera: Haizea atzetik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,1923	0
G	-0,9054	0
H	-0,3315	0
I	-0,2358	0

16. taula: 3.egoera haizearen gainkarga

**3. egoera: Haizea alboetatik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
F	-1,2879	0
G	-0,8097	0
H	-0,2358	0
I	-0,2358	0
J	-0,2358	+0,5293

Hiru egoerak aztertu eta gero haize gainkarga kritikoenak hurrengokoak izango dira:

$$q_{vs} = -2,0035 \frac{kN}{m^2} \quad (\text{xurgapenean})$$

$$q_{vp} = +0,5293 \frac{kN}{m^2} \quad (\text{presioan})$$

### 3.1.2.5 AKZIOEN KONBINAKETA

Estalkiaren gain efektua daukaten akzioak kalkulatu eta gero, hauen konbinaketak egin behar dira, hipotesi ezberdinak aztertuz, errealitatean gauzatu ahal diren egoerak simulatzeko. Erabili beharko diren konbinaketak **CTE SE dokumentuan** dauden irizpideen arabera zehaztuko dira.

Akzioen ezaugarrien arabera konbinaketak zehazterako orduan hiru akzio ezberdin erabili ahal dira:

1. Akzioak iraunkorrak edo aldakorrak direnean:

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



Adierazitako konbinaketaren bitartez adierazten da, akzio iraunkorra ( $\gamma_G \cdot G_k$ ) aurreatezatua barne ( $\gamma_P \cdot P$ ), akzio aldakor bat ( $\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$ ) eta gainontzeko akzio aldakorak ( $\gamma_Q \cdot \Psi_0 \cdot Q_k$ ).

2. Ezohizko akzioak direnean:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Adierazitako konbinaketaren bitartez adierazten da, akzio iraunkorra ( $\gamma_G \cdot G_k$ ) aurreatezatua barne ( $\gamma_P \cdot P$ ), ustekabeko akzioa ( $A_d$ ), akzio aldakor bat ( $\gamma_Q \cdot \Psi_1 \cdot Q_k$ ) eta gainontzeko akzio aldakorak ( $\gamma_Q \cdot \Psi_2 \cdot Q_k$ ).

3. Ustekabeko akzioa akzio sismiko bat denean:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Adierazitako konbinaketaren bitartez adierazten da, akzio iraunkorra ( $G_k$ ) aurreatezatua barne ( $P$ ), ustekabeko akzioa ( $A_d$ ) eta akzio aldakorak ( $\Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ ).

Egituraren diseinurako kalkulatu diren akzioak berezko pisua, erabilera, elurra eta haizearen gaitzargak dira, horren arabera lehenengo konbinaketa mota erabiliko da. Horren arabera hurrengoko konbinaketak sortuko dira (3.1.2.2 puntuan adierazi den bezala, erabilera gaitzarga ez da gainontzekoekin konkomitantea):

- 1)  $\gamma_G \cdot q_{pp}$
- 2)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u$
- 3)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n$
- 4)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp}$
- 5)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$
- 6)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_{vp} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vp}$
- 7)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_{vs} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vs}$
- 8)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$
- 9)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$

Seguritate koefiziente partzialak ( $\gamma$ ) CTE DB SE dokumentuaren 4.1 taularen (17. taula) bitartez lortuko dira. Akzio motaren arabera balioak aldatuko dira. Berezko pisuaren akzioa 1,35-eko seguritate koefiziente partziala izango du aurkako egoera bat sortzen bada, eta 0,8-koa aldeko egoera bada. Erabileraren, elurraren eta haizearen akzioak, aldiz, 1,5-eko seguritate koefiziente partziala izango dute aurkako egoera bat sortzen badute, eta 0-koa aldeko egoera sortzen bada.

17. taula: Seguritate koefiziente partzialak ( $\gamma$ )

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Aldiberekotasun koefizienteak soilik erabiliko dira akzio aldakor bat baino gehiago agertzen bada konbinaketan, hau da, elurra eta haizea agertzen direnean, erabilera 3.1.2.2 puntuan adierazi den bezala, ez da konkomitantea gainontzeko akzioekin. CTE DB SE dokumentuaren 4.2 taularen (18. taula) bitartez lortuko dira aldiberekotasun koefizienteak.

18. taula: Aldiberekotasun koefizienteak( $\Psi$ )

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes $\leq$ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Seguritate koefiziente partzialak eta aldiberekotasun koefizienteak jakinda, konbinaketa kritikoenak aukeratuko dira estalkiaren egiaztapena gauzatzeko.

$$2) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u$$

$$\perp \rightarrow 1,35 \cdot 0,0947 + 1,5 \cdot 0,3969 = 0,7232 \frac{kN}{m^2}$$

$$// \rightarrow 1,35 \cdot 0,0083 + 1,5 \cdot 0,0347 = 0,0632 \frac{kN}{m^2}$$

$$5) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$$

$$\perp \rightarrow 0,8 \cdot 0,0947 + 1,5 \cdot (-2,0035) = -2,9295 \frac{kN}{m^2}$$

$$// \rightarrow 0,8 \cdot 0,0083 = 0,0066 \frac{kN}{m^2}$$

$$6) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_{vp} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vp}$$

$$\perp \rightarrow 1,35 \cdot 0,0947 + 1,5 \cdot 0,3552 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,5293 = 1,137 \frac{kN}{m^2}$$

$$// \rightarrow 1,35 \cdot 0,0083 + 1,5 \cdot 0,0311 = 0,0578 \frac{kN}{m^2}$$

$$8) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$$

$$\perp \rightarrow 1,35 \cdot 0,0947 + 1,5 \cdot 0,5293 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,3552 = 1,1882 \frac{kN}{m^2}$$

$$// \rightarrow 1,35 \cdot 0,0083 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,0311 = 0,0345 \frac{kN}{m^2}$$

Emaitzak aztertuz argi ikusten da konbinaketa kritikoenak haizea xurgatzen dagoenean dela, 5) konbinaketa, 2,9295 kN/m<sup>2</sup>-ko balioarekin. Konbinaketa horrekin estalkiaren egiaztapena egingo da.

19. taula: Karga limiteak ( $\text{kg/m}^2$ ) petralen arteko distantziaren arabera (cm)

ESQUEMA ESTÁ ICO – CUATRO APOYOS – Distancia entre apoyos en cm.													
Espeor del panel (mm)	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500
30	409	354	313	277	252	209	177	147	128	110	96	–	–
40	–	390	347	310	278	251	225	195	169	146	127	95	–
50	–	–	384	346	311	289	263	241	211	180	161	124	98
60	–	–	–	383	347	319	295	274	251	224	198	151	131
80	–	–	–	–	423	386	358	330	313	289	272	213	157

Aukeratutako panelak 40 mm-tako lodiera dauka, 19. taularen arabera petralen artean 2,25 m-tako distantzia badago, jasan ahal duen karga maximoa  $310 \text{ kg/m}^2$  ( $3,0411 \text{ kN/m}^2$ ) dira.

Kalkulatutako balioak konparatuz,  $3,0411 \text{ kN/m}^2 > 2,9295 \text{ kN/m}^2$ , ondorioztatu daiteke panela **onargarria** dela.

### 3.1.3 FATXADAREN ITXITURA

Fatxadan “Grupo Panel Sandwich” enpresaren “Panel Fachada Vista” erabiliko da itxitura bezala. Modelo hau aukeratu da beharrezkoak diren baldintzak betetzen dituelako.

Altzairu galbanizatuzko bi xaflen bitartez osatuta dago. Barnean goi dentsitatezko,  $40 \text{ kg/m}^3$ , poliuretano injektatuaz osatuta dago. Mihizadura tradizionalaren bitartez lotzen da, ur iragazketak eragotziz.



12.irudia: Panel Fachada Vista

Hurrengoko ezaugarri teknikoak ditu:

20. taula: Fatxadaren itxituraren ezaugarri teknikoak

Espesor del panel (mm)	Transmitancia Térmica (U) W/m <sup>2</sup> ·K	Peso del panel Acero/Acero (Kg/m <sup>2</sup> )
30	0.658	8.75
40	0.500	9.15
50	0.409	9.55
60	0.344	9.95
80	0.261	10.75
100	0.210	11.55
120	0.176	12.35

Fatxadaren itxitura 60 mm-tako lodiera izango du. Beraz, igarotze termikoa 0,344 W/m<sup>2</sup>·K-ekoa izango da.

### 3.1.3.1 BEREZKO PISUA

Itxituraren pisua, 60 mm-tako lodiera aukeratuta, 9,95 kg/m<sup>2</sup>-koa izango da. Indarraren norabidea itxiturari paraleloa da. Erabilitako unitatea kN/m<sup>2</sup> izango da.

$$q_{pp} = 9,95 \frac{kg}{m^2} = 0,0976 \frac{kN}{m^2}$$

### 3.1.3.2 HAIZEAREN GAINKARGA

Haizearen gainkarga kokapen geografikoaren, ingurunearen laztasun graduaren eta egituraren dimentsioaren araberakoa izango da. Haizearen gainkargaren norabidea itxiturari perpendikularrean izango da. Erabilitako unitatea kN/m<sup>2</sup> izango da.

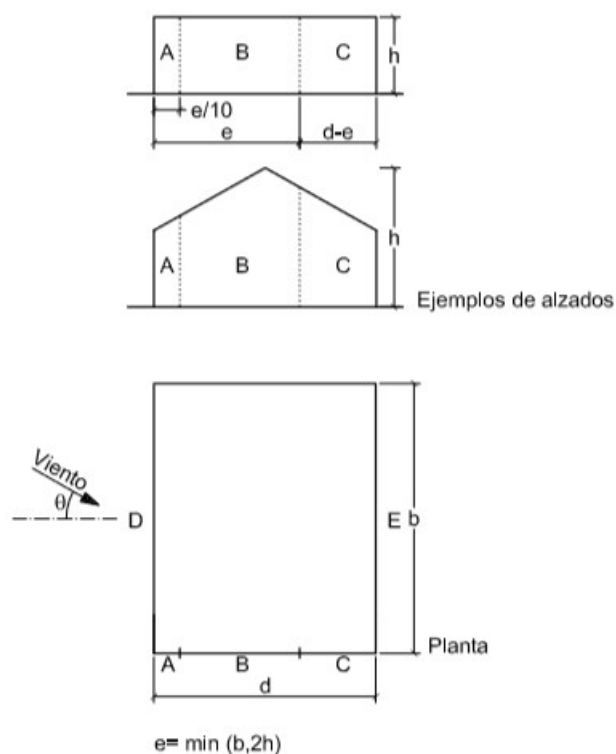
$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Haizearen presio dinamikoaren ( $q_b$ ), esposizio koefizientearen ( $C_e$ ) eta barne presio koefizientearen ( $C_{pi}$ ) balioak 3.1.2.4 puntuan kalkulatuak izango dira.

➤ **Kanpo presio koefizientea ( $C_{pe}$ ):**

Bi egoera bereiziko dira, alde batetik haizea alboetatik (eskumatik edo ezkerretik) jotzen duenean, hau da,  $0^\circ$ -tara dagoenean, eta bestetik haizea aurretik edo atzetik jotzen duenean, hau da,  $90^\circ$ -tara dagoenean.

Egitura bi uretara dago diseinatuta simetrikoki  $5^\circ$ -tako maldarekin, horretaz aparte azalera  $10 \text{ m}^2$  baino handiago da. Haizea  $0^\circ$ -tara dagoenean  $h/d$  erlazioaren balioa 0,44 izango da, eta haizea  $90^\circ$ -tara dagoenean 0,132. Aurreko datuekin 21. taularen bitartez kanpo presio koefizienteak lortuko dira.



13.irudia: Kanpo presio koefizientearen gun eizerdinak

21. taula: Kanpo presio koefizienteak

A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Haizea 0°-tara dagoenean, D eta E guneen balioak lortzeko interpolatu beharko da:

$$\frac{0,44 - 1}{0,25 - 1} = \frac{D - 0,8}{0,7 - 0,8} \rightarrow D = 0,7253$$

$$\frac{0,44 - 1}{0,25 - 1} = \frac{E + 0,5}{-0,3 + 0,5} \rightarrow E = -0,3506$$

22. taula: Kanpo presio koefizienteak 0°-tara

**KANPO PRESIO KOEFIZIENTEAK 0°-TARA**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-1,2	0
B	-0,8	0
C	-0,5	0
D	0	+0,7253
E	-0,3506	0

Haizea 90°-tara dagoenean, ez da interpolatu behar:

23. taula: Kanpo presio koefizienteak 90°-tara

**KANPO PRESIO KOEFIZIENTEAK 90°-TARA**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-1,2	0
B	-0,8	0
C	-0,5	0
D	0	+0,7
E	-0,3	0

Beharrezkoak diren datu guztiak jakinda, haizearen kanpo ginkarga kalkulatu da, lehenengo haizea 0°-tara dagoenean eta gero 90°-tara.

24. taula: Haizearen kanpo ginkarga 0°-tara (kN/m<sup>2</sup>)

**KANPO GAINKARGA 0°-TARA (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-1,1477	0
B	-0,7651	0
C	-0,4782	0
D	0	+0,6937
E	-0,3353	0

25. taula: Haizearen kanpo ginkarga 90°-tara (kN/m<sup>2</sup>)

**KANPO GAINKARGA 90°-TARA (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-1,1477	0
B	-0,7651	0
C	-0,4782	0
D	0	+0,6695
E	-0,2869	0

Haizearen ginkarga erresultantea lortzeko, barne eta kanpo ginkargen efektuak batu beharko dira.

$$q_e = q_{ee} - q_{ei}$$



Erresultantearen kalkuluan hiru egoera bereiziko dira, haizearen barne gainkargan erabilitako berdinak. Lehenengo eta bigarren egoeratan haizea 90°-tara dago, eta hirugarrenean 0°-tara.

26. taula: 1.egoera haizearen gainkarga

**1. egoera: Haizea aurretik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-1,6209	0
B	-1,2383	0
C	-0,9514	0
D	0	+0,1963
E	-0,7601	0

27. taula: 2.egoera haizearen gainkarga

**2. egoera: Haizea atzetik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-0,8097	0
B	-0,4271	0
C	-0,1402	0
D	0	+1,0075
E	-0,0511	0

28. taula: 3.egoera haizearen gainkarga

**3. egoera: Haizea alboetatik. Haizearen gainkarga erresultantea (kN/m<sup>2</sup>)**

GUNEA	XURGAPENA	PRESIOA
A	-0,8097	0
B	0,4271	0
C	-0,1402	0
D	0	+1,0317
E	-0,0027	0

Hiru egoerak aztertu eta gero haize gainkarga kritikoenak hurrengokoak izango dira:

$$q_{vs} = -1,6209 \frac{kN}{m^2} \quad (\text{xurgapenean})$$

$$q_{vp} = +1,0317 \frac{kN}{m^2} \quad (\text{presioan})$$

3.1.3.3 AKZIOEN KONBINAKETA

Fatxadaren gain efektua daukaten akzioak kalkulatu eta gero, hauen konbinaketak egin behar dira, hipotesi ezberdinak aztertuz, errealitatean gauzatu ahal diren egoerak simulatzeko. Erabili beharko diren konbinaketak **CTE DB SE dokumentuan** zehaztuta dauden irizpideen arabera zehaztuko dira.

Berezko pisuaren gainkargari eta haizearen gainkargari dagozkien konbinaketak jadanik kalkulatu dira, 3.1.2.5 puntuan. Hortaz, (4) eta (5) konbinaketak erabiliko dira fatxadaren itxituraren egiaztapena gauzatzeko.

4)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp}$

$\perp \rightarrow 1,5 \cdot 1,0317 = 1,5475 \frac{kN}{m^2}$

$// \rightarrow 1,35 \cdot 0,0976 = 0,1318 \frac{kN}{m^2}$

5)  $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$

$\perp \rightarrow 1,5 \cdot (-1,6209) = -2,4313 \frac{kN}{m^2}$

$// \rightarrow 0,8 \cdot 0,0976 = 0,0781 \frac{kN}{m^2}$

Emaitzak aztertuz argi ikusten da konbinaketa kritikoena haizea xurgatzen dagoenean dela, 5) konbinaketa, 2,4313 kN/m<sup>2</sup>-ko balioarekin. Konbinaketa horrekin estalkiaren egiaztapena egingo da.

29. taula: Karga limiteak (kg/m<sup>2</sup>) petralen arteko distantziaren arabera (cm)

Espesor del Panel (mm)	ESQUEMA ESTÁTICO - TRES O MAS APOYOS - Distancia entre apoyos en cm.														
	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550	600
30	190	161	140	124	110	89	67	-	-	-	-	-	-	-	-
40	256	218	190	168	150	136	124	97	75	-	-	-	-	-	-
50	322	275	239	212	190	172	156	144	123	98	79	-	-	-	-
60	-	332	289	256	229	207	189	174	161	146	118	79	-	-	-
80	-	-	-	344	308	279	255	235	217	202	189	149	105	76	-
100	-	-	-	-	-	-	321	296	274	255	238	210	171	125	93
120	-	-	-	-	-	-	-	356	330	307	287	254	227	185	139

Aukeratutako panelak 60 mm-tako lodiera dauka, 29. taularen arabera petralen artean 2,25 m-tako distantzia badago, jasan ahal duen karga maximoa  $256 \text{ kg/m}^2$  ( $2,5113 \text{ kN/m}^2$ ) dira.

Kalkulatutako balioak konparatuz,  $2,5113 \text{ kN/m}^2 > 2,4313 \text{ kN/m}^2$ , ondorioztatu daiteke panela **onargarria** dela.

### 3.1.4 PETRALEN DIMENTSIONAMENDUA

Behin akzioak eta itxiturak definituta daudela, petralen kalkulua gauzatuko da. Petralak, itxitura portikoetara finkatzen duten elementuak dira. Kontuan izan beharko da 3.1.2 eta 3.1.3 puntuetan, itxiturak definitzerakoan, aukeratutako petralen arteko distantziak, estalkian eta fatxadan.

Petralen dimentsionamendua gauzatzeko "CYPE" software-a erabiliko da eta software-aren barruan "Generador de pórticos" tresna.

Lehenengo eta behin, portiko mota eta bere neurriak definitu beharko dira, hau da, simetrikoa dela, 25 m-tako argiarekin, alboetako altuera 10 m-takoa dela eta altuera totala 11,09 m-takoa.

Lehenengo neurriak definitu eta gero, eraikinaren neurri orokor gehiago definitu beharko dira, bano kopurua eta portikoen arteko distantzia.

Datos generales

Número de vanos: 14

Separación entre pórticos: 6.00 m

Con cerramiento en cubierta

Peso del cerramiento: 9.70 kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga del cerramiento: 40.77 kg/m<sup>2</sup>

Con cerramiento en laterales

Peso del cerramiento: 9.95 kg/m<sup>2</sup>

Con sobrecarga de viento: CTE DB SE-AE (España)

Con sobrecarga de nieve: CTE DB-SE AE (España)

Combinaciones de cargas para cálculo de correas

**Estados límite**

E.L.U. de rotura. Acero conformado: CTE DB SE-A

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

**Desplazamientos**

Acciones características

**Categorías de uso**

Acero laminado: CTE DB SE-A

Acero conformado: CTE DB SE-A

G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

Aceptar Cancelar

14.irudia: Egituraren datu orokorrak

Behin egituraren neurri orokorrak zehaztuta daudela, bere gain eragina daukaten akzioak definitzen dira.

Estalkiaren itxitura “Grupo Panel Sandwich” enpresaren “Panel Sandwich Tapajuntas” panela da, 40 mm-tako lodiera aukeratuta, 9,7 kg/m<sup>2</sup>-tako pisua dauka. Fatxadaren itxitura “Grupo Panel Sandwich” enpresaren “Panel Fachada Vista” panela da, 60 mm-tako lodiera aukeratuta, 9,95 kg/m<sup>2</sup>-tako pisua dauka.

Erabilera gaitz gaitz definitzeko **CTE DB SE-AE dokumentua** erabiltzen da, 2. taularen arabera, egituraren erabilera azpimaila G1 da, beraz 0,4 kN/m<sup>2</sup>-tako gaitz sortzen du proiektio horizontalean, hau da, erabilera gaitzaren balioa 0,3985 kN/m<sup>2</sup> (40,77 kg/m<sup>2</sup>) da.

CTE DB SE-AE  NTE

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

**Zona eólica**

A. Velocidad básica: 26 m/s  
 B. Velocidad básica: 27 m/s  
 C. Velocidad básica: 29 m/s

**Grado de aspereza**

Única  Según dirección  
 I  II  III  IV  V

Zona urbana, industrial o forestal

Período de servicio (años)

Con huecos

Coefficiente de obstrucción para cubiertas aisladas

15.irudia: CYPE-n haizearen gaitz

Haizearen gaitz kalkulatzeko, software-an aukeratuko da **CTE DB SE-AE dokumentua**. Gune eolikoa aukeratzeko orduan Basauri C gunean kokatuta dago. Lastasun gradua IV izango da, ingurune industrialean kokatuta dagoelako. Erabilera denbora bezala 50 urte aukeratuko dira. Egitura hutsuneak izango ditu.

Fachada	Dh (m)	Dv (m)	Ph (m)	Pv (m)
Frontal (4)	5.00	5.00	15.63	2.50

16.irudia: Hutsunearen datuak

Hutsunea definitzeko, bere neurriak (5 m-tako zabalera eta 5 m-tako altuera) eta bere zentroaren koordenatuak (frontalean, ezkerreko albotik 15,625 m-tara eta 2,5 m-tako altueran lurzorutik) definituko dira.

**Datos del emplazamiento**

Zona  1  2  3  4  5  6  7

Altitud topográfica  m

**Exposición al viento**

Protegida  Normal  Fuertemente expuesta

Si la construcción está protegida de la acción del viento, el valor de la carga de nieve se incrementa en un 20%.

Si se encuentra en un emplazamiento fuertemente expuesto a la acción del viento, el valor de la carga de nieve se reduce en un 20%.

**Descripción de la cubierta**

Cubierta con resaltos

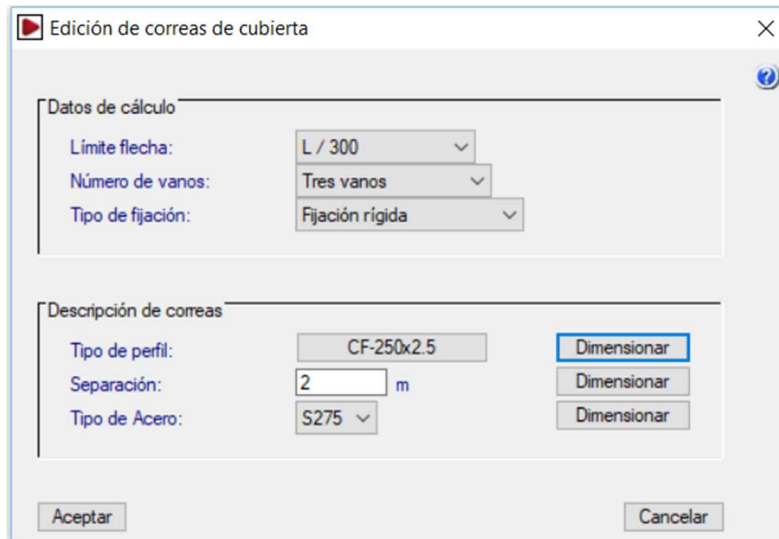
17.irudia: CYPE-n elurraren gainkarga

Elurraren gainkarga kalkulatzeko, software-an aukeratuko da **CTE DB SE-AE dokumentua**. Basauriko altitude topografikoa 58 m-takoa da. Egitura haizeari daukan esposizioa normala izango da. Estalkia ez du izango elurrari oztopatuko dion geometriarik.

Egituraren gainean eragina daukaten akzioak definitu eta gero petralen ezaugarriak zehaztuko dira.

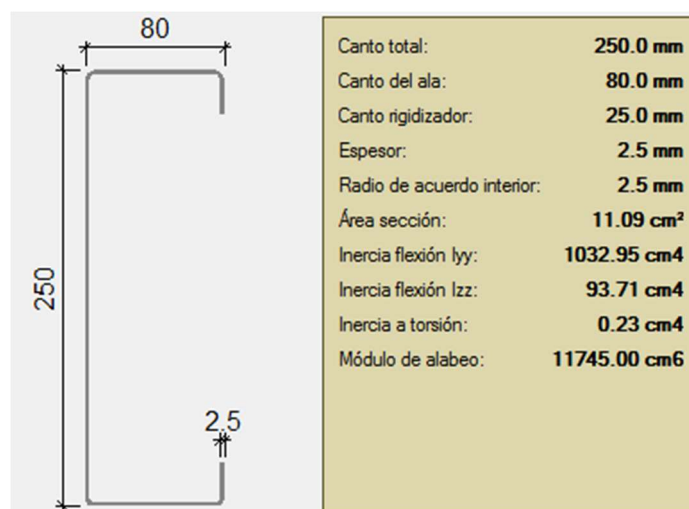
### 3.1.4.1 ESTALKIAREN PETRALEN DIMENSIONAMENDUA

“Petralen aukeraketa” tresnarekin, kalkulu datuak eta estalkiko petralen ezaugarriak zehaztuko dira.



18.irudia: Estalkiaren petralen ezaugarrien zehaztapena

Gezi limitea **CTE DB SE dokumentuaren** 4.3.3.1 puntuaren arabera, L/300 izan behar da. Portikoen arteko hutsuneak 14 izango dira, hiru hutsuneen aukera aukeratuko da aukeratu ahal den maximoa delako, eta hirurekin hamalarekin baino kalkulu kontserbakorragoak egiten direlako, hortaz seguritate aldetik ez da arazorik egongo. Finkapena zurruna izango da.



19.irudia: C-n profil konformatua

Perfil konformatuak erabiliko dira, bere errendimendu altua eta prezio baxua direla eta. C-n konformatutako perfila aukeratu da, estalkiaren inklinazioa %20 baino txikiagoa bada gomendatzen delako, eta diseinatzen ari den egituraren estalkiaren inklinazioa 5°-tako (8,75%) da. 3.1.2 puntuan zehaztu den moduan, petralen arteko distantzia maximoa 2,25 m-takoa da, hortaz 2 m-tako distantzia zehaztuko da. Altxairu mota S275 izango da.

Nombre	Peso (kg/m²)	Texto de comprobación
⚠ CF-180x2.0	2.56	Aprovechamiento: 226.44 %
⚠ CF-180x2.5	3.17	Aprovechamiento: 183.33 %
⚠ CF-180x3.0	3.77	Aprovechamiento: 155.36 %
⚠ CF-200x2.0	2.71	Aprovechamiento: 176.32 %
⚠ CF-200x2.5	3.37	Aprovechamiento: 142.59 %
⚠ CF-200x3.0	4.00	Aprovechamiento: 120.68 %
✅ CF-225x2.5	4.11	Aprovechamiento: 89.06 %
✅ CF-225x3.0	4.89	Aprovechamiento: 74.15 %
✅ CF-225x4.0	6.36	Aprovechamiento: 57.74 %
✅ CF-250x2.5	4.35	Aprovechamiento: 78.09 %

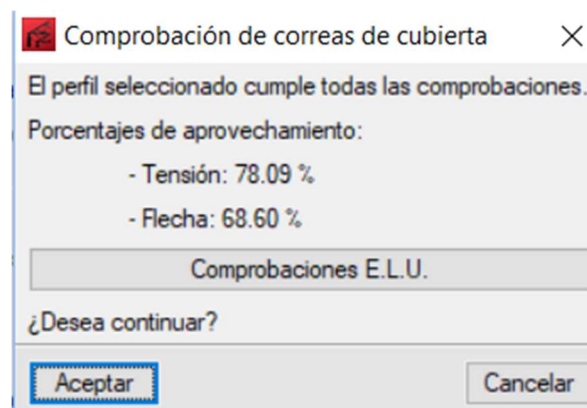
Significado de los iconos

- ⚠ Elemento que no cumple alguna comprobación.
- ✅ Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

20.irudia: Estalkiaren petralen egiaztapena

Egiaztapenak betetzen dituzten perfiletatik, aprobetxamendu egokiena eskaintzen duena aukeratu da. Kasu honetan CF-250x2,5 perfila izango da, 4,35 kg/m<sup>2</sup>-ko pisua daukana.



21.irudia: Tentsio eta gezi aprobetxamendua

21. irudian ikusi ahal den moduan, perfila %78,09-ko aprobetxamendua izango du jasan ahal duen tentsio maximoarekiko, gezi maximoari dagokionez %68,60-ko aprobetxamendua izango du.

CYPE software-a **CTE DB SE-A dokumentua** jarraituz egindako egiaztapenak:

<b>Erresistentziaren egiaztapena</b>
Aukeratutako perfila egiaztapen guztiak betetzen ditu.
Aprobetxamendua: %78,09

<b>Perfila: CF-250x2.5</b>										
<b>Materiala: S275</b>										
	Korapiloak			Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak					
	Hasiera	Amaiera			Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)
	0.996, 6.000, 10.087	0.996, 0.000, 10.087		6.00 0	11.09	1032. 95	93.7 1	0.23	- 17.4 8	0.00
	<i>Oharrak:</i> <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Inertzia momentua torsio uniformearen ondorioz <sup>(3)</sup> Grabitate zentroaren koordinatuak									
	Gilbordura			Albo gilbordura						
		XY planoan	XZ planoan		Goi hegosa		Behe hegosa			
β	0.00	1.00		0.00		0.00				
L <sub>k</sub>	0.000	6.000		0.000		0.000				
C <sub>1</sub>	-			1.000						
<i>Oharrak:</i> β: Gilbordura koefizientea L <sub>k</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>1</sub> : Aldaketa faktorea momentu kritikoarentzako										

Barra	KOMPROBAKETAK (CTE DB SE-A)													Egoera
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
Teilatuko txarrena	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub> Betetzen du	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 78.1	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 25.9	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>Betetzen du</b> <b>η = 78.1</b>
<i>Oharrak:</i> b / t: Zabalera / lodiera erlazioa $\bar{\lambda}$ : Lerdentasun limitea N <sub>t</sub> : Erresistentzia traktziora N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara biaxialera. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia traktziora eta makurdurara. N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia konpresiora eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara. M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia torsiora axialarekin, makurdurarekin eta ebaketarekin konbinatuta. x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.														
<i>Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.):</i> <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako axialik ez traktziora ez konpresiora. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako axiala traktziora. <sup>(3)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako axiala konpresiora. <sup>(4)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(5)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako makurdura biaxiala. <sup>(6)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako ebaketa indarririk. <sup>(7)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez traktziozko axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(8)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez konpresiozko axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(9)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez makurdura momentuaren, axialaren eta ebaketaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(10)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu torsioarekin.														



**Zabalera / lodiera erlazioa** (CTE DB SE-A, 5.5 taula y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 5.2 artikulua)

Bete behar da:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : \underline{96.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{28.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{8.0} \quad \checkmark$$

Zurruntzaileak zurruntasun nahikoa sortzen dute, hurrengokoa betetzen delako:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c/b : \underline{0.286}$$

Non:

**h**: Arimaren altuera.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

**b**: Hegalen zabalera.

$$b : \underline{70.00} \text{ mm}$$

**c**: Zurruntzaileen altuera.

$$c : \underline{20.00} \text{ mm}$$

**t**: Lodiera.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

**Markudurara erresistentzia. Y ardatza** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 6.1.4.1 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.781} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$

H1

$M_{y,Ed}$ : Makurdura momentu kritikoa egoera txarrean.  $M_{y,Ed}^+ : \underline{1.555} \text{ t}\cdot\text{m}$

Makurdura negatiborako:

$M_{y,Ed}$ : Makurdura momentu kritikoa egoera txarrean.  $M_{y,Ed}$  : 0.000 t·m

Kalkulu erresistentzia makurdurari  $M_{c,Rd}$  honen ondorioz da:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} \quad M_{c,Rd} : \underline{1.992} \text{ t·m}$$

Non:

$W_{eff}$ : Tentsio maximoa jasaten duen zuntzari dagokion erresistentziaren modulu eraginkorra.  $W_{eff}$  : 74.60 cm<sup>3</sup>

$f_{yb}$ : Materialaren limite elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_{yb}$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Ebaketarik erresistentzia Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 6.1.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.259} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzu kritikoa egoera txarrean.  $V_{Ed}$  : 1.655 t

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistentea  $V_{b,Rd}$  honen ondorioz da:

$$V_{b,Rd} = \frac{h_w \cdot t \cdot f_{bv}}{\sin \phi \cdot \gamma_{M0}} \quad V_{b,Rd} : \underline{6.397} \text{ t}$$

Non:

$h_w$ : Arima altuera.  $h_w$  : 245.30 mm

$t$ : Lodiera.  $t$  : 2.50 mm

$\phi$ : Arima horizontalarekin sortutako angelua.  $\phi$  : 90.0 gradu

$f_{bv}$ : Ebaketari erresistentzia, gilbordura kontuan hartuz.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w \quad f_{bv} : \underline{1095.24} \text{ kp/cm}^2$$

Izanez:

$\bar{\lambda}_w$ : Arimaren lerdentasun erlatiboa.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w : \underline{1.23}$$

Non:

$f_{yb}$ : Materialaren limite elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_{yb} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

$E$ : Elastizitate modulua.

$E : \underline{2140672.78} \text{ kp/cm}^2$

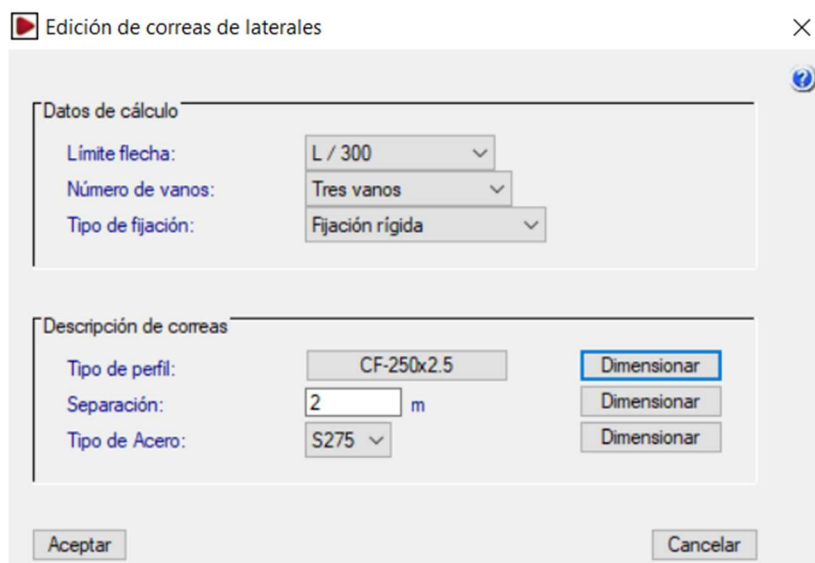
$\gamma_{MO}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Geziaren egiaztapena
Aukeratutako perfila egiaztapen guztiak betetzen ditu.
Aprobetxamendua: %68.60

### 3.1.4.2 FATXADAREN PETRALEN DIMENTSIONAMENDUA

“Petralen aukeraketa” tresnarekin, kalkulu datuak eta estalkiko petralen ezaugarriak zehaztuko dira.



22.irudia: Fatxadaren petralen ezaugarrien zehaztapena

Gezi limitea **CTE DB SE dokumentuaren** 4.3.3.1 puntuaren arabera,  $L/300$  izan behar da. Portikoen arteko hutsuneak 14 izango dira, hiru hutsuneen aukera aukeratu da aukeratu ahal den maximoa delako, eta hirurekin hamalarekin baino kalkulu kontserbakorrakoak egiten direlako, hortaz seguritate aldetik ez da arazorik egongo. Finkapena zurruna izango da.

Perfil konformatuak erabiliko dira, bere errendimendu altua eta prezio baxua direla eta. C-n konformatutako perfila aukeratu da. 3.1.3 puntuan zehaztu den moduan, petralen arteko distantzia 2 m-takoa izango da. Altzairu mota S275 izango da.

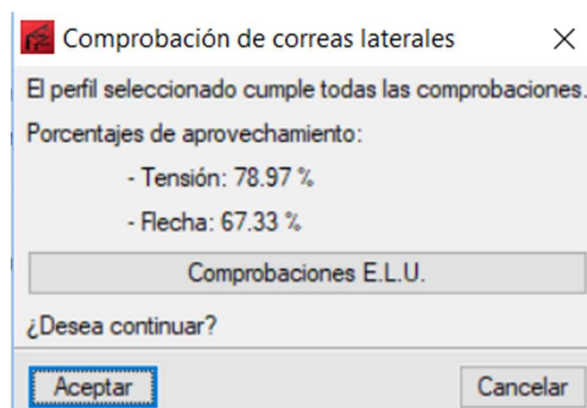
Nombre	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Texto de comprobación
⚠ CF-180x3.0	3.77	Aprovechamiento: 151.98 %
⚠ CF-200x2.0	2.71	Aprovechamiento: 171.44 %
⚠ CF-200x2.5	3.37	Aprovechamiento: 139.17 %
⚠ CF-200x3.0	4.00	Aprovechamiento: 118.22 %
✅ CF-225x2.5	4.11	Aprovechamiento: 89.98 %
✅ CF-225x3.0	4.89	Aprovechamiento: 73.00 %
✅ CF-225x4.0	6.36	Aprovechamiento: 57.34 %
✅ CF-250x2.5	4.35	Aprovechamiento: 78.97 %
✅ CF-250x3.0	5.18	Aprovechamiento: 63.34 %
✅ CF-250x4.0	6.75	Aprovechamiento: 47.24 %

Significado de los iconos  
⚠ Elemento que no cumple alguna comprobación.  
✅ Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

23.irudia: Fatxadaren petralen egiaztapena

Egiaztapenak betetzen dituzten perfiletatik, aprobetxamendu egokiena eskaintzen duena aukeratu da. Kasu honetan CF-250x2,5 perfila izango da, 4,35kg/m<sup>2</sup>-ko pisua dauka.



24.irudia: Tentsio eta gezi aprobetxamendua

24. irudian ikusi ahal den moduan, perfila %78,97-ko aprobetxamendua izango du jasan ahal duen tentsio maximoarekiko, gezi maximoari dagokionez %67,33-ko aprobetxamendua izango du.

CYPE software-a **CTE DB SE-A dokumentua** jarraituz egindako egiaztapenak:

<b>Erresistentziaren egiaztapena</b>
Aukeratutako perfila egiaztapen guztiak betetzen ditu.
Aprobetxamendua: %78.97

<b>Perfila: CF-250x2.5</b>										
<b>Materiala: S275</b>										
	Korapiloak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak						
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	
	0.000, 6.000, 1.000	0.000, 0.000, 1.000	6.00 0	11.09	1032.9 5	93.7 1	0.23	- 17.4 8	0.00	
	<b>Oharrak:</b> <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Inertzia momentua torsio uniformearen ondorioz <sup>(3)</sup> Grabitate zentroaren koordinatuak									
	Gilbordura			Albo gilbordura						
	XY planoan		XZ planoan	Goi hegoa	Behe hegoa					
	β	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L <sub>k</sub>	0.000	6.000	0.000	0.000					
	C <sub>1</sub>	-		1.000						
	<b>Oharrak:</b> β: Gilbordura koefizientea L <sub>k</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>1</sub> : Aldaketa faktorea momentu kritikoarentzako									

Barra	KOMPROBAKETAK (CTE DB SE-A)													Egoera
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
Teilatuko txarrena	b / t ≤ (b / t) <sup>Máx.</sup> Betetzen du	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 79.0	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 24.7	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>Betetzen du</b> <b>η = 79.0</b>
<b>Oharrak:</b> b / t: Zabalera / lodiera erlazioa $\bar{\lambda}$ : Lerdentasun limitea N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakziara N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara biaxialera. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia trakziara eta makurdurara. N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia konpresiora eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara. M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia torsioa axialarekin, makurdurarekin eta ebaketarekin konbinatuta. x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.														
<b>Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako axialik ez trakziara ez konpresiora. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako axiala trakziara. <sup>(3)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako axiala konpresiora. <sup>(4)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(5)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako makurdura biaxiala. <sup>(6)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako ebaketa indarrik. <sup>(7)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez trakziozko axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(8)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez konpresiozko axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(9)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez makurdura momentuaren, axialaren eta ebaketaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(10)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako momentu torsioarekin.														

**Zabalera / lodiera erlazioa** (CTE DB SE-A, 5.5 taula y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 5.2 artikulua)

Bete behar da:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : \underline{96.0} \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{28.0} \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{8.0} \checkmark$$

Zurruntzaileak zurruntasun nahikoa sortzen dute, hurrengokoa betetzen delako:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c/b : \underline{0.286}$$

Non:

**h:** Arimaren altuera.

**h:** 240.00 mm

**b:** Hegalen zabalera.

**b:** 70.00 mm

**c:** Zurruntzaileen altuera.

**c:** 20.00 mm

**t:** Lodiera.

**t:** 2.50 mm

**Markudurara erresistentzia. Y ardatza** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 6.1.4.1 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.790} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$

H3

$M_{y,Ed}$ : Makurdura momentu kritikoa egoera txarrean.  $M_{y,Ed}^+ : \underline{1.573} \text{ t}\cdot\text{m}$

Makurdura negatiborako:

$M_{y,Ed}$ : Makurdura momentu kritikoa egoera txarrean.  $M_{y,Ed}$  : 0.000 t·m

Kalkulu erresistentzia makurdurari  $M_{c,Rd}$  honen ondorioz da:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} \quad M_{c,Rd} : \underline{1.992} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_{eff}$ : Tentsio maximoa jasaten duen zuntzari dagokion erresistentziaren modulu eraginkorra.

$$W_{eff} : \underline{74.60} \text{ cm}^3$$

$f_{yb}$ : Materialaren limite elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_{yb} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Ebaketari erresistentzia Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, 6.1.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.247} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzu kritikoa egoera txarrean.  $V_{Ed}$  : 1.579 t

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistentea  $V_{b,Rd}$  honen ondorioz da:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}} \quad V_{b,Rd} : \underline{6.397} \text{ t}$$

Non:

$h_w$ : Arima altuera.

$$h_w : \underline{245.30} \text{ mm}$$

$t$ : Lodiera.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$\phi$ : Arima horizontalarekin sortutako angelua.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ gradu}$$

$f_{bv}$ : Ebaketari erresistentzia, gilbordura kontuan hartuz.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

$$f_{bv} : \underline{1095.24} \text{ kp/cm}^2$$

Izanez:

$\bar{\lambda}_w$ : Arimaren lerdentasun erlatiboa.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.23}$$

Non:

$f_{yb}$ : Materialaren limite elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_{yb} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

E: Elastizitate modulua.

$$E : \underline{2140672.78} \text{ kp/cm}^2$$

$\gamma_{MO}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Geziaren egiaztapena
Aukeratutako perfila egiaztapen guztiak betetzen ditu.
Aprobetxamendua: %67.33

### 3.1.5 ZUBI GARABIA

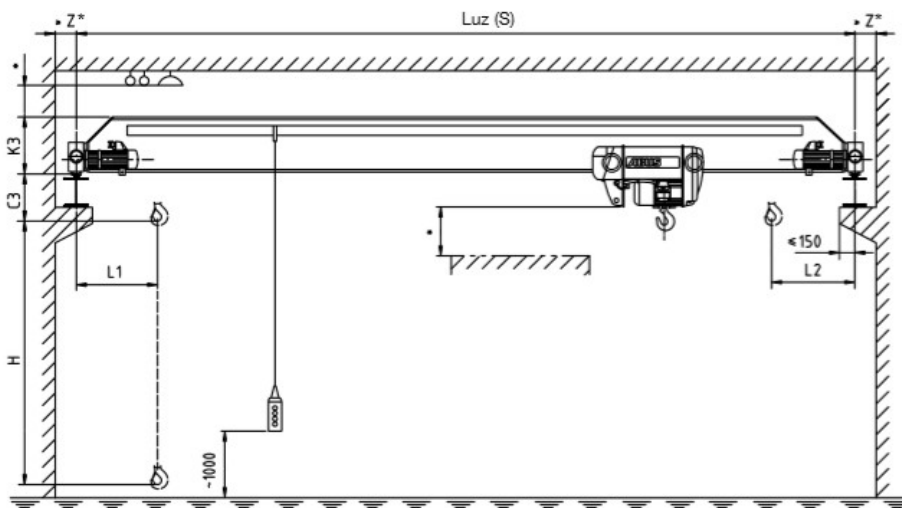
Egitura biltegi bat izango da, materialen mugimendua gauzatzeko beharrezkoa izango da zubi garabia bat izatea. Ibilbidea 60 m-takoa izango da (2. eta 11. portikoen artean) eta 7 m-tako altueran kokatuta egongo da.

Ez dira pisu handiak mugituko, hortaz, 5 tonatako pisua garraiatu ahal duen ELV/ELK zubi garabi monorraila aukeratu da, ABUS enpresakoa. Egitura 25 m-tako argia dauka, katalogo teknikoan 25 m-tako zubi garabiak ez daudenez eta zubi garabiaren luzera benetan txikiagoa izango denez, 24 m-tako zubi garabiaren ezaugarri teknikoak erabiltzea erabaki da.

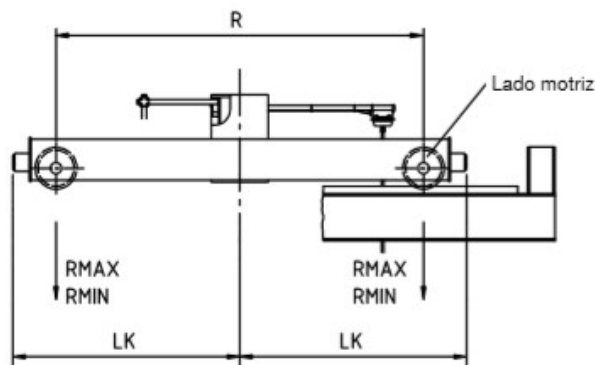


30. taula: ABUS enpresaren zubi garaien ezaugarri teknikoak

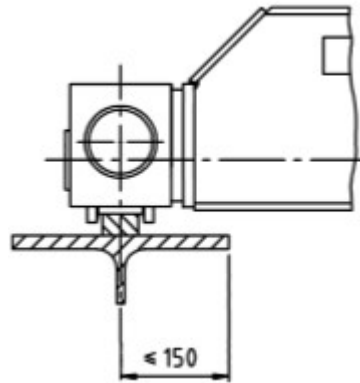
Observaciones generales respecto al diseño					
<b>Diseño básico</b>	DIN 15018, H2/B3 funcionamiento en interior, sin pasarela en la grúa sin cabina del conductor tensión de funcionamiento 400 V / 50 Hz				
<b>Velocidades de traslación de la grúa</b>	EDL : 7.5/30 m/min ELV / ELK / ZLK : 10/40 m/min				
<b>Velocidades de traslación del carro</b>	ELV / ELK / EDL / ZLK : 5/20 m/min Estándar – están disponibles otras velocidades				
<b>Flecha</b>	$\leq 1/750$ de la luz				
<b>Frecuencias naturales</b>	ELV / EDL : $\geq 2.5$ Hz ELK / ZLK : véase abajo				
	S [m] $\leq$	23.0	25.0	28.0	32.0
	FE [Hz] $\geq$	2.5	2.4	2.3	2.2



25.irudia: Zubi garabiaren plano



26.irudia: Alboko xehetasuna



27.irudia: Muturraren xehetasuna

31. taula: ELV/ELK-ren ezaugarri teknikoak

Carga, Polipasto <sup>1)</sup>	S <sup>2)</sup>	K3	C3	L1	L2	Z min	H max <sup>3)</sup>	R	LK	Carga rueda kN	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	R max	R min
5000 kg Polipasto de cable GM 1050 H6 FEM 2m	5	330	490	1030	710	140	9000	1900	1165	25.1	6.2
	10	410	490	1030	710	140	9000	1900	1185	29.3	6.6
	15	550	490	1030	710	140	9000	2200	1335	32.4	8.5
	18	660	480	1060	840	150	9000	2700	1605	33.3	9.3
	20	660	480	1060	840	150	9000	3200	1880	35.0	10.9
Polipasto V = 0.8/5 m/min	22	760	480	1060	840	150	9000	3200	1880	36.5	12.1
	24	860	530	1060	840	170	9000	3800	2195	38.9	14.4
	26	1060	530	1060	840	170	9000	3800	2195	41.4	16.7

### 3.1.5.1 ZUBI GARABIAREN SAILKAPENA

Zubi garabiaren sailkapena **UNE 76-201-88** araudiaren arabera gauzatzen da. Zubi garabiak taldetan sailkatuko dira, eta baldintza zehatz batzuk bete beharko dituzte, sailkapena erabilera baldintzen eta karga baldintzen arabera izango da. 32. taulan zehazten dira zubi garabi mota ezberdinak. Diseinatzen ari den egituraren arabera aukeratutako zubi garabia “Puente grúa de almacén” izango da.

32. taula: Zubi garabien klasifikazioK

Denominación	Condiciones de utilización	Condiciones de carga	Grupo
Puente grúa central	A	1-2	1-2
Puente grúa de montaje y desmontaje para sala de máquinas	A	2-3	2-3
Puente grúa de almacén	B-C	2-3	3-4-5-6
Puente grúa de taller con gancho	B	2-3	3-4
Puente grúa con cuchara	B-C-D	4	5-6-7-8
Puente grúa para parque de chatarra o puente de electroimán*	B-C	4	5-6-7-8
Puente de colada*	B	4	5-6
Puente rompe-fundición	B-C	4	5-6-7-8
Puente para deslingotar*	C-D	4	7-8
Puente para hornos de fosa*	B-C	4	5-6-7-8
Puente cargador de hornos*	C-D	4	5-6-7-8
Puente para forja*	C-D	4	5-6-7-8
Pórtico con gancho para servicio de parque de material	B-C	3	4-5-6
Pórtico con cuchara	B-C-D	4	5-6-7-8
Pórtico con gancho para descarga o carga sobre vehículo	B-C	3	4-5-6
Pórtico para almacén	B-C-D	4	5-6-7-8
Pórtico para desmontaje de material	A-B	2-3	2-3-4
Pórtico para desmontaje y montaje de material	A-B	2-3	2-3-4
Grúa con gancho	B-C	3	4-5-6
Grúa con cuchara	B-C-D	4	5-6-7-8
Grúa de dique	B	3-4	4-5-6
Grúa de puerto con gancho	B-C	3	4-5-6
Grúa de puerto con cuchara	B-C	4	5-6-7-8
Grúa para servicio excepcional	A	1-2	1-2
Grúa flotante con gancho	A-B	3	3-4
Grúa flotante con cuchara	A-B	4	4-5-6
Grúa de astillero	A-B	3	3-4
Grúa de reparación sobre vía férrea	A	2-3	2-3
Grúa de a bordo	B	3-4	4-5-6
Grúa velocípedo automóvil	B-C	3	4-5-6
Grúa derrick	A-B	3	3
Monocarril (según utilización)			4-5-6-7-8
Pórtico y puente para contenedores	B-C	3	4-5-6

Zubi garabia “Puente grúa de almacén” da 32. taularen arabera, erabilera baldintzak B edo C izango dira eta karga baldintzak 2 edo 3, beraz, garabia 3, 4, 5 edo 6 taldekoa izango da.

33. taularen bitartez, erabilera baldintzen arabera sailkatuko da garabia, garabiak bere biziaren zehar egin behar dituen maniobra ziklo kopuruaren arabera.

33. taula: Erabilera baldintzak

Condiciones de utilización	Número convencional de ciclos de maniobra, Nm	Observaciones
U <sub>0</sub>	1,6 x 10 <sup>4</sup>	Utilización ocasional
U <sub>1</sub>	3,2 x 10 <sup>4</sup>	
U <sub>2</sub>	6,3 x 10 <sup>4</sup>	
U <sub>3</sub>	1,25 x 10 <sup>5</sup>	
U <sub>4</sub>	2,5 x 10 <sup>5</sup>	Utilización regular en servicio ligero
U <sub>5</sub>	5 x 10 <sup>5</sup>	Utilización regular en servicio intermitente
U <sub>6</sub>	1 x 10 <sup>6</sup>	Utilización regular en servicio intensivo
U <sub>7</sub>	2 x 10 <sup>6</sup>	Utilización intensiva
U <sub>8</sub>	4 x 10 <sup>6</sup>	
U <sub>9</sub>	Más de 4 x 10 <sup>6</sup>	

Zubi garabia ohizko erabilera izango du aldizkako zerbitzuan, beraz erabilera baldintza U<sub>5</sub> izango da, 5 x 10<sup>5</sup> Nm-ko maniobra ziklo kopuruarekin

34. taularen bitartez, erabilera kargaren arabera sailkatuko da garabia.

34. taula: Karga baldintzak

Condiciones de carga	Parámetro del espectro, K <sub>Q</sub>	Observaciones
Q1-Ligero	0,125	Aparato que levanta raramente la carga útil y corrientemente cargas muy pequeñas.
Q2-Moderado	0,25	Aparato que levanta con bastante frecuencia la carga útil y corrientemente cargas pequeñas.
Q3-Pesado	0,50	Aparato que levanta con bastante frecuencia la carga útil y corrientemente cargas medianas.
Q4-Muy pesado	1,00	Aparato que corrientemente maneja cargas próximas a la carga útil.

Zubi garabiak nahiko frekuentziarekin altxatuko du karga erabilgarria, eta normalean karga ertainak. Beraz, karga baldintza Q<sub>3</sub> izango da, non espektroaren parametroa (K<sub>Q</sub>) 0,50 da.

35. taularen bitartez, zubi garabiaren erabilera eta karga baldintzen arabera, dagokion taldea zehaztuko da.

35. taula: Zubi garabien sailkapena

Condiciones de carga	Condiciones de utilización									
	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>8</sub>	U <sub>9</sub>
Q1-Ligero	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8
Q2-Moderado	1	1	2	3	4	5	6	7	8	8
Q3-Pesado	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8
Q4-Muy Pesado	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8

Erabilera baldintza U<sub>5</sub> da eta karga baldintza Q3, beraz garabiaren taldea 6 izango da.

36. taula: Efektu dinamiko bertikalen koefiziente balioak

Grupo	Viga carrilera		Soportes	
	Max	Red	Max	Red
1 y 2	1,1	1,1	1,0	1,0
3 y 4	1,15	1,1	1,0	1,0
5 y 6	1,25	1,1	1,1	1,0
7 y 8	1,35	1,1	1,2	1,0

Efektu dinamiko bertikalen koefizienteen balioak ezagutzeko 36. taula erabiliko da. Balioak taldearen arabera zehaztuko dira, 5 eta 6 taldeak balio berdinak daukate. 6 taldeari dagozkion balioak 1,25 eta 1,1 dira, habe gidariarentzako eta euskarrirentzako handitze koefizienteak hurrenez hurren.

### 3.1.5.2 HABE GIDARIAREN GAINENAKO AKZIOAK

Habe gidaria ondorengo indarrak jasango ditu: habe gidari beraren eta errodadura errailaren pisu propioa eta zubi garabiak gurpilen bitartez transmititzen dituen indarrak. Azkenak hiru motatakoak izan ahal dira: indar bertikalak, luzetarako indar horizontalak eta zeharkako indar horizontalak.

- **Indar bertikalak:**

Zubi garabiaren akzioak mugimenduan dagoenean, dagozkien akzio estatikoetatik ateratzen direnean, balioak katalogo teknikoetik lortuko dira. Efektu dinamiko bertikalen koefizienteen balioak 3.1.5.1 puntuan lortutakoak izango dira.

$$V_d = \varphi \cdot V$$

Non:

$V_d$ : Akzio bertikal dinamikoa.

$\varphi$ : Efektu dinamikoen koefizientea.

$V$ : Akzio bertikal estatikoa.

Gurpilak zutabeetan eragiten dituzten akzioen kalkulua gauzatzeko euskarrirentzako zehaztu den koefiziente dinamikoa erabili egingo da:

$$F_{V_{max}} = 2 \cdot 1,1 \cdot 38,9 = 85,58 \text{ kN}$$

$$F_{V_{min}} = 2 \cdot 1,1 \cdot 14,4 = 31,68 \text{ kN}$$

Indar bertikalak bider bi biderkatu dira gurpilen kopuruaren ondorioz.

- **Luzetarako indar horizontalak:**

Luzetarako indar horizontalak zubi garabiaren mugimenduaren ondorioz ematen dira, garabia azeleratzen edo balaztatzen denean.

Kalkulua gauzatzeko **UNE 76-201-88** norma erabiliko da. Azelerazio eta balaztatze datuak fabrikanteak ematen ez dituzenez, hiru taldeko sailkapen baten arabera zehaztuko dira:

1. Abiadura moteleko gailuak eta abiadura ertaineko gailuak ibilbide handiekin.
2. Abiadura ertain eta arineko gailuak, aplikazio arruntekin.
3. Abiadura arineko gailuak azelerazio handiekin.

37. taulan aurkitu ahal dira batezbesteko azelerazio eta balaztatze balioak aurreko hiru baldintzen arabera.

Gurpilen eta errailen arteko itsaspena, zubi garabiaren azelerazioaren ondorioz sortutako luzetarako akzio horizontalak mugatuko ditu.

$$\sum H_{lmax} = (Q + C + P) \cdot \left(\frac{2 \cdot j_p}{g}\right) \leq (Q + C + P) \cdot f \cdot k_p$$

Non:

- Q: Igo ahal duen karga maximoa.
- C: Gurdiaren pisua.
- P: Zubiaren pisua.
- $j_p$ : Batezbesteko azelerazioa.
- g: Grabitatea.
- f: Itsaspen koefizientea.
- $k_p$ : Gurpil eragile eta gurpil kopuru totalaren arteko erlazioa.

➤ Karga maximoa (Q), gurdiaren pisua (C) eta zubiaren pisua (P):

Zubi garabiaren gehieneko pisua karga maximoa jasotzen duenean emango da. Balioa lortzeko, zutabeetan ematen den karga bertikal maximoa eta minimoa batuko dira.

$$(Q + C + P) = 85,58 + 31,68 = 117,26 \text{ kN}$$

➤ Batezbesteko azelerazioa ( $j_p$ ):

Fabrikantearen arabera, zubi garabiaren abiadura maximoa 40 m/min da, hau da, 0,667 m/s. Gainera, garabiak bigarren baldintza beteko du.

37. taula: Batezbesteko azelerazio balioak

Velocidad m/s	1 Velocidad lenta y media con gran recorrido		2 Velocidad media y rápida (aplicaciones corrientes)		3 Velocidad rápida con fuertes aceleraciones	
	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>
4,00			8,0	0,50	6,0	0,67
3,15			7,1	0,44	5,4	0,58
2,50			6,3	0,39	4,8	0,52
2,00	9,1	0,22	5,6	0,35	4,2	0,47
1,60	8,3	0,19	5,0	0,32	3,7	0,45
1,00	6,6	0,15	4,0	0,25	3,0	0,33
0,63	5,2	0,12	3,2	0,19		
0,40	4,1	0,098	2,5	0,16		
0,25	3,2	0,078				
0,16	2,5	0,064				

Interpolatuz lortzen da batezbesteko azelerazioaren balioa:

$$\frac{0,667 - 1}{0,63 - 1} = \frac{j_p - 0,25}{0,19 - 0,25} \rightarrow j_p = 0,196 \text{ m/s}^2$$

➤ Itsaspen koefizientea (f):

Errodadura ibilbidea hezea bada, itsaspen koefizientearen balioa 0,12 da, ibilbidea lehorra bada, aldiz, balioa 0,2 da. Bigarren kasua aukeratuko da.

$$f = 0,2$$

➤ Gurpil eragile eta gurpil kopuru totalaren arteko erlazioa ( $k_p$ ):

$$k_p = \frac{\text{Gurpil eragile kopur}}{\text{Gurpil kopuru totala}} = \frac{2}{4} \rightarrow k_p = 0,5$$

$$(Q + C + P) \cdot \left(\frac{2 \cdot j_p}{g}\right) = 117,26 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,196}{9,81}\right) = 4,68 \text{ kN}$$



$$(Q + C + P) \cdot f \cdot k_p = 117,26 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 11,73 \text{ kN}$$

Kalkulatutako balioak konparatuz,  $4,68 \text{ kN} \leq 11,73 \text{ kN}$ , ondorioztatu daiteke **baldintza betetzen** dela.

Beraz, zubi garabiak egituraren gain sortutako luzetarako indar horizontalak onargarriak dira. Kalkulua egora kritikoena suposatuz gauzatu egin da, hau da, gurdia zubiaren muturretako batean dagoenean. Zubiaren simetriari esker soilik mutur batean dagoenean azertu behar izan da, eta ez bietan.

Luzetarako indar horizontalak:

$$F_{L \max} = F_{V \max} \cdot \frac{2 \cdot j_p}{g} = 85,58 \cdot \frac{2 \cdot 0,196}{9,81} = 3,42 \text{ kN}$$

$$F_{L \min} = F_{V \min} \cdot \frac{2 \cdot j_p}{g} = 31,68 \cdot \frac{2 \cdot 0,196}{9,81} = 1,26 \text{ kN}$$

- **Zeharkako indar horizontalak**

Zeharkako indar horizontalak gurdiaren eta kargaren ondorioz sortutakoak dira. Aurreko indarrekin bezala, **UNE 76-201-88** norma jarraituko da kalkuluak gauzatzeko.

Azelerazio eta balaztatze datuak fabrikanteak ematen ez dituzenez, hiru taldeko sailkapen baten arabera zehaztuko dira:

1. Abiadura moteleko gailuak eta abiadura ertaineko gailuak ibilbide handiekin.
2. Abiadura ertain eta arineko gailuak, aplikazio arruntekin.
3. Abiadura arineko gailuak azelerazio handiekin.

38. taulan aurkitu ahal dira batezbesteko azelerazio eta balaztatze balioak aurreko hiru baldintzen arabera.

Gurpilen eta zubiaren errailen arteko itsaspena, gurdiaren azelerazioaren ondorioz sortutako zeharkako akzio horizontalak mugatuko ditu.

$$\sum H_{c \max} = (Q + C) \cdot \left( \frac{2 \cdot j_p}{g} \right) \leq (Q + C) \cdot f \cdot k_p$$

Non:

- Q: Karga maximoa.
- C: Gurdiaren pisua.
- $j_p$ : Gurdiaren batezbesteko azelerazioa.
- g: Grabitatea.
- f: Itsaspen koefizientea.
- $k_p$ : Gurpil eragile eta gurpil kopuru totalaren arteko erlazioa.

➤ Karga maximoa (Q) eta gurdiaren pisua (C):

Karga maximoaren eta gurdiaren pisuaren batuketaren emaitza lortzeko, **UNE 76-201-88** normaren 1008. eta 1009. orrialdeetan dagoen taula erabiliko da.

Karga maximoaren, argi totalaren eta zubi garabi taldearen arabera, gurdiaren pisua lortuko da. Karga maximoa 5 tn (49,05 kN) dira, argi totala 25 m eta zubi garabiaren taldea 6. Beraz, gurdiaren pisua 3 tn (29,43 kN) izango dira.

$$(Q + C) = 49,05 + 29,43 = 78,48 \text{ kN}$$

➤ Gurdiaren batezbesteko azelerazioa( $j_p$ ):

Fabrikantearen arabera, gurdiaren abiadura maximoa 20 m/min da, hau da, 0,333 m/s. Gainera, gurdiak lehenengo baldintza beteko du.

38. taula: Batazbesteko azelerazio balioak

Velocidad m/s	1 Velocidad lenta y media con gran recorrido		2 Velocidad media y rápida (aplicaciones corrientes)		3 Velocidad rápida con fuertes aceleraciones	
	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>	Duración de la aceleración s	Aceleración media m/s <sup>2</sup>
4,00			8,0	0,50	6,0	0,67
3,15			7,1	0,44	5,4	0,58
2,50			6,3	0,39	4,8	0,52
2,00	9,1	0,22	5,6	0,35	4,2	0,47
1,60	8,3	0,19	5,0	0,32	3,7	0,45
1,00	6,6	0,15	4,0	0,25	3,0	0,33
0,63	5,2	0,12	3,2	0,19		
0,40	4,1	0,098	2,5	0,16		
0,25	3,2	0,078				
0,16	2,5	0,064				

Interpolatuz lortzen da batezbesteko azelerazioaren balioa:

$$\frac{0,333 - 0,4}{0,25 - 0,4} = \frac{j_p - 0,098}{0,078 - 0,098} \rightarrow j_p = 0,0882 \text{ m/s}^2$$

➤ Itsaspen koefizientea (j):

Ibilbidea lehorra denez, itsaspen koefizientearen balioa 0,2 da.

➤ Gurpil eragile eta gurpil kopuru totalaren arteko erlazioa (k<sub>p</sub>):

$$k_p = \frac{\text{Gurpil eragile kopurua}}{\text{Gurpil kopuru totala}} = \frac{2}{4} \rightarrow k_p = 0,5$$

$$(Q + C) \cdot \left(\frac{2 \cdot j_p}{g}\right) = 78,48 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,0882}{9,81}\right) = 1,411 \text{ kN}$$

$$(Q + C) \cdot f \cdot k_p = 78,48 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 7,848 \text{ kN}$$

Kalkulatutako balioak konparatuz,  $1,411 \text{ kN} \leq 7,848 \text{ kN}$ , ondorioztatu daiteke **baldintza betetzen** dela.

Zeharkako indar horizontalaren balioa 7,848 kN izango da.

$$F_{trans} = 7,848 \text{ kN}$$

### 3.1.5.3 EGOERA POSIBLEAK

Zubia eta gurdia era berean mugitu ezin direla kontuan hartuz, bi egoera ezberdin gauzatu ahal dira:

1. Zubia mugimenduan eta gurdia geldi daudenean, indar bertikalak eta luzetarakoak emango dira. Zutabeak jasango duten indarrak hurrengokoak dira:

$$F_{V \max} = 85,58 \text{ kN}$$

$$F_{V \min} = 31,68 \text{ kN}$$

$$F_{L \max} = 3,66 \text{ kN}$$

$$F_{L \min} = 1,47 \text{ kN}$$

2. Zubia geldi eta gurdia mugimenduan daudenean, indar bertikalak eta zeharkakoa emango dira. Zutabeak jasango duten indarrak hurrengokoak dira:

$$F_{V \max} = 85,58 \text{ kN}$$

$$F_{V \min} = 31,68 \text{ kN}$$

$$F_{trans} = 7,848 \text{ kN}$$

### 3.1.5.4 HABE GIDARIAREN ETA ERRAILAREN AUKERAKETA

Habe gidariaren eta errailaren kalkulua gauzatzeko CRANEWAY software-a erabiliko da. Gainera, 3.1.5.3 puntuan azaldutako bi egoeretatik soilik bigarrena erabiliko da, hau da, zubia geldi eta gurdia mugimenduan dagoenean, habe gidariarentzako eta errailarentzako egoera kritikoena delako.

Habe gidaria zehazterako orduan kontuan izan behar diren datuak:

- Zubi garabiaren karga maximoa: 5tn
- Gurpilen arteko distantzia: 3800mm
- Gurpil bakoitzeko indarra:  $R_{max} = 38,9 \text{ kN}$ ;  $R_{min} = 14,47 \text{ kN}$
- Handitze koefiziente dinamikoa: 1,25

Segurtasun gehiago izateko, 1,5-eko balorea daukan seguritate koefizientea aplikatuko da indarren kalkuluan.

$$F_{V_{max}} = 1,5 \cdot 1,25 \cdot 38,9 = 72,937 \text{ kN}$$

$$F_{V_{min}} = 1,5 \cdot 1,25 \cdot 14,47 = 27,131 \text{ kN}$$

$$F_{trans} = 1,5 \cdot 7,848 = 11,772 \text{ kN}$$

Geziari dagokionez, bi baldintza bete behar dira:

1. Gezi bertikala gehienez L/750 izan ahal da. L portikoen arteko distantzia izanda.

$$\text{Gezi bertikal maximoa} = \frac{L}{750} = \frac{6000}{750} = 8 \text{ mm}$$

2. Gezi horizontala gehienez L/1000 izan ahal da. L portikoen arteko distantzia izanda.

$$\text{Gezi horizontal maximoa} = \frac{L}{1000} = \frac{6000}{1000} = 6 \text{ mm}$$

Albo gilbordurari dagokionez, **CTE DB SE-A dokumentuaren** arabera, ez da arimaren makadurari erresistentzia egiaztatu behar, hego konprimatua era jarraitu batean arriostatzen bada

Arimaren makadurari dagokionez, **CTE DB SE-A dokumentuaren** arabera, ez da ebaketari erresistentzia egiaztatu behar hurrengoko baldintza betetzen bada:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

Non:

d: Arimaren altuera.

t: Arimaren lodiera.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

$f_{ref}$ -ren balioa 235 N/mm<sup>2</sup>-koa da.  $f_y$ -rena, habearen materialaren arabera 275 N/mm<sup>2</sup>-koa da.

Aukeratutako habearen perfila HE 260 B izango da, arimaren altuera 225mm-takoa da, eta lodiera 10mm-takoa.

$$\frac{d}{t} = \frac{225}{10} = 22,5$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 64,71$$

Emaitzak konparatuz,  $22,5 < 64,71$ , argi gelditzen da baldintza **betetzen dela**. Beraz ez da ebaketari erresistentzia egiaztatu behar.

- **Habe gidariaren kalkulua CRANEWAY software-aren bidez:**

CRANEWAY zubi garabien habe gidariak kalkulatzeko software-a da. Kalkulu eta egiaztapen guztiak gauzatzeko, Eurokodearen **EN 1990, EN 1991-3, EN 1993-1-9, EN 1993-1-8, EN 1993-1-5, EN 1993-1-1** eta **EN 1993-6** araudiak erabili dira. 39. taulan zehazten da bakoitzetik zein atal erabili den.

39. taula: Erabilitako araudiak

[1]	EN 1993-6: 2007/AC: 2009-07	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 6: Vigas carril.
[2]	EN 1993-1-1: 2005/AC: 2009-04	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para la edificación.
[3]	EN 1993-1-5:2006/AC: 2009-04	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-5: Placas planas cargadas en su plano.
[4]	EN 1993-1-8: 2005/AC: 2009-07	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-8: Uniones.
[5]	EN 1993-1-9:2005/AC: 2009-04	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-9: Fatiga.
[6]	EN 1991-3: 2006/AC: 2012-12	Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 3: Acciones inducidas por grúas y maquinaria.
[7]	EN 1990: 2002/A1: 2005/AC: 2010-04	Eurocódigo: Bases de cálculo de estructuras.

Hurrengoko taulan (40. taula) zehazten dira erabiliko diren seguritate koefizienteak.

40. taula: Seguritate koefizienteak

<b>EN 1993-6: 2007/AC: 2009-07 – Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 6: Vigas carril.</b>		
<b>Seguritate koefiziente partzialak</b>		
- Sekzioaren erresistentzia	$\gamma_{MD}$ :	1.00
- Egonkortasun akatsen aurreko barren erresistentzia	$\gamma_{M1}$ :	1.00
- Soldadurari erresistentzia	$\gamma_{Mw}$ :	1.25
- Nekearen aurreko zurruntasuna	$\gamma_{M,f}$ :	1.15
- Akzio iraunkorrak	$\gamma_G$ :	1.35
- Akzio aldakorrak. Garabia	$\gamma_Q$ :	1.35
- Akzio aldakorrak. Beste batzuk	$\gamma_{Qo}$ :	1.50
- Akzioak nekera	$\gamma_{F,f}$ :	1.00
- Konbinaketa faktorea	$\psi$ :	1.00
Ebaketara erresistentzia koefizientea	$\eta$ :	1.20

Aukeratutako materiala S275 JR da, 41. taulan zehaztutako ezaugarriak dituen.

41. taula: Materialaren ezaugarriak

E modulua [kN/cm <sup>2</sup> ]	G modulua [kN/cm <sup>2</sup> ]	Pisu esp. $\gamma$ [kN/cm <sup>3</sup> ]	Dilat. term. koef. $\alpha$ [1/°C]	Koef. partz. $\gamma_M$ [-]	Material modelo
21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotropo elastiko lineala

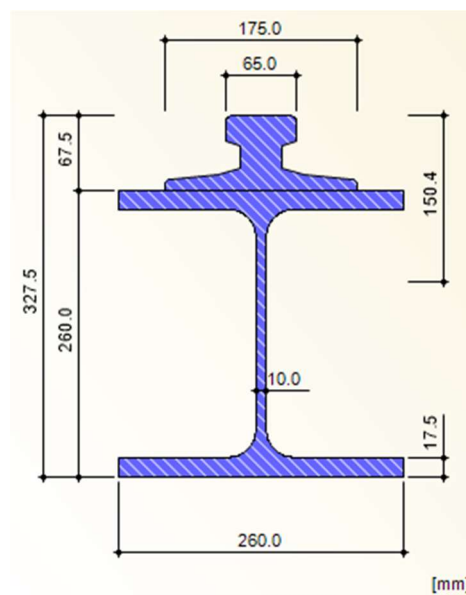
Geometriari dagokionez, habe gidariaren eta errailaren profilak HE 260 B eta SA 65 izango dira hurrenez hurren. Ebaketaren neurriak eta ezaugarriak 42. eta 43. tauletan eta 28. irudian ikusi ahal dira.

42. taula: Profilak

Habea	: Sekzio laminatua HE B 260   DIN 1025-2: 1995
Errail profila	: Errail SA 65 (higatua)IN 1025-2:1995
Sekzioaren deskribapena	: KB(S) HE B 260 + SA 65 (higatuak)   DIN 1025-2:1995 + DIN 536-1
Sekzioaren %25-eko txikitzea errailaren higaduraren ondorioz	: BAI
Errailaren sekzioa kontuan hartu sekzioaren ezaugarrientzako	: BAI
<b>Kalkulu gehigarriak</b>	
Kalkulua nekera	: BAI
Soldaduraren kalkulua	: BAI
Errailaren lodiera/soldadura hegala	a : 8.0 mm
Soldaduraren aldizkako jostura errailaren eta hegalaren artean	: EZ

43. taula: Profilen ezaugarriak

HE B 260 + SA 65 (higatuak)							
$I_x$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]	$A_y$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_z$ [cm <sup>2</sup> ]	Zabalera [mm]	Altuera [mm]
479.89	23862.49	5723.00	168.90	90.13	27.28	260.00	327.50



28.irudia: Sekzioa



Behin materiala eta profila zehaztuta daudela, datu orokorrak lortuko dira. 44. taulan adierazita daude.

44. taula: Datu orokorrak

Erabilitako araudia: EN 1993-6:2007/AC:2009-07 – Europar Batasuna		
Habearen luzera totala	60	m
Habearen pisu totala	8143.6	kg
Sekzioaren pisua metroko	135.7	kg/m
Habearen pisu totala errailaren higaduraren ondorioz sekzioan egindako %25-eko txikitzea eta gero	7955.2	kg
Sekzioaren pisua metroko (txikitzea eta gero)	132.6	kg/m

Habe gidaria, 60m-tan habe jarraitu bat bezala lan egingo du, 6 m-ko euskarriak izanda (portikoetan). Lehengo euskarria artikulatu finkoa izango da, eta gainerakoak artikulatu mugikorak. Gainera, albo gilbordura ekiditeko zurruntzaileak jarriko dira euskarrietan.

Indarrak adierazteko, lehenengo eta behin karga konbinazio kopurua zehaztu behar da, kasu honetan (45. taulan adierazten den moduan) 336 karga konbinazio sortu dira.

45. taula: Karga konbinazioak

Karga posizioen gehikuntza	:	1	m
Sortutako garabiaren posizio kopurua	:	67	
Sortutako karga konbinaketa kopurua	:	336	

Bigarren pausua garabiaren ezaugarriak zehaztea da, 46. taulan adierazten den bezala.

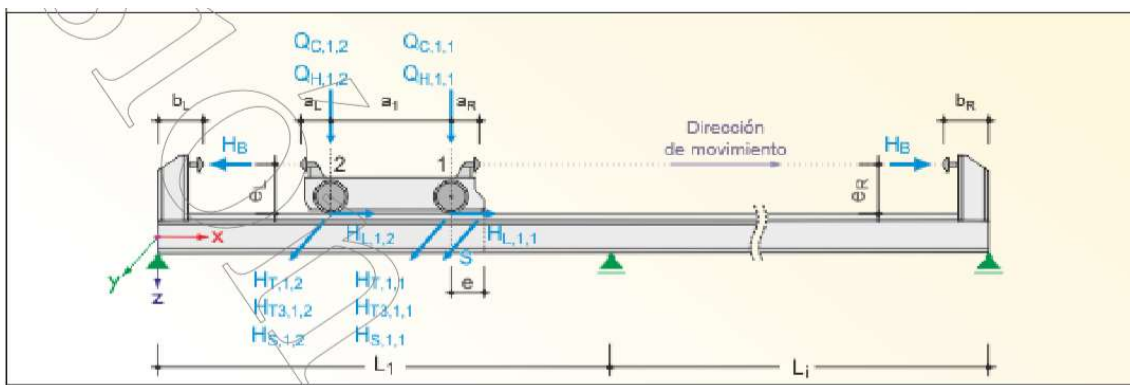
46. taula: Garabiaren ezaugarriak

Koefiziente dinamikoa			
- Garabi pisua	$\varphi_1$	:	1.100
- Karga jasotzea	$\varphi_2$	:	1.100
- Bapateko pisu jasotzea	$\varphi_3$	:	1.100
- Garabiaren desplazamendua	$\varphi_4$	:	1.100
- Indar eragilea	$\varphi_5$	:	1.100
- Tope indarra	$\varphi_7$	:	1.250
S klasea		:	S0
Garabiaren ezkerreko topea	$a_L$	:	0.295 m
Garabiaren eskumako topea	$a_R$	:	0.295 m
Garabiaren ardatz kopurua		:	2
Ardatzen arteko distantzia	$a_1$	:	3.800 m
Tope indarra	$H_B$	:	0.000 kN

Hirugarren pausua kargak definitzea da, 47. taulan ikusten den bezala karga bertikal maximoa 72,937 kN-ekoa da, eta minimoa 27,131 kN-ekoa. Zeharkako indarra 11,772 kN-ekoa da. Kargak eta geometria hobeto ulertzeko asmoz 29. irudia sortu da.

47. taula: Kargen balioak

Ardatz zenb.	Karga bertikalak gurpil bakoitzeko		Karga horizontalak gurpil bakoitzeko			Luzetarako kargak $H_L$ [kN]	Distantzia $e$ [m]	Indar zeiharra $S$ [kN]
	$Q_C$ [kN]	$Q_H$ [kN]	$H_T$ [kN]	$H_S$ [kN]	$H_{T3}$ [kN]			
1	72.937	27.131	-11.772	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	72.937	27.131	-11.772	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



29.irudia: Indarren aplikazio eskema

Zehaztutako datuekin karga konbinazioak sortuko dira, 48. taulan adierazten den moduan.

48. taula: Kargen konbinaketa modua

Zenb.	CC zenb.	Deskribapena
1	CC1	Berezko pisua + Beste karga iraunkorra
2	CC2	Beste karga aldakorrek
3	CC3, 11...	$Q_C$
4	CC4, 12...	$Q_C \varphi_1$
5	CC5, 13...	$Q_C \varphi_4$
6	CC6, 14...	$Q_H \max(\varphi_2, \varphi_3)$
7	CC7, 15...	$Q_H \varphi_4$
8	CC8, 16...	$H_T \varphi_5 + H_L \varphi_5$
9	CC9, 17...	$H_S + S$
10	CC10, 18...	$H_{T3}$

Konbinaketa guztiak eginda, emaitzak lortzen dira. 49. taulan adierazten den moduan, tentsioei dagokionez konbinaketa kritikoena CO32 da (30. irudian ikusi ahal da grafikoa). Deformazio horizontalari dagokionez, CO312 konbinaketa kritikoena da, 1,5 mm-tako deformazioarekin (31. irudian ikusi ahal da grafikoa). Deformazio bertikalari dagokionez, aldiz, CO315 konbinaketa da kritikoena, 7,3 mm-tako deformazioarekin (32. irudian ikusi ahal da grafikoa). Nekera egindako azterketa, erresistentzia soberan egiaztatzen du. Azkenik, soldadurentzako konbinaketa kritikoena CO32 izango da.

**CO 32 hipotesia** ( $x = 5,8$  m):  $\gamma_G \cdot (CC1 + CC52) + \gamma_G \cdot (CC54 + CC56) + \gamma_{Qo} \cdot CC2$

Non:

- CC1 eta CC52: Habearen eta zubi garabiaren berezko pisua gehi karga iraunkorrak.
- CC2: Karga aldakor gehigarriak.
- CC54 eta CC56: Zubi garabiaren mugimenduaren ondoriozko kargak, gurdia mugimenduan.

**CO 312 hipotesia** ( $x = 61$  m):  $\gamma_G \cdot (CC1 + CC500) + \gamma_Q \cdot (CC502 + CC504) + \gamma_{Qo} \cdot CC2$

Non:

- CC1 eta CC500: Habearen eta zubi garabiaren berezko pisua gehi karga iraunkorrak.
- CC2: Karga aldakor gehigarriak.
- CC502 eta CC504: Zubi garabiaren mugimenduaren ondoriozko kargak, gurdia mugimenduan.

**CO 315 hipotesia** ( $x = 61$  m):  $\gamma_G \cdot (CC1 + CC501) + \gamma_G \cdot (CC503 + CC505) + \gamma_{Qo} \cdot CC2$

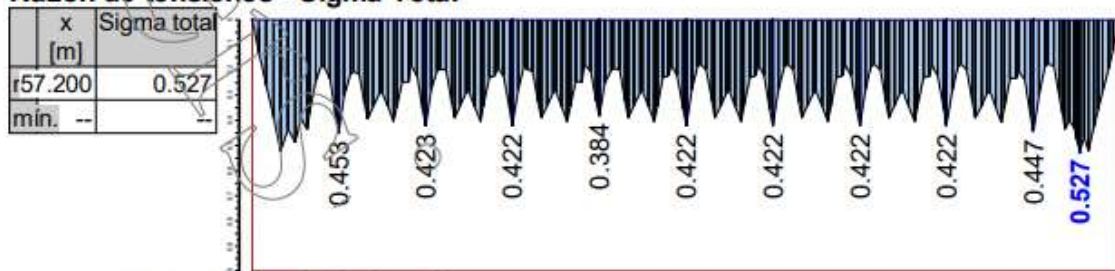
Non:

- CC1 eta CC501: Habearen eta zubi garabiaren berezko pisua gehi karga iraunkorrak.
- CC2: Karga aldakor gehigarriak.
- CC503 eta CC505: Zubi garabiaren mugimenduaren ondoriozko kargak, karga igotzean.

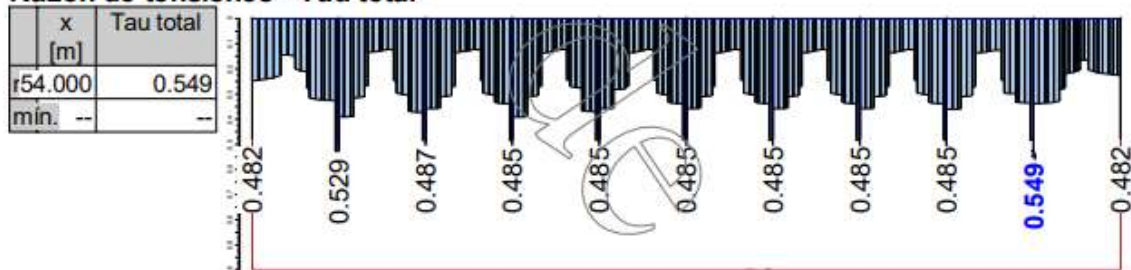
49. taula: Kalkulu laburpena

Kalkulu mota	Barra zenb.	Posizioa x [m]	Kalkulu irizpidea		Karga konbinaketa erabakigarria
			Izanduna	Muga	
2.4 Tentsio analisia	1	5.800	0.560	< 1.00	CO32
2.5 Deformazio analisia - Horizontala	10	3.200	4058.075	> 1000.00	CO312
2.6 Deformazio analisia - Bertikala	10	3.200	818.469	> 750.00	CO315
2.6 Kalkulua nekera	1	5.800	0.311	< 1.00	
2.7 Makadura analisia	1	5.800	0.516	< 1.00	
2.8 Soldadurak – Tentsio analisiak	1	5.800	0.203	< 1.00	CO32

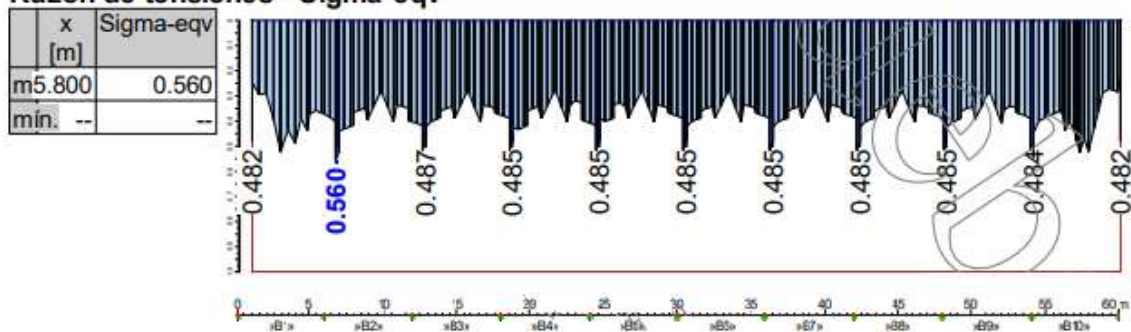
Razón de tensiones - Sigma Total



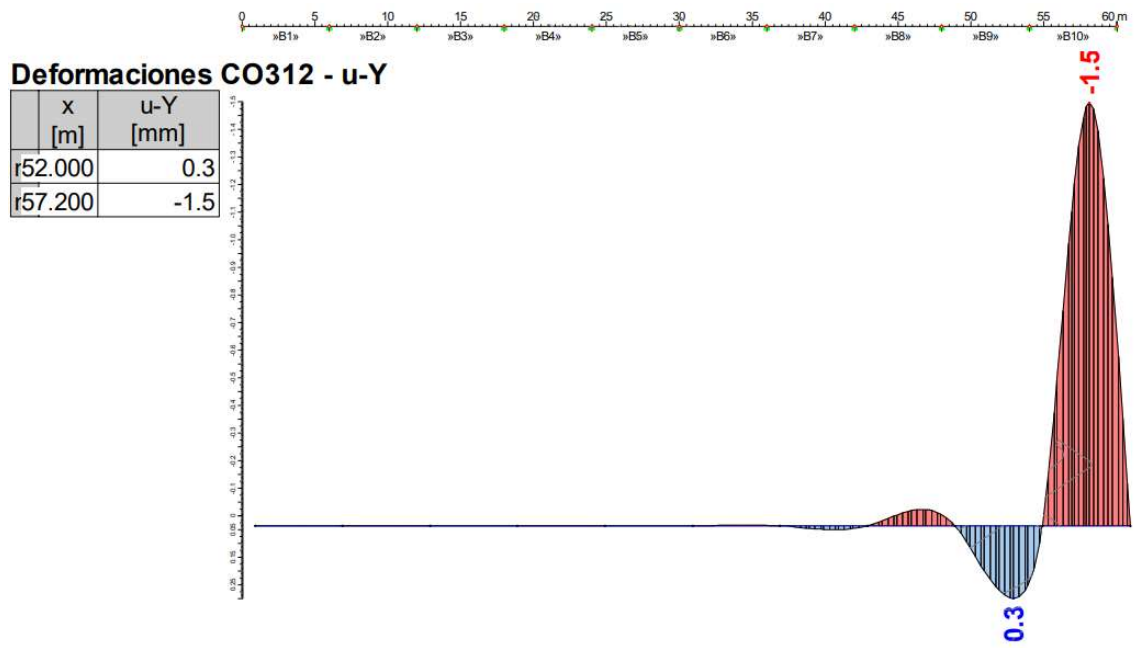
Razón de tensiones - Tau total



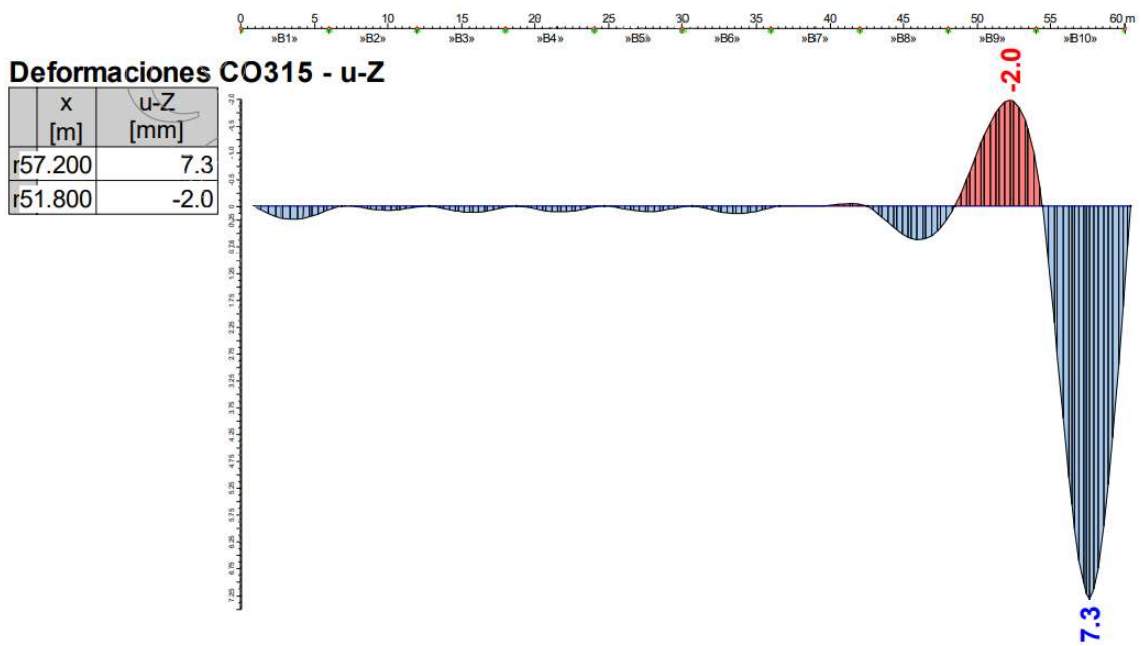
Razón de tensiones - Sigma-eqv



30.irudia: CO32 konbinaketaren tentsio grafikoak



31.irudia: Deformazio horizontalaren grafikoa CO312 konbinaketan



32.irudia: Deformazio bertikalaren grafikoa CO315 konbinaketan

### 3.1.6 GOIKO SOLAIRUAREN FORJATUAREN KALKULUA

#### 3.1.6.1 HASIERAKO DATUAK

Goiko solairua egituraren amaieran egongo da kokatuta, 13. eta 15. portikoen artean. 25m-tako zabalera eta 12m-tako luzera izango ditu, hau da, 300 m<sup>2</sup>-tako gainazala izango du.

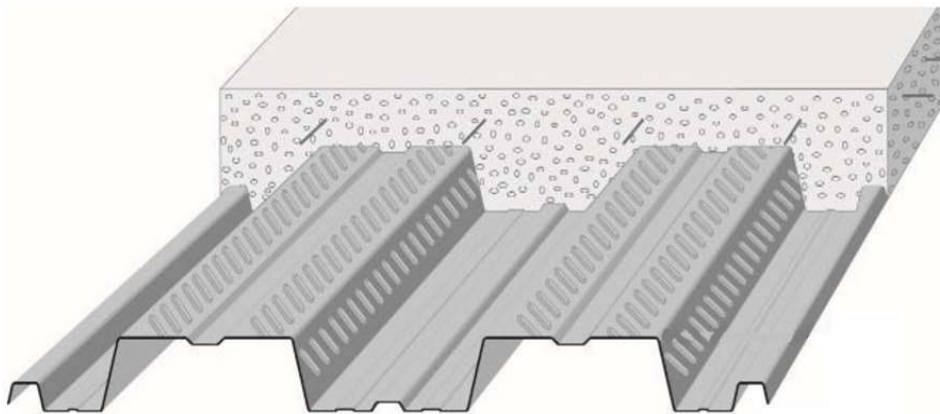
Goiko solairuaren azpiko altuera librea 4 m-takoa da, beraz, goiko solairuaren altuera teilatu-hegalerraino 5m-takoa da.

Hormigoiz eta altzairuz osatutako forjatu kolaborantea aukeratu egin da, altzairua trakziozko indarrak jasango ditu eta hormigoiak konpresiokoak. Norabide bakarreko forjatua izango da.

Azkenik, 13. eta 15. portikoen artean habeak egongo dira, lehenengo lotura artikulatu finkoa izango da eta gainontzekoak artikulatu mugikorrak.

#### 3.1.6.2 FORJATUAREN AUKERAKETA

Arcelor Mittal-eko Arval katalogoko Cofraplus 76 forjatu kolaborantea aukeratu da, forjatu arin bat baimentzen duelako.



33.irudia: Cofraplus 76

0,8 mm-tako lodiera daukan xafra aukeratu da. 50. taulan ikusi ahal den moduan, bere sekzioa 7,33 cm<sup>2</sup>/m-takoa da, inertzia momentua 83,27 cm<sup>4</sup>/m-takoa eta momentu erresistentea 18,91 cm<sup>3</sup>/m-takoa.

50. taula: Xaflen ezaugarriak

Espesor (mm)	Sección (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia (cm <sup>4</sup> /m)	W (cm <sup>3</sup> /m)
0,7	6,41	72,66	16,55
0,8	7,33	83,27	18,91
1,0	8,7	98,89	22,46
1,2	10,07	114,5	26,0

Behin xaflaren lodiera aukeratuta dagoela, lauzaren lodiera aukeratu da. Kasu honetan 18 cm-tako lodiera aukeratu da. 51. taulan ikusi ahal den moduan, 135,1 L/m<sup>2</sup>-ko bolumena eta 338 daN/m<sup>2</sup>-ko pisua dauka.

51. taula: Lauzaren ezaugarriak

Datos de la losa	Altura total de losa en mm			
	140	160	180	200
Volumen en L/m <sup>2</sup>	95,1	115,1	135,1	155,1
Peso en daN/m <sup>2</sup>	238	288	338	388

Hemendik aurrera 18 cm-tako lauzua, H18 bezala agertzen da. 52. taulan ikusi ahal den moduan H18 lauzari gomendatzen den mallazoa Ø5 200x300 da.

52. taula: Mallazo gomendagarria

MALLAZO RECOMENDADO			
H14	H16	H18	H20
Ø 4 200x300	Ø 5 200x300	Ø 5 200x300	Ø 6 200x300

Xaflaren eta lauzaren lodiera jakinda, jasandako indarren arabera habeen arteko distantzia zehaztu da 54. taularen bitartez.

Indarrak kalkulatzeko konbinaketa bakarra erabiliko da, berezko pisua eta erabilera gaitzera kontuan hartzen dituenak. Erabiliko den konbinaketa hurrengokoa da:

$$1,35 \cdot (q_{pp1} + q_{pp2}) + 1,5 \cdot q_u$$

Forjatuaren berezko pisuari baldosen eta trenkada-multzoaren pisua gehituko da, 150 daN/m<sup>2</sup>-ko balioa izango duena.



Erabilera gainkarga, **CTE DB SE-AE dokumentuaren 3.1** taularen (53. taula) arabera lortuko da. 53. taularen arabera, goiko solairua C1 taldearen barnean sartzen da, beraz, erabilera gainkarga 3 kN/m<sup>2</sup>-ko balioa izango du.

53. taula: Erabilera gainkarga

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Datu guztiak izanda, konbinaketaren emaitza lortu ahal da:

$$1,35 \cdot (q_{pp} + q_{pp2}) + 1,5 \cdot q_u = 1,35 \cdot (338 + 150) + 1,5 \cdot 300 = 1108,8 \text{ daN/m}^2$$

54. taula: Argiaren aukeraketa

H 18		Luz en metros					
		2	2,5	3	3,5	4	4,5
Espesor	0,7	2220	1730	1450	960	680	480

Ez daude 0,8 mm-tako xafrentzako taulak, hortaz erabili da 0,7 mm-tako xafrentzako prestatutakoa, honek ahalbidetuko du kalkulu kontserbakor bat. 54. taulan ikusi ahal den moduan, 2,5 m-tako argia aukeratu da. Gainkargaren arabera 3 m-tako argia ere aukeratu ahal zen, baina hau aukeratuz eskorak erabili beharko ziren, eraikuntza lana zailduz.



55. taula: Armaduren kalkulua

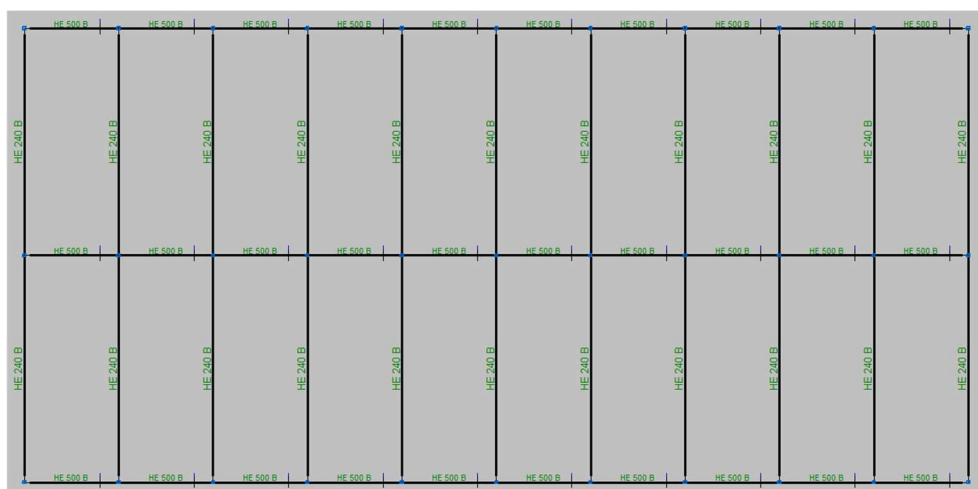
Espesor (mm) de losa	140				160				180			
	0,7	0,8	1,0	1,2	0,7	0,8	1,0	1,2	0,7	0,8	1,0	1,2
400	Ø10 c/250	Ø10 c/250	Ø10 c/250	Ø10 c/250								
500	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200	Ø10 c/200				
600	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200
700	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200
800			Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200	Ø12 c/200
900				Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200
1000							Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200	Ø14 c/200
1200										Ø16 c/200	Ø16 c/200	Ø16 c/200

Forjatuak jasango duen gainkarga eta lauzaren eta xaflaren lodierak kontuan hartuta, armadura negatiboak kalkulatu dira 55. taularen bitartez. Erabiliko diren armadura negatiboak Ø16 mm-takoak izango dira, haien artean 20 cm-tako distantzia izanda.

### 3.1.6.3 HABEEN KALKULUA

Habeen kalkulua gauzatzeko CYPE software-a erabiliko da. Horretarako, habeak jasaten dituzten indarrak eta bere geometria definitu behar dira. Horretaz aparte, habeak hiru euskarri izango dituzte, guztiak lotura giltzatuak izango dira.

Aukeratutako habeak, S275 JR materiala eta HE 240 B profila daukate, 30,71 kg/m-ko pisuarekin. Guztira 11 habe egongo dira, 2,5 m-tako distantziarekin beraien artean.



34.irudia: Goiko solairuaren habeen antolakuntza

Zerbitzu limiteari dagokionez, **CTE DB SE dokumentuaren** 4.3.3.1 puntua jarraituz, gezi limitea L/500 izango da.

Suaren aurreko seguritatea bermatzeko **CTE DB SI dokumentua** jarraituko da, araudi horren seigarren atalean agertzen den 3.1 taularen (56. taula) arabera R90-eko erresistentzia izan behar dute habeak. Gainera, zementua daukan bermiculita-perlita morteroa erabiliko da, seguritatea bermatzeko.

56. taula: Suari erresistentzia

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
<b>Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario</b>	<b>R 120 <sup>(3)</sup></b>	<b>R 90</b>	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

**Comprobar la resistencia al fuego (CTE DB SI)**

**Resistencia requerida**

R 15  
  R 30  
  R 60  
  **R 90**  
  R 120  
  R 180  
  R 240

**Revestimiento de protección**

Sin revestimiento ignífugo  
 Placa de fibrosilicato de calcio  
 Placa de fibrocemento  
 Placa de cartón yeso  
 Placa de vermiculita-perlita con cemento  
 Panel rígido de lana de roca  
 Proyectado de fibras minerales  
 **Mortero de vermiculita-perlita con cemento (baja densidad)**  
 Mortero de vermiculita-perlita con cemento (alta densidad)  
 Mortero de vermiculita-perlita con yeso  
 Lana mineral o de roca  
 Pintura intumescente

Densidad: 350.0 kg/m<sup>3</sup>  
 Conductividad: 0.120 W/(m·K)  
 Calor específico: 1200 J/(kg·K)

35.irudia: CYPE-n sutearen aurreko erresistentzia

Erabiliko den konbinaketa forjatua kalkulatzeko erabili den berdina izango da, baina habeen berezko pisuaren gehiketarekin eta emaitzaren unitatea kN/m izango da:

$$1,35 \cdot (q_{pp1} + q_{pp} + q_{pp3}) + 1,5 \cdot q_u$$

$$\text{Forjatuaren berezko pisua } q_{pp1} = 3,38 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5 m = 8,45 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Baldosa eta trenkada multzoaren pisua } q_{pp2} = 1,50 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5 m = 3,75 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Habeen pisua } q_{pp3} = 30,71 \frac{kg}{m} \cdot \frac{9,81 N}{1 kg} \cdot \frac{1 kN}{10^3 N} = 0,301 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Erabilera gainkarga } q_u = 3 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5 m = 7,5 \frac{kN}{m}$$

Konbinaketaren emaitza:

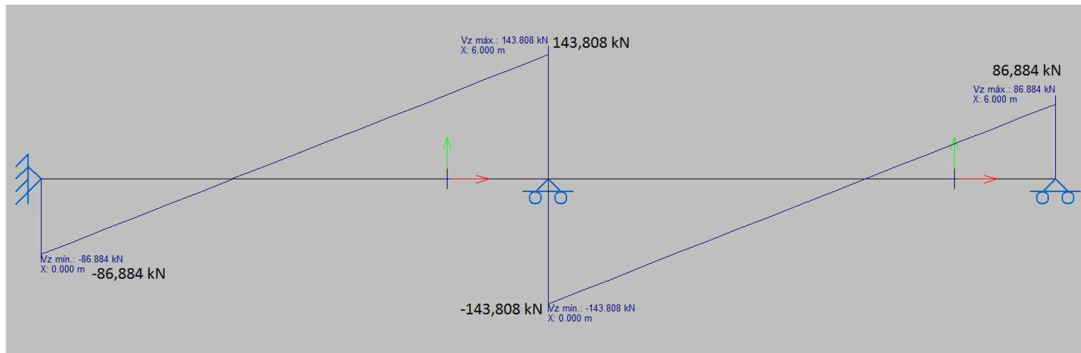
$$1,35 \cdot (8,45 + 3,75 + 0,301) + 1,5 \cdot 7,5 = 28,13 \frac{kN}{m}$$

CYPE software-a bere kabuz kontuan hartzen du habeen pisua, beraz indarrak softwarean sartzerako orduan, habeen pisua ez da kontuan hartuko.

$$1,35 \cdot (8,45 + 3,75) + 1,5 \cdot 7,5 = 27,72 \frac{kN}{m}$$

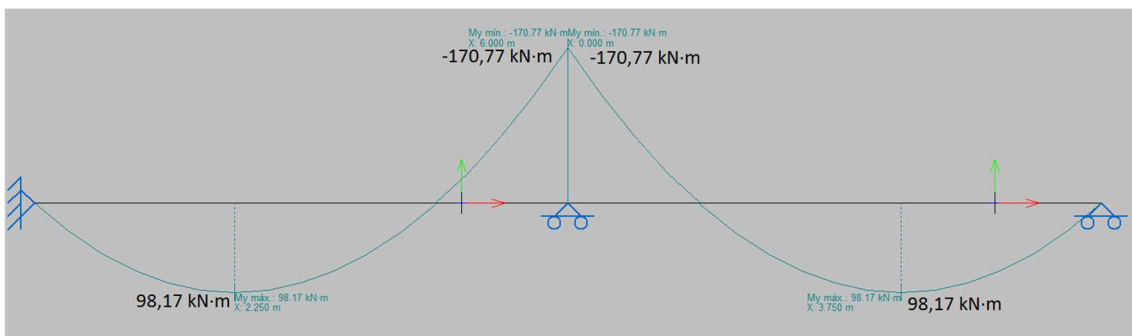
Ondoren ikusten dira indarren eta momentuen diagramak, geroago egiaztapenak gauzatzeko erabiliko direnak.

- Indar ebakitzailen diagrama



36.irudia: Indar ebakitzailen diagrama

- Momentuen diagrama



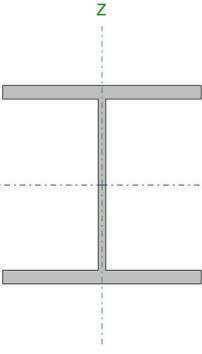
37.irudia: Momentuen diagrama

HE 240 B (S275)
Temperatura ambiente
✓ Aprov. : 78.12 %
X: 6.000 m
Situación de incendio (R 90)
✓ Aprov. : 80.95 %
X: 6.000 m
Temperatura máx. de la barra : 439.5 °C
Mortero de vermiculita-perlita con cemento (baja densidad):
25 mm

38.irudia: Emaitz orokorrak

Behin geometria eta kargak programan zehaztuta daudela, emaitzak lortu ahal dira. 38. irudian ikusi ahal den moduan, erresistentziarekiko aprobetxamendua %78,12 da, eta sute baten aurreko erresistentziarekiko %80,95. Gainera, habeak erresistitzen duten temperatura maximoa 439,5 °C da.

Ondoren, CYPE-n egindako egiaztapenak:

Profila: HE 240 B							
Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N1	N2	6.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Oharrak: (1) Adierazitako ardatzarekiko inertzia (2) Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
	Plano XY		Plano XZ		Plano XY		Plano XZ
	β	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	L <sub>K</sub>	0.000	6.000	6.000	6.000	6.000	
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaen aldageta faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 138.94 m-1 Tenperatura maximoa: 439.5 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate baxua): 25 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sw}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N1/N2	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.375 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 6 m $\eta = 78.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 6 m $\eta = 29.7$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> $\eta = 78.1$
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako axialik ez trakzioa ez konpresioa. (2) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako axiala trakzioa. (3) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako axiala konpresioa. (4) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako makurdura momentua. (5) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (6) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (7) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (8) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez makurdura momentuaren, axialaren eta ebaketaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (9) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu torsorerik. (10) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Egoera		
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N1/N2	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 6 m $\eta = 80.9$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 6 m $\eta = 22.9$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> $\eta = 80.9$		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako axiala trakzioa. (2) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako axiala konpresioa. (3) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako makurdura momentua. (4) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (5) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (6) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (7) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez makurdura momentuaren, axialaren eta ebaketaren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (8) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu torsorerik. (9) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Oharrak: Z: Lerdentasun limitea N: Erresistentzia trakzioa N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresioa M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara biaxialera. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketa, Y. V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketa, Z. N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> : Erresistentzia trakzioa eta makurdurara. N <sub>M</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia konpresioa eta makurdurara. N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketa, axiala eta makurdurara. N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia torsioa axialarekin, makurdurarekin eta ebaketarekin konbinatuta. x: Barraren jatorriarekiko distantzia. $\eta$ : Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**20.60 ≤ 168.93 ✓**

Non:

**h<sub>w</sub>**: Arimaren altuera.

**h<sub>w</sub>** : 206.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arimaren lodiera.

**t<sub>w</sub>** : 10.00 mm

**A<sub>w</sub>**: Arimaren azalera.

**A<sub>w</sub>** : 20.60 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>**: Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

**A<sub>fc,ef</sub>** : 40.80 cm<sup>2</sup>

**k**: Sekzio motaren araberako koefizientea.

**k** : 0.30

**E**: Elastikotasun modulua.

**E** : 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>**: Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

**f<sub>yf</sub>** : 265.00 MPa

Izanez:

$$f_{yf} = f_y$$

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.643 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.781 ✓

Makurdura positibora:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.00 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 170.77 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>** :

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

**M<sub>c,Rd</sub>** : 265.76 kN·m

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoan erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

**W<sub>pl,y</sub>** : 1053.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Non:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)} & f_y: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: & \text{Materialaren seguritate koefiziente partziala.} & \gamma_{M0}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$

**Albo gilbordurari erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{b,Rd}$ :

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}: \underline{218.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.  $W_{pl,y}: \underline{1053.00} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}: \underline{252.38} \text{ MPa}$

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

Non:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)} & f_y: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M1}: & \text{Materialaren seguritate koefiziente partziala.} & \gamma_{M1}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko txikitze faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}: \underline{0.82}$$

Non:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}: \underline{0.84}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  $\alpha_{LT}: \underline{0.21}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}: \underline{0.75}$$

$M_{cr}$ : Albo gilborduraren momentu kritikoa.  $M_{cr}: \underline{495.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$  elastizitate teoriaren arabera zehazten da:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Non:

$M_{LTv}$ : Barraren erresistentzia torsio uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTv}: \underline{433.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTw}$ : Barraren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{r,z}^2 \quad M_{LTw}: \underline{239.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Izanez:

<b>W<sub>el,y</sub></b> : Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat.	<b>W<sub>el,y</sub></b> : <u>938.33</u> cm <sup>3</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>3923.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Inertzia momentua tortsio uniformera.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>102.70</u> cm <sup>4</sup>
<b>E</b> : Elastizitate modulua.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Zeharkako elastizitate modulua.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>c</sub><sup>+</sup></b> : Goiko hegalararen albo gilborduraren luzera eraginkorra.	<b>L<sub>c</sub><sup>+</sup></b> : <u>6.000</u> m
<b>L<sub>c</sub><sup>-</sup></b> : Beheko hegalararen albo gilborduraren luzera eraginkorra.	<b>L<sub>c</sub><sup>-</sup></b> : <u>6.000</u> m
<b>C<sub>1</sub></b> : Euskarri baldintzen eta makurdura momentuen araberako faktorea.	<b>C<sub>1</sub></b> : <u>1.00</u>
<b>i<sub>f,z</sub></b> : Biraketa erradioa.	<b>i<sub>f,z</sub><sup>+</sup></b> : <u>6.65</u> cm <b>i<sub>f,z</sub><sup>-</sup></b> : <u>6.65</u> cm

### **Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.297 ✓

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan. **V<sub>Ed</sub>** : 143.81 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 484.35 kN

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera. **A<sub>v</sub>** : 33.24 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

**h**: Sekzioaren ertza. **h** : 240.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera. **t<sub>w</sub>** : 10.00 mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Non:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M0</sub>** : 1.05



**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{16.40 < 65.92} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 16.40

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\max}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{\max}$  : 65.92

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanda:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{72.47 \text{ kN} \leq 242.17 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 72.47 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 484.35 kN

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.496} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.809} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  $M_{Ed}^+ : \underline{0.00}$  kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  $M_{Ed}^- : \underline{126.50}$  kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$   $M_{c,Rd} : \underline{254.93}$  kN·m

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.  $W_{pl,y} : \underline{1053.00}$  cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{242.10}$  MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanez:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.  $f_{y,\theta} : \underline{242.10}$  MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{265.00}$  MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.  $k_{y,\theta} : \underline{0.91}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

**Albo gilbordurari erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{b,Rd}$ :

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$   $M_{b,Rd} : \underline{156.27}$  kN·m

Non:

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.  $W_{pl,y} : \underline{1053.00}$  cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{242.10}$  MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanez:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.  $f_{y,\theta} : \underline{242.10}$  MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{265.00}$  MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.  $k_{y,\theta} : \underline{0.91}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko txikitze faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT} : \underline{0.61}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT} : \underline{1.05}$$

$$\alpha_{LT} : \text{Inperfekzio elastikoaren koefizientea.} \quad \alpha_{LT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.88}$$

$$k_{\lambda,\theta} : \text{Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.} \quad k_{\lambda,\theta} : \underline{1.17}$$

$$M_{cr} : \text{Momentu elastiko kritikoa albo gilbordurarentzako.} \quad M_{cr} : \underline{495.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$  elastizitate teoriaren arabera zehazten da:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanez:

$M_{LTv}$ : Barraren erresistentzia tortsio uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTv} : \underline{433.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTw}$ : Barraren erresistentzia tortsio ez uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2 \quad M_{LTw} : \underline{239.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Izanez:

$$W_{el,y} : \text{Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat.} \quad W_{el,y} : \underline{938.33} \text{ cm}^3$$

$$I_z : \text{Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.} \quad I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \text{Inertzia momentua tortsio uniformera.} \quad I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

$$E : \text{Elastizitate modulua.} \quad E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$G : \text{Zeharkako elastizitate modulua.} \quad G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$$L_c^+ : \text{Goiko hegalararen albo gilborduraren luzera eraginkorra.} \quad L_c^+ : \underline{6.000} \text{ m}$$

$$L_c^- : \text{Beheko hegalararen albo gilborduraren luzera eraginkorra.} \quad L_c^- : \underline{6.000} \text{ m}$$

$$C_1 : \text{Euskarri baldintzen eta makurdura momentuen araberako faktorea.} \quad C_1 : \underline{1.00}$$

$$i_{f,z}^+ : \text{Biraketa erradioa.} \quad i_{f,z}^+ : \underline{6.65} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{6.65} \text{ cm}$$

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.229 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 106.52 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 464.62 kN

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera.

**A<sub>v</sub>** : 33.24 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

**h**: Sekzioaren ertza.

**h** : 240.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera.

**t<sub>w</sub>** : 10.00 mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 242.10 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanez:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 242.10 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.91

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**16.40** < **65.92** ✓

Non:

**λ<sub>w</sub>**: Arimaren lerdentasuna.

**λ<sub>w</sub>** : 16.40

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Lerdentasun maximoa.

**λ<sub>máx</sub>** : 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$ : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{ref}$ : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 265.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua

$V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**53.68 kN ≤ 232.31 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$ : 53.68 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

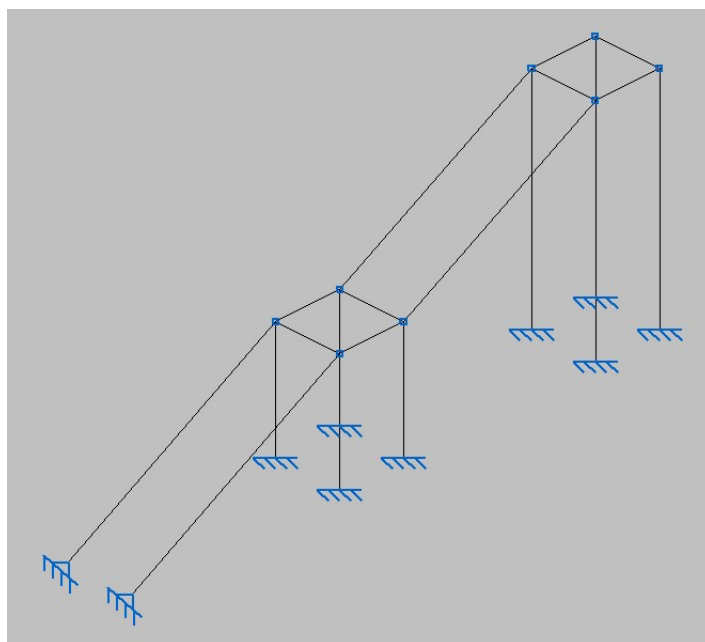
$V_{c,Rd}$ : 464.62 kN

### 3.1.7 ESKAILERA

#### 3.1.7.1 ESKAILERAREN EZAUGARRIAK

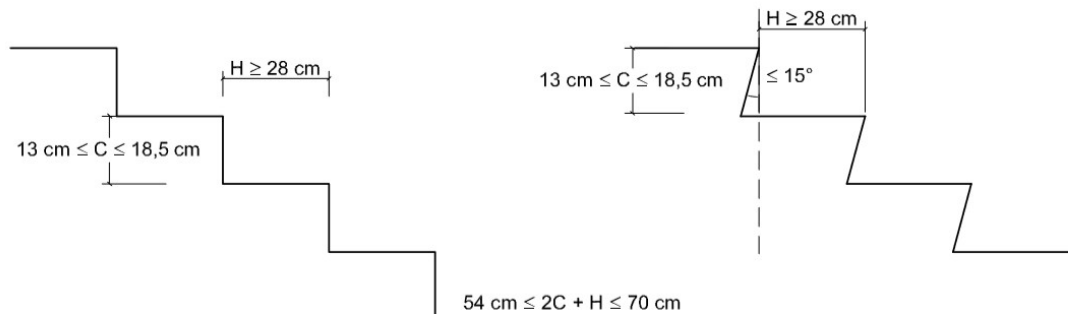
Eskaileraren kalkulua 1997ko apirilaren 14ko **486/1997 Errege Dekretua** eta **CTE DB SUA dokumentua** jarraituz gauzatuko da.

Eskailera S 275 JR altzairu laminatuz osatuta egongo da, habeak IPE 240 profilak izango dira, eta zutabeak HE 100 B. Ez ditu indarrak goiko solairuari transmitituko, 39. irudian ikusi daiteke bere eskema.



39.irudia: Eskaileraren eskema CYPE-n

Eskaileraren eskaloien kalkulurako **CTE DB SUA dokumentuaren** 4.2.1 puntua erabiliko da. 40. irudian ikusi ahal den bezala, mailagaina 28 cm-tako balio minimoa izan behar du, eta kontramailaren balio minimoa, aldiz, 13 cm eta 18,5 cm-tako balioen artean egon behar da. Gainera,  $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$  adierazpena bete behar da, C kontramaila izanda eta H mailagaina.



40.irudia: Mailaren mugak

Kontramailaren balioa 16 cm badira, eta mailagainarena 30 cm, bete beharreko baldintzak betetzen dira.

$$2 \cdot C + H = 2 \cdot 16 + 30 = 62 \text{ cm}$$

Eskailera 4 m-tako altueraraino ailegatzea ahalbidetzen duela kontuan hartuz, kontramailaren neurria jakinda, beharrezko eskaloi kopurua kalkulatu ahal da.

$$\text{Maila kopurua} = \frac{\text{Altuera totala}}{\text{Kontramaila}} = \frac{400 \text{ cm}}{16 \text{ cm}} = 25 \text{ eskaloi}$$

Eskaileraren zabalera kalkulatzeko orduan, **CTE DB SUA dokumentuaren 4.2.2** puntuaren arabera 0,9 m-tako zabalera minimoa lortzen da. Baina **486/1997 Errege Dekretuaren I** eranskinean, 7. puntuaren 4. azpipuntuaren arabera, zabalera minimoa 1 m-takoa izan behar da. Hortaz, 1,20 m-tako zabalera jartzea erabaki egin da.

Eskailburuei dagokionez, **CTE DB SUA dokumentuaren 4.2.2** puntuaren arabera, igogailurik ez dagoenez, eskailera-atal bakoitza igo ahal den altuera maximoa 2,25 m-takoa da. Eskailera bi ataletan bananduko da, eskailburu batekin erdian. Lehenengo atala 13 eskaloi izango ditu, eta bigarrena 12. Eskaloi kopuruarekin eta kontramailarekin baldintza betetzen dela baieztatuko da.

$$\text{Atal altuera} = \text{Eskaloi kopurua} \cdot \text{Kontramaila} = 13 \cdot 16 \text{ cm} = 208 \text{ cm} = 2,08 \text{ m}$$

Ikusi ahal den moduan, eskailburu batekin nahikoa da gehiegizko altuera ekiditeko. Gainera, **486/1997 Errege Dekretuaren I** eranskinean, 6. puntuaren 7. azpipuntuaren arabera, atea ezin dira eskaloien gainean ireki, beraz eskailburu bat egon behar da eskaileraren goiko amaieran.

Bai **486/1997 Errege Dekretuaren** I eranskinean, 6. puntuaren 7. azpipuntuaren arabera, bai **CTE DB SUA dokumentuaren** 4.2.3 puntuaren arabera, eskailburuen luzera minimoa 1m-takoa edo eskaileraren zabalaren berdina izan behar da. Kasu honetan, eskaileraren zabalera 1,20 m-takoa da, beraz eskailburuen luzera 1,20 m-takoa izango da.

Eskailburuen eta eskaloien neurriak jakinda, eskaileraren proiektzio horizontala lortu ahal da, 9,90 m-takoa izango da.



41.irudia: Xafla ildaskatua

Eskaloiak eta eskailburuak “Grupo Hierros Alfonso” enpresako xafla ildaskatuarekin osatuta egongo dira. 57. taulan ikusi ahal den moduan, bere pisua, 4-6 mm-tako lodierarekin, 38,75 kg/m<sup>2</sup>-koa izango da.

57. taula: Xafla ildaskatuaren ezaugarriak

DIMENSIONES m.m.	UNIDAD DE MEDIDA	PESO TEÓRICO Kg./m <sup>2</sup>	SUPERFICIE m <sup>2</sup>
<b>ESPESOR 3/5 MM</b>			
2000X1000	TM	30,56	2
6000X1500	TM	30,56	9
<b>ESPESOR 4/6 MM</b>			
2000X1000	TM	38,75	2
6000X1500	TM	38,75	9



Eskubandak kalkulatzeko orduan, **CTE DB SUA dokumentuaren** 4.2.4 puntua erabiliko da. Igogailurik ez dagoenez, eskubandak egongo dira eskaileraren bi aldeetan eta aldeetako batean 30 cm luzatuko da. Eskubandaren altuera 90 eta 110 cm artean egon behar da, kasu honetan altuera 100 cm-takoa izango da. Gainera, hormatik 4 cm-tara egongo dira.

Eskubandak "EUROGRATE" enpresakoak izango dira. Osagai guztien pisua gehituz, 14,9 kg/m-ko pisua daukala zehaztu da.

### 3.1.7.2 ESKAILERAREN KALKULUA

Eskaileraren habeen eta zutabeen kalkulua gauzatzeko CYPE software-a erabiliko da. Lehenengo eta behin geometria zehaztuko da, gero eskaileraren gain dauden kargak zehazteko eta azkenik emaitzak lortzeko.

Aukeratutako habeen profila IPE 240 da, eta zutabeen profila HE 100 B. Guztiak S275 JR altzairuz osatuta daude.

Kargak bi habeetan zehar bananduko dira, horregatik bere unitatea kN/m izango da. Erabiliko den konbinaketa, berezko pisua eta erabilera gainkarga kontuan hartzen ditu. Ez dira profilen pisuak sartuko, CYPE-ak berez kontuan hartzen dituelako.

Eskaileraren erabileraren ondorioz sortutako gainkarga, **CTE DB SE-AE dokumentua** jarraituz (58. taula) lortuko da. Goiko solairua C1 taldearen barnean sartzen da, beraz, erabilera gainkarga 3 kN/m<sup>2</sup>-ko balioa izango du.

58. taula: Erabilera gainkarga

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4),(5)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

$$1,35 \cdot (q_{pp1} + q_{pp2}) + 1,5 \cdot q_u$$

$$\text{Xafla ildaskatuaren pisua } q_{pp1} = 38,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{10^3} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,23 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Eskubanden pisua } q_{pp2} = 14,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{10^3} = 0,146 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

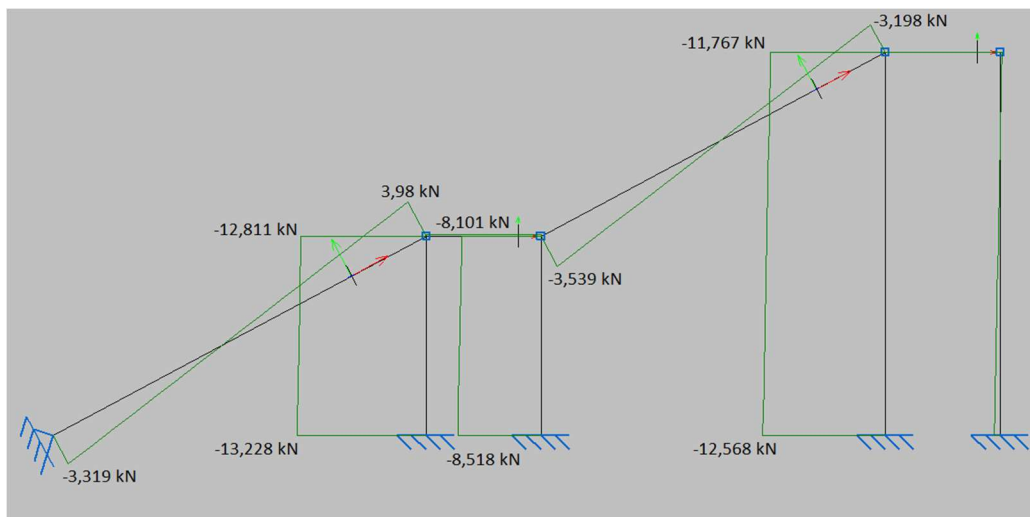
$$\text{Erabilera gainkarga } q_u = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0,6 \text{ m} = 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Konbinaketaren emaitza, eta CYPE-n sartuko dena:

$$1,35 \cdot (0,23 + 0,146) + 1,5 \cdot 1,8 = 3,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

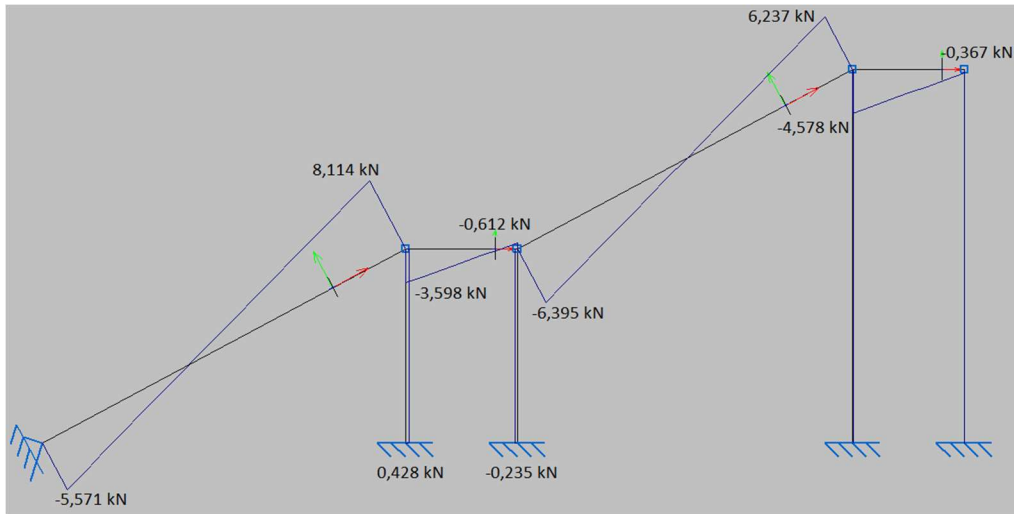
Ondoren ikusten dira indarren eta momentuen diagramak, geroago egiaztapenak gauzatzeko erabiliko direnak.

- Indar axialen diagrama



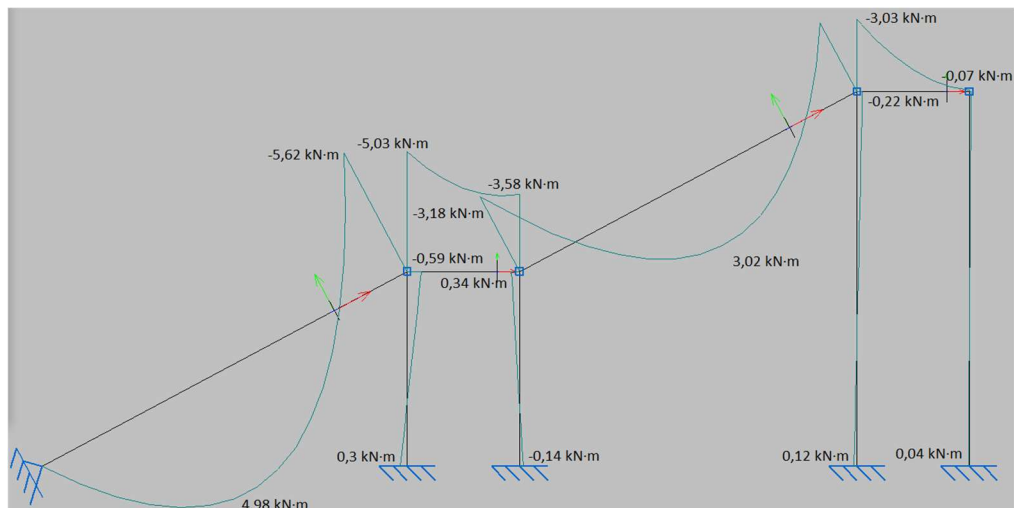
42.irudia: Indar axialen diagrama

- Indar ebakitzailen diagrama



43.irudia: Indar ebakitzailen diagrama

- Momentu makurtzaileen diagrama



44.irudia: Momentu makurtzaileen diagrama

Egiaztapenak egin baino lehen kontuan izan behar da barrak jasandako gilborduraren eta albo gilborduraren eragina.

Habeei dagokionez, lurrera lotuta dauden habeak giltzadura eta landapen loturak dituzten habeak izango dira, baina landapena ez du traslazioa mugatuta izango, gainerako habeak traslazioa mugatuta ez duten landapen loturak osatuko dituzte. Hortaz, erabilitako gilbordura koefizientea 1 izango da XZ planoan, XY planoan eskaloien arriostamendu eraginaren ondorioz gilbordura luzera 0,34 m-takoa (eskaloien arteko distantzia) izango da. Eskailburuetan, gilbordura luzera XY planoan nulua izango da. Eskaloien eraginari esker albo gilbordura mesprezagarria da, beraz ez da egiaztapena egin behar.

Zutabeei dagokionez, bilandatuta egongo dira eta goiko landapena traslazioa baimenduta izango du, hortaz, aukeratutako gilbordura koefizientea bai XY bai XZ planoetan 0,7 izango da. Albo gilbordura luzerak 2,08 m eta 4 m izango dira zutabe txikietan eta handietan hurrenez hurren.

Ondorengo egiaztapenetan ikusi ahal den moduan, eskaileraren habeen aprobetxamendua %8,4-koa da, zutabeena aldiz, %6,6-koa.

- HABEEN EGIAZTAPENA

Profila: IPE 240		Materiala: Altzairua (S275)					
	Loturak		Ezaugarri mekanikoak				
	Hasiera	Amaiera	Luzera (m)	Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N1	N4	4.420	39.10	3892.00	284.00	12.90
	Oharrak:						
	<sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia						
	<sup>(2)</sup> Tortsio uniformera inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
		Plano XY	Plano XZ	Goi hegala	Behe hegala		
	β	0.077	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	0.340	4.420	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000			
C <sub>1</sub>	-		1.000				
Oharrak:							
β: Gilbordura koefizientea							
L <sub>k</sub> : Gilbordura luzera (m)							
C <sub>m</sub> : Momentu koefizienteak							
C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A)															Egoera
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w1}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	
N1/N4	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.276 m $\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Cumple	x: 4.42 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 4.42 m $\eta = 7.9$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 4.42 m $\eta = 3.8$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.276 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 4.42 m $\eta = 8.4$	x: 0.276 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> $\eta = 8.4$
Oharrak:																
N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakziara																
N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora																
M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza																
M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza																
V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z.																
V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y.																
M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailera eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta.																
M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailera eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta																
NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara.																
NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara																
M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora																
M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta																
M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta																
x: Barraren jatorriarekiko distantzia.																
η: Aprobetxamendu koefizientea (%)																
N.P.: Ez da egin behar																
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.):																
<sup>(1)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako momento makurtzailea.																
<sup>(2)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua.																
<sup>(3)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu makurtzailearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
<sup>(4)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako momentu torsorerik																
<sup>(5)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																

**Lerdentasun muga** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.89 ✓

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 2

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 39.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 301.30 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 4129.02 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 301.30 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 3892.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 284.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 12.90 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>**: Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 37400.00 cm<sup>6</sup>

**E**: Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 0.340 m

**L<sub>kz</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 4.420 m

**L<sub>kt</sub>**: Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>**: Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 10.33 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanez:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira  
erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
koordinatuak.

$$i_y : \underline{9.98} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.70} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$35.55 \leq 246.95 \checkmark$$

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanez:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{220.40} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{13.66} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{11.76} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Erresistentzia trakziara** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{t,Ed} : \underline{5.37} \text{ kN}$$

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Non:

$A$ : Barraren zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Erresistentzia konpresiora** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.004 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.019 ✓

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpresiozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 4.48 kN

Konpresiozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 1024.05 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 2

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 39.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 237.26 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A** : 39.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M1</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M1</sub>** : 1.05

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.66}$$

$$\phi_z : \underline{2.57}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.51}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.89}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa,  
hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{301.30} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{4129.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{301.30} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

### **Makurdurara erresistentza Y ardatzean** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.079} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

$$M_{Ed}^- : \underline{7.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean  
deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen  
erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena  
daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$



$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa  
 $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$   
 Izanez:  
 $f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa  
 $\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Z** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.038} \checkmark$$

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan.  $V_{Ed}$  : 10.95 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \qquad V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 19.13 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.  $h$  : 240.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.  $t_w$  : 6.20 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \qquad 30.71 < 64.71 \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 30.71

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$ : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{ref}$ : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**6.37 kN ≤ 144.61 kN** ✓

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$ : 6.37 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$ : 289.23 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.084 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.075 ✓

Non:

$N_{t,Ed}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.

$N_{t,Ed}$ : 5.37 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$M_{y,Ed}$ : 7.59 kN·m

$M_{z,Ed}$ : 0.00 kN·m

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea**: 1

$N_{pl,Rd}$ : Erresistentzia trakziara.

$N_{pl,Rd}$ : 1024.05 kN

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{19.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.1 artikulua)

$M_{ef,Ed}$ : Momentu makurtzailea.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-7.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Izanda:

$\sigma_{com,Ed}$ : Konpresio handiena jasaten duen puntuaren tentsio konbinatua.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{19.57} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$ : Konpresio handiena jasaten duen puntuaren sekzioaren modulu erresistentea.

$$W_{y,com} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$ : Kalkulu momentu makurtzaile erresistentea.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$6.37 \text{ kN} \leq 144.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{6.37} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

- ZUTABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 100 B Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera	(m)	Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N18	N7	4.000	26.00	449.50	167.30	9.25
	Oharrak: (1) Adierazitako ardatzarekiko inertzia (2) Tortsio uniformera inertzia momentua						
	Plano XY		Plano XZ		Goi hegala		Behe hegala
	β	0.70	0.70	1.00	1.00		
	L <sub>k</sub>	2.800	2.800	2.000	2.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
	Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>k</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentu koefizienteak C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea						

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A)												Egoera			
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub>	M <sub>e</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N18/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 6.2	x: 4 m η = 1.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η = 0.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 6.6	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 6.6
<p>Oharrak:</p> <p>N<sub>t</sub>: Erresistentzia traksiarra N<sub>c</sub>: Erresistentzia konpresiora M<sub>y</sub>: Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M<sub>z</sub>: Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V<sub>y</sub>: Erresistentzia ebaketara, Z V<sub>z</sub>: Erresistentzia ebaketara, Y M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Erresistentzia Y momentu makurtzailera eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Erresistentzia Z momentu makurtzailera eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M<sub>t</sub>: Erresistentzia torsiora M<sub>e</sub>V<sub>z</sub>: Erresistentzia Z ebaketara eta momentu torsorerara konbinatuta M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Erresistentzia Y ebaketara eta momentu torsorerara konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar</p> <p>Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako trakziozko axiala. (2) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu makurtzailera. (3) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzura. (4) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu makurtzailerean arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (5) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu torsorerik. (6) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.</p>																

**Lerdentasun limitea** (CTE DB SE-A, 6.3.1 artikulua y 6.3.2.1 - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.27 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase :** 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A :** 26.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub> :** 442.28 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

$$N_{cr,y} : \underline{1188.32} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

$$N_{cr,z} : \underline{442.28} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

$I_y$ : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

$$I_y : \underline{449.50} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

$$I_z : \underline{167.30} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Inertzia momentua tortsio uniformera.

$$I_t : \underline{9.25} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Sekzioaren kopadura konstantea.

$$I_w : \underline{3380.00} \text{ cm}^6$$

$E$ : Elastizitate modulua.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Zeharkako elastizitate modulua.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_{ky}$ : Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

$$L_{ky} : \underline{2.800} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

$$L_{kz} : \underline{2.800} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_0$ : Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

$$i_0 : \underline{4.87} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$$i_y : \underline{4.16} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.54} \text{ cm}$$

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordenatuak.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Arimaren makadura hegal konprimituaren ondorioz** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.33 \leq 158.72 \checkmark$$

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$$h_w : \underline{80.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Arimaren azalera.

$$A_w : \underline{4.80} \text{ cm}^2$$

**A<sub>fc,ef</sub>**: Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$$\mathbf{A}_{fc,ef} : \underline{10.00} \text{ cm}^2$$

**k**: Sekzio klasearen arabeko koefizientea.

$$\mathbf{k} : \underline{0.30}$$

**E**: Elastikotasun modulua.

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**f<sub>yf</sub>**: Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

$$\mathbf{f}_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

### Erresistentzia konpresiora (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.025} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.062} \checkmark$$

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$\mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{16.97} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>c,Rd</sub>**:

$$\mathbf{N}_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{680.95} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\mathbf{Klasea} : \underline{1}$$

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

$$\mathbf{A} : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\mathbf{\gamma}_{M0} : \underline{1.05}$$

### Gilbordurara erresistentzia: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>**:

$$\mathbf{N}_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N}_{b,Rd} : \underline{273.12} \text{ kN}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

$$\mathbf{A} : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$$f_y: \text{Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Materialaren segurtate koefiziente partziala.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.40}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.90}$$

$$\phi_z : \underline{1.57}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{0.78}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.27}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa,  
hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{442.28} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{1188.32} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{442.28} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

### Makurdurara erresistentza Y ardatzean (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.011} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

$$M_{Ed}^+: \text{Izandako makurdura momentua egoera txarrean.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

$$M_{Ed}^-: \text{Izandako makurdura momentua egoera txarrean.}$$

$$\text{Kalkulu makurdura momentu erresistentea } M_{c,Rd}: \quad M_{Ed}^- : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{27.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean  
deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen  
erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseetako sekzioentzat.

$W_{pl,y} : 104.20 \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0} : 1.05$

**Ebaketara erresistentzia Z** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$

$\eta : 0.001 \checkmark$

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan.

$V_{Ed} : 0.12 \text{ kN}$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd} : 136.09 \text{ kN}$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v : 9.00 \text{ cm}^2$

$A_v = h \cdot t_w$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$h : 100.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Arima lodiera.

$t_w : 6.00 \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0} : 1.05$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$

$9.33 < 64.71 \checkmark$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$\lambda_w : 9.33$

$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$



$\lambda_{\text{máx}}$ : Lerdentasun maximoa.

$\lambda_{\text{máx}}$ : 64.71

$$\lambda_{\text{max}} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$ : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{\text{ref}}$ : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{\text{Ed}}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{\text{c,Rd}}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

**0.12 kN ≤ 68.04 kN** ✓

$V_{\text{Ed}}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{\text{Ed}}$ : 0.12 kN

$V_{\text{c,Rd}}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{\text{c,Rd}}$ : 136.09 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.031 ✓

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.040 ✓

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.066 ✓

Non:

$N_{\text{c,Ed}}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.

$N_{\text{c,Ed}}$ : 16.97 kN

$M_{\text{y,Ed}}$ ,  $M_{\text{z,Ed}}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$M_{\text{y,Ed}}$ : 0.16 kN·m

$M_{\text{z,Ed}}$ : 0.00 kN·m

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Class :** 1

**N<sub>pl,Rd</sub>:** Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

**N<sub>pl,Rd</sub> :** 680.95 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>:** Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

**M<sub>pl,Rd,y</sub> :** 27.29 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub> :** 13.47 kN·m

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A:** Sekzio gordinaren azalera.

**A :** 26.00 cm<sup>2</sup>

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>:** Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

**W<sub>pl,y</sub> :** 104.20 cm<sup>3</sup>

**W<sub>pl,z</sub> :** 51.42 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub> :** 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M1</sub> :** 1.05

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>:** Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

**k<sub>y</sub> :** 1.02

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

**k<sub>z</sub> :** 1.09

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>:** Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

**C<sub>m,y</sub> :** 1.00

**C<sub>m,z</sub> :** 1.00

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

**χ<sub>y</sub> :** 0.74

**χ<sub>z</sub> :** 0.40

**λ<sub>y</sub>, λ<sub>z</sub>:** Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren baliokekin.

**λ<sub>y</sub> :** 0.78

**λ<sub>z</sub> :** 1.27

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>:** Sekzio klasearen araberako koefizienteak.

**α<sub>y</sub> :** 0.60

**α<sub>z</sub> :** 0.60

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

**0.12 kN ≤ 68.04 kN** ✓

Non:

**V<sub>Ed,z</sub>:** Egoera kritikoan emandako indar ebakitzaila.

**V<sub>Ed,z</sub> :** 0.12 kN

**V<sub>c,Rd,z</sub>:** Indar ebakitzailaren kalkulu erresistentzia.

**V<sub>c,Rd,z</sub> :** 136.09 kN

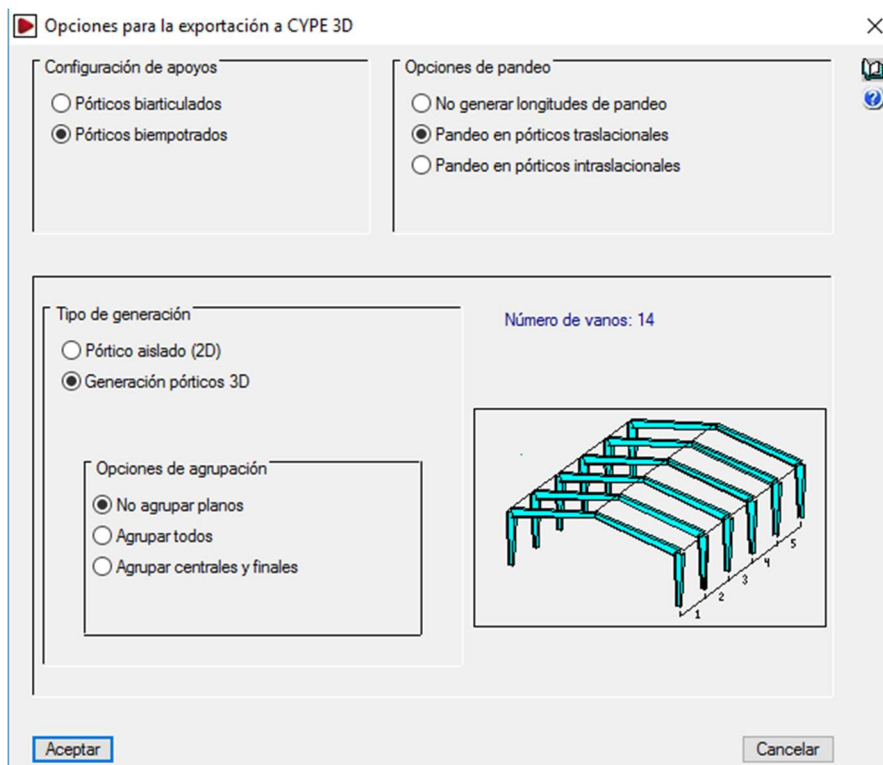
### 3.1.8 EGITURA METALIKOAREN KALKULUA

Behin egitura metalikoaren gainean eragiten duten elementu guztiak dimentsionatuta daudela, egitura metalikoa dimentsionatuko da.

Dimentsionamendua aurrera eramateko CYPE software-a erabiliko da, bere barruan CYPE 3D azpiprograma da dimentsionamendua gauzatuko duena.

#### 3.1.8.1 DIMENTSIONAMENDUA

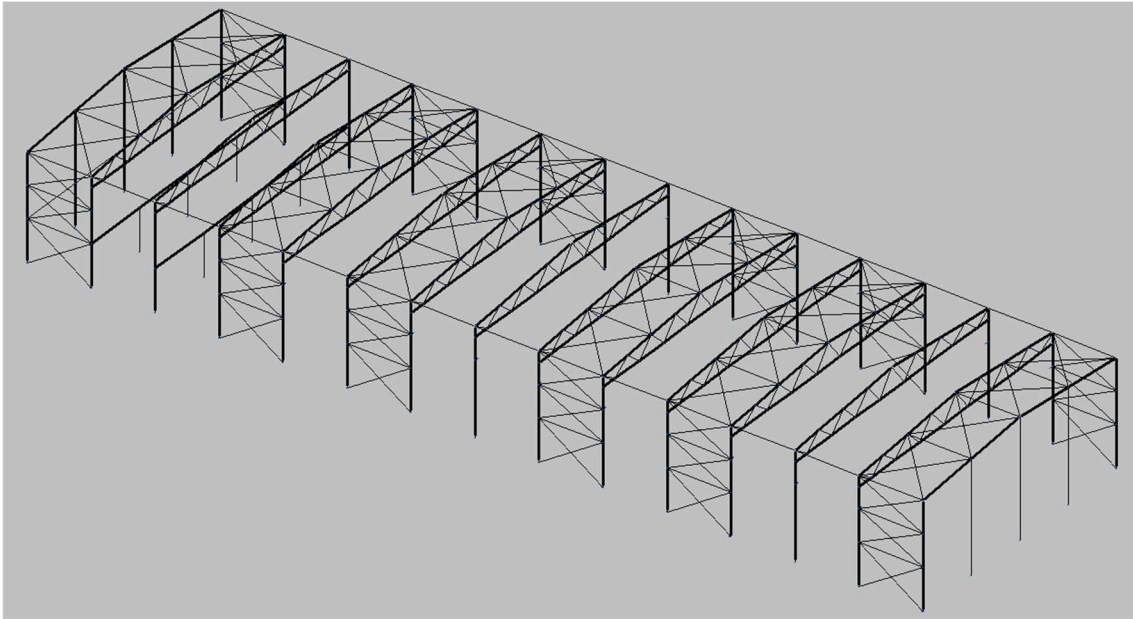
Aurretik 3.1.4 puntuan “Generador de porticos” azpiprograman erabilitako datuak gorde dira, beraz egituraren gaineko zenbait indar eta ezaugarri ez dira berriro zehaztu behar.



45.irudia: CYPE 3D-ra exportatu

45. irudian ikusi ahal de moduan, egitura CYPE 3D-ra exportatzerakoan hainbat eremu zehaztu behar dira. Portikoak bienpotratuak izango dira, eta gilbordura portiko translazionaletan egongo da.

Ondoren, egituraren geometria osotuko da, 46. irudian adierazitako egitura lortuz.



46.irudia: Egitura metalikoa

#### 3.1.8.1.1 LOTURAK

Portiko hastialak portiko bilandatuak izango dira. Zutabeak habeetara baita ere landatuta egongo dira, gailurrean aldiz, lotura giltzatu bat egongo da. Zutabetxoak landatuta egongo dira zapatetara, eta lotura giltzatuen bitartez lotuko dira portikoen habeetara.

Gainerako portikoak ere bilandatuak izango dira, gainera, lotura giltzatuen bitartez lotuko dira sareta osotzen duten goiko eta beheko kordioei. Saretaren barnean, goiko kordioa eta beheko kordioa diagonalen bitartez lotuko dira, lotura giltzatuen bitartez.

Zubi garabiaren habeak eusteko dauden mensulak landapenen bitartez lotzen dira portikoen zutabetara.

Goiko solairuari dagozkion lotura guztiak landapenak izango dira, bai haben eta zutabeen artean zein haben eta portikoen zutabeen artean. Gainera, goiko solairuaren zutabeak landatuta egongo dira zapatetara.

Arrioztratzeko erabiltzen diren San Andreseko gurutzeta guztien lotura guztiak giltzatuak izango dira.

### 3.1.8.1.2 GILBORDURA

Gilbordura, konpresioaren ondorioz elementu lerdinak, hau da, sekzioarekin konparatuz luzera handia duten elementuak, izaten duten ezegonkortasuna da.

Gilbordura CYPE programaren bitartez kalkulatzeko, gilbordura luzera zehaztu behar da. Horretarako, gilbordura koefizientea zehazten da, barraren luzeragatik biderkatuz gilbordura luzera lortzen da. Koefizientea lortzeko, oinarri bezala, **CTE DB SE-A dokumentuan** dagoen 6.1 taula (59. taula) erabili ahal da.

59. taula: Gilbordura luzera

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud $L_k$	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

Gilbordura luzera zehazterakoan, bi plano kontuan hartu behar dira, XY planoan eta XZ planoan. CYPE-ren arabera XY planoan plano ahula da, eta XZ planoan gogorra.

- PORTIKOEN ZUTABEAK

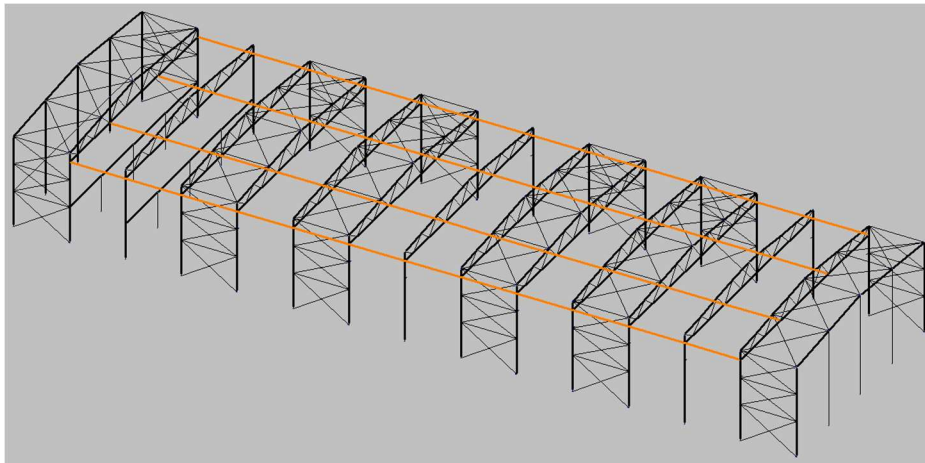
Portikoen zutabeetan petralak arriostatze funtzioak ere beteko dituzte, XY planoan arriostatuz, beraz gilbordura luzera 2 m-takoa izango da, hau da, petralen arteko distantzia. XZ planoan dagokionez, landapena-giltzadura dago baina giltzadura ez dauka traslazioa mugatuta, hortaz gilbordura koefizientea 1,5 izatea aukeratu da. Baina, 13., 14. eta 15. portikoak, hau da, goiko solairura landatuta daudenak, lehenengo 4 m-tan, bilandatuta dagoen barra bat bezala lan egingo dute, goiko landapena traslazioa baimenduta eukita, hortaz, tarte horretan gilbordura koefizientearen balioa 0,7 izango da, gainerako 6 metrotan gilbordura koefizientea 1,5-eko balioa izango du.

- MENSULA

Zubi garabiaren habea arriostatze funtzioak beteko ditu, beraz XY planoan landapen-giltzadura baldintza izango da, giltzaduran traslazioa baimenduta izanda, hau da, gilbordura koefizientearen balioa 1,5 izango da. XZ planoan, aldiz, ez dago arriostamendurik, hortaz, gilbordura koefizientearen balioa 2 izango da.

- SARETAREN BEHEKO KORDOIA

Saretaren beheko kordioak gilbordura koefiziente berdina izango du bai, XY bai XZ planoetan. Barra biartikulatuak direla eta, XZ planoan gilbordura koefizientearen balioa 1 izango da, 3,125m-tako gilbordura luzera zehatzuz. XY planoan, soilik gilbordura ekiditzea funtzioa duten lau arriostatze habe jarriko dira, 7,813 m-tako (muturretan) eta 9,375 m-tako (erdian) gilbordura luzerak bermatzeko. 47. irudian adierazten da habeen kokapena kolore laranja.



47.irudia: Beheko kordioen arriostamendu habeak

- SARETAREN GOIKO KORDOIA

Saretaren goiko kordioari dagokionez, petralen arriostatze lana dela eta, XY planoan gilbordura luzera 2 m-tako izango da, hau da, petralen arteko distantzia. XZ planoan, aldiz, barra biartikulatuak direnez, gilbordura koefizientea 1 izango da, beraz, gilbordura luzera 3,138m-takoa izango da.

- SARETAREN DIAGONALAK

Barra biartikulatuak dira, eta ez dute inolako kanpo arriostamendurik, hortaz, bi planoetan gilbordura koefizientea berdina izango da 1 balioarekin. Zortzi gilbordura luzera ezberdin egongo dira, diagonalak zortzi luzera ezberdin dituztelako.

- GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEAK

Bilandatuta dauden zutabeak dira, baina goiko landapenean ez dago traslazioa mugatuta, gainera, ez dute inolako kanpo arriostamendurik, beraz, bi planoetan gilbordura koefizientea berdina izango da 0,7 balioarekin. Gilbordura luzera 2,8 m-takoa izango da.

- GOIKO SOLAIRUAREN HABEAK

XY planoan forjatuak ekidituko du gilbordura, hortaz, gilbordura koefizientea XY planoan 0 izango da. XZ planoan, aldiz, lotura landatuak dauden arren, traslazonalak dira, hau da, gilbordura koefizientearen balioa 1 izango da, 6,25 m-tako gilbordura luzera zehaztuz.

- PORTIKO HASTIALEN HABEAK

XY planoan, petralen arriostramendu funtzioaren ondorioz, gilbordura luzera 2 m-takoa izango da. XZ planoan, landapen-giltzadura baldintza ematen da, giltzaduran traslazio mugatuta izan barik, beraz kokatutako zutabetxoei esker, 6,274m-tako gilbordura luzera egongo da.

- PORTIKO HASTIALEN ZUTABETXOAK

Aurreko portiko hastialean, XY planoan, petralen arriostramendu funtzioa dela eta gilbordura luzera 2 m-takoa izango da. XZ planoan aldiz, landatuta-giltzatuta dauden zutabe bezala kalkulatu dira, baina giltzaduran traslazioa baimenduz, beraz, gilbordura koefizientea 1,5 izatea aukeratu da.

Baina atzealdeko portiko hastialean orientazioa ezberdina daukatenez, XZ planoan petralen arriostramendu funtzioa dela eta gilbordura luzera 2 m-takoa izango da. XY planoan aldiz, lehenengo 4 m-tan bilandatuta dagoen barra bat bezala lan egingo dute, goiko landapenean traslazioa mugatu barik, hortaz, tarte horretan gilbordura koefizientearen balioa 0,7 izango da, gainerako luzeran 1,5-eko balioa erabiliko da.

- SAN ANDRESEKO GURUTZETAREN HABEAK

Habe biartikulatuak dira, eta ez dute inolako kanpo arriostramendurik, beraz bi planoetan gilbordura koefiziente eta luzera berdinak izango dituzte, 1 eta 6 m hurrenez hurren.

### 3.1.8.1.3 ALBO GILBORDURA

Albo gilbordura, barra bat bere plano gogorrean makurdura jasaten duenean eman ahal da, makurduraren ondorioz sekzioa makurdura planotik ateratzen denean.

Egitura honetan soilik aztertuko da hurrengoko kasuetan:

- PORTIKOEN ZUTABEAK

Petralen arriostamendu funtzioa dela eta, portikoen zutabe guztiak 2 m-tako albo gilbordura luzera izango dute behe hegalean.

Goi hegaletan aldiz, hainbat albo gilbordura luzera ezberdinak dauden zutabeetan zehar bananduta.

2., 4., 5., 6., 7., 9., 10., 11. eta 12. portikoak 4 m, 3 m, 2 m eta 1 m-tako albo gilbordura luzerak dituzte zutabeetan zehar bananduta.

1. eta 15. portikoak 4 m-tako tarte bat eta 3 m-tako bi dituzte.

3. eta 8. portikoak 7 m, 2 m eta 1 m-tako tarteak dituzte.

13. portikoa 4 m, 5 m eta 1 m-tako tarteak ditu zutabeetan zehar bananduta.

14. portikoa 4 m, 3 m, 2 m eta 1 m-tako albo gilbordura luzerak ditu bananduta.

- GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEAK

Goiko solairuaren zutabeak ez dute inolako kanpo arriostamendurik, hortaz bai goi bai behe hegaletan albo gilbordura luzera 4 m-tako izango da.

- PORTIKO HASTIALEN HABEAK

Goi hegalaria dagokionez, petralak arriostamendu gisa lan egingo dute, beraz albo gilbordura luzera goi hegalean 2 m-takoa izango da.

Behe hegalean aldiz, zutabetxoaren arteko distantzia izango da albo gilborduraren luzera, hau da, 6,274 m-tako albo gilbordura luzera izango dute behe hegalean.

- ZUTABETXOAK

Goi hegalean, petralak mugatuko dute 2 m-tako albo gilbordura luzera. Behe hegalaria dagokionez, ezberdindu behar dira aurreko portiko hastialaren zutabetxoak eta atzeko portiko hastialaren zutabetxoak.

Aurreko portiko hastialaren zutabetxoaren luzera osoa egongo da arriostamendurik gabe, beraz albo gilbordura luzera 11,09 m-tako izango da erdiko zutabetxoan eta 10,545 m-takoa beste bietan.



Atzeko portiko hastialaren zutabetxoak, aldiz, bere orientazioaren ondorioz petralak berriro mugatuko dute albo gilbordura, hau da, 2 m-tako gilbordura luzera izango dute.

Esan beharra dago, saretaren beheko kordoia normalean albo gilbordurari dagokionez elementu kritikoena dela. Baina kasu honetan elementu tubularrak erabili dira, profil hauen erabilera ezinezkoa egiten du albo gilborduraren agerpena.

#### 3.1.8.1.4 GEZI LIMITEA

Gezi limitea zerbitzu muga egoerari dagokion baldintza da. Betetzea edo ez betetzea ez du eraikinaren egonkortasunari eragiten, baina bai eragiten dio eraikinaren barruan arituko diren pertsonen erosotasunari. Derrigorrez bete beharreko baldintza da.

Dokumentu honen 3.1.6.2 puntuan adierazi den moduan, goiko solairuaren elementuei L/500-eko gezi limitea dagozkie, kasu honetan goiko solairuaren habeei dagozkie muga hori. Gainerako elementuei, **CTE DB SE dokumentuaren 4.3.3.1** puntua jarraituz, L/300-eko gezi limitea dagozkie.

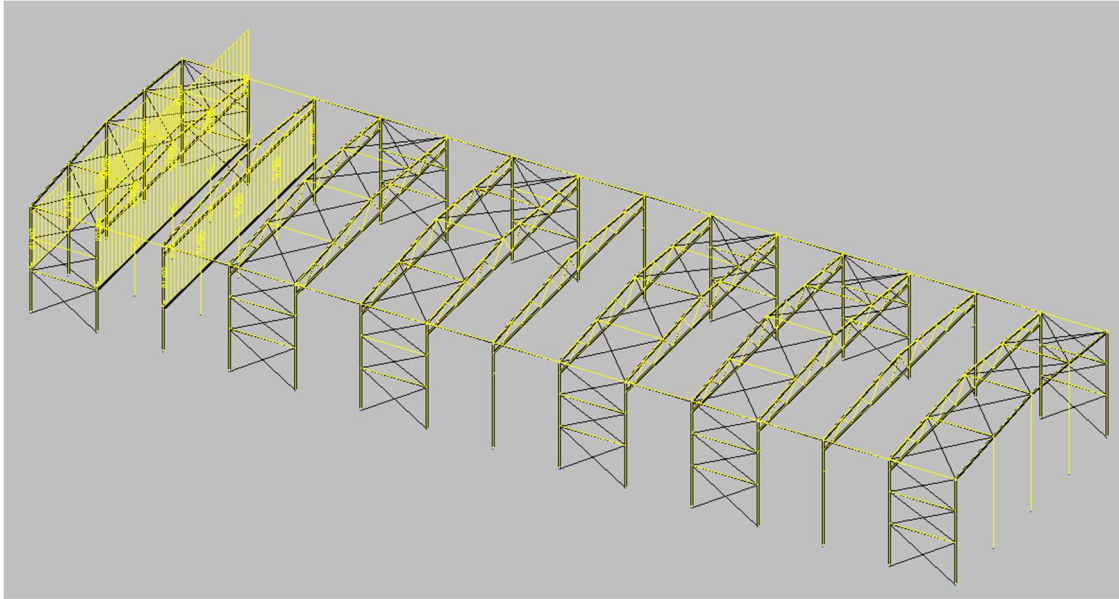
#### 3.1.8.1.5 GAINKARGAK

Egituraren gaineko gainkargak zehazterakoan kontuan izan behar da petralak dimentsionatzerakoan sartutako balioak gorde direla eta beste batzuk programak bere kabuz kalkulatzeko dituela, beraz ez dira berriro zehaztu behar. Gainkarga horiek berezko pisuari, estalkiaren erabilerari, haizeari eta elurrari dagozkie. Goiko solairuaren berezko pisuaren eta erabileraren eta zubi garabiaren gainkargak, aldiz, egituraren geometria orokorra zehaztuta dagoenean zehaztu behar dira programan.

Gainkargen balioak kalkulatzeko **CTE DB SE-AE** eta **UNE 76-201-88** erabili dira.

- **BEREZKO PISUA (PP)**

Berezko pisuaren gainkargan, egitura osoaren elementu estatiko guztien pisua kontuan hartzen da. Itxituren, petralen, forjatuaren eta metalezko egituraren pisuak eragindako gainkarga da.

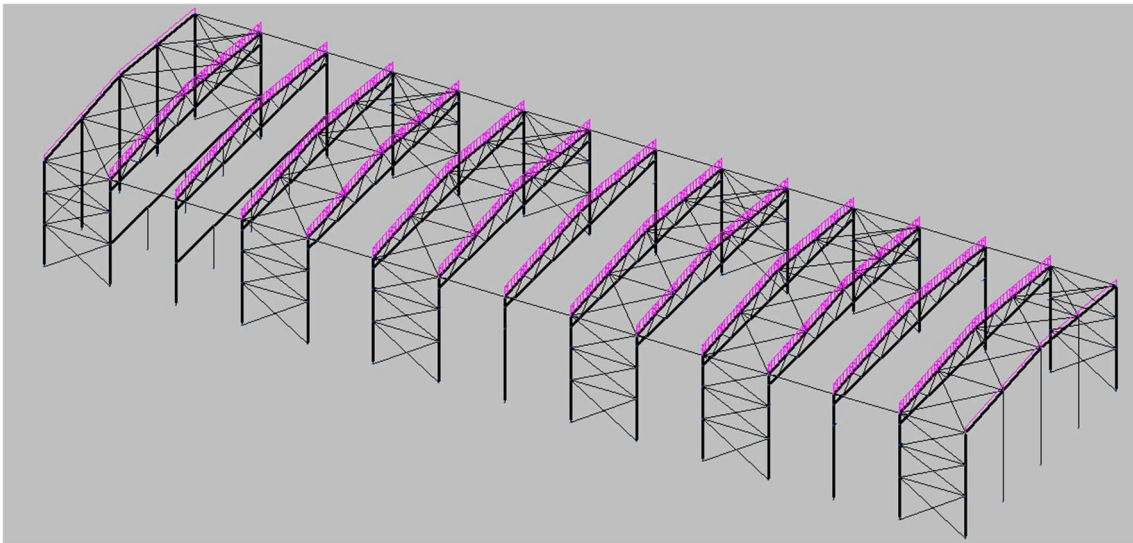


48.irudia: Berezko pisua

- **ERABILERA GAINKARGA**

Erabilera gainkargari dagokionez, hiru erabilera gainkarga ezberdin egongo dira. Lehenengoa jadanik zehaztuta dago, itxituraren gaineko erabilera gainkarga da, software-an dokumentu honen 3.1.4 puntuan adierazi den bezala zehaztu da.

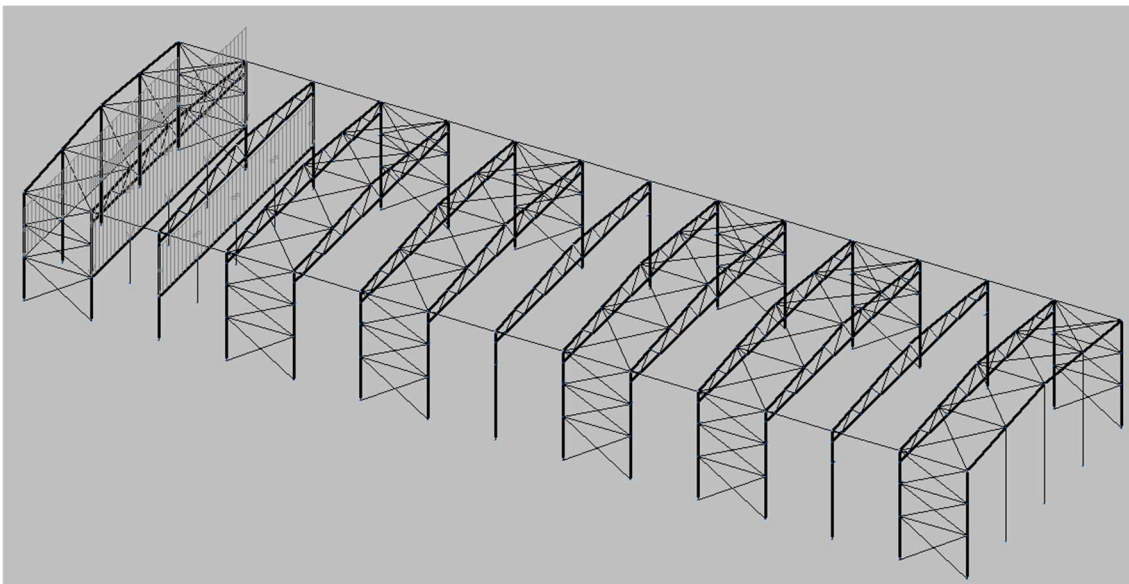
1. **Itxituraren gaineko erabilera (Q(G))**



49.irudia: Estalkiaren erabilera gainkarga

2. Goiko solairuaren gaineko erabilera ( $Q_1(C)$ )

Bigarren erabilera gainkarga, goiko solairuaren gaineko erabilera gainkarga da. Gainkarga hau eskuz zehaztu behar da software-an, dokumentu honen 3.1.6 puntuan adierazitako balioak erabiliz.

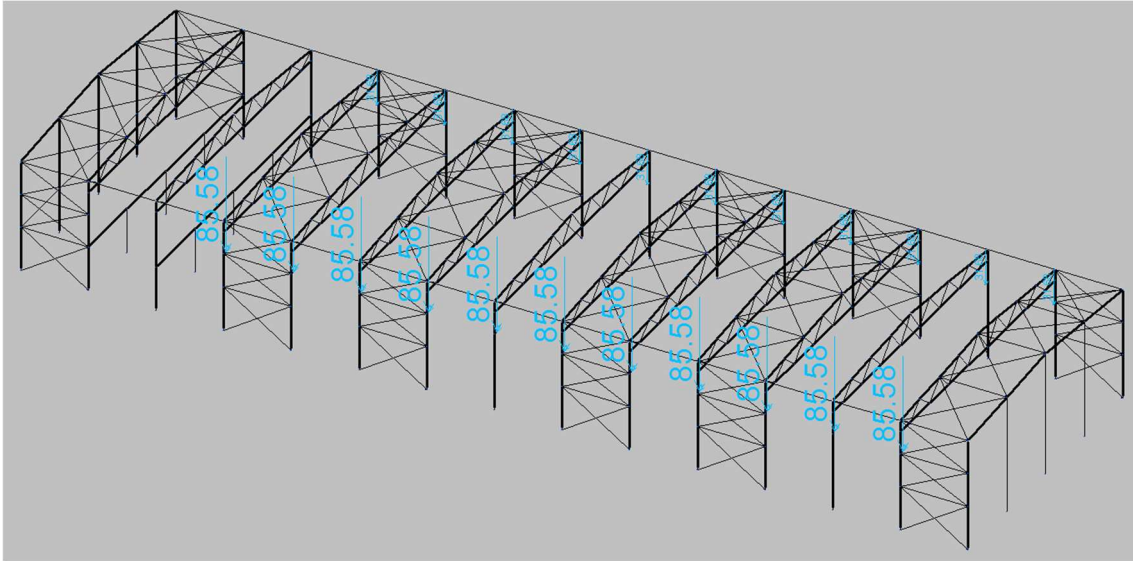


50.irudia: Goiko solairuaren erabilera gainkarga

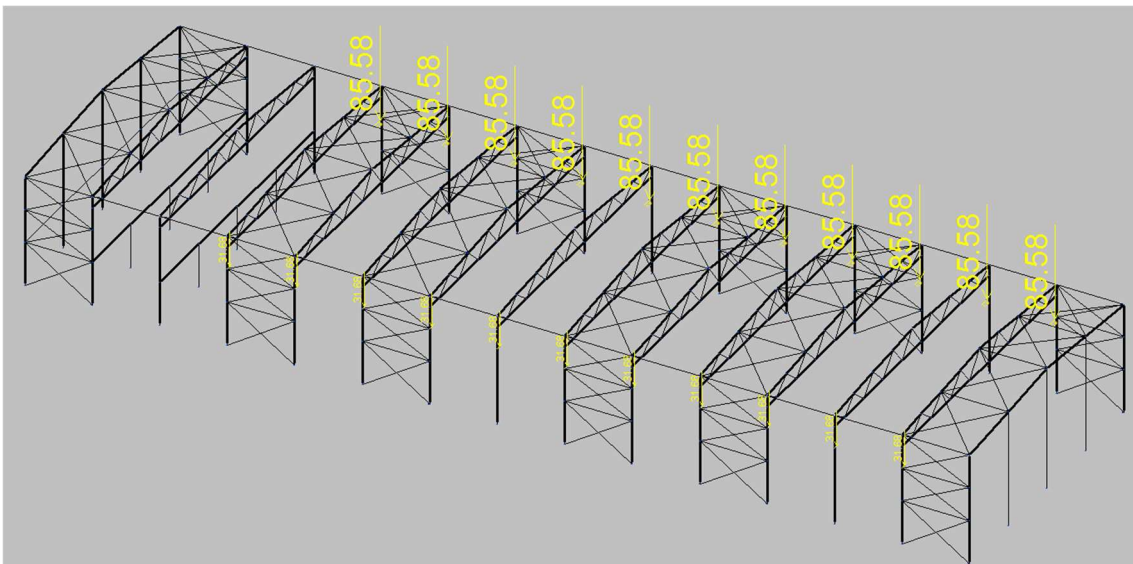
3. Zubi garabiaren erabilera

Hirugarren erabilera gainkarga zubi garabiaren erabileraren ondorioz sortutakoa da. Balioak, dokumentu honen 3.1.5 puntuan lortutako emaitzak izango dira. Sei egoera ezberdin egongo dira, lehenengo bietan gurdia zeharka mugitzen da, hurrengo bietan zubi garabia luzetara barrurantz mugitzen ari da eta azkenengo bietan luzetara kanporantz. Egoera bikote bakoitzean gurdia zubi garabiaren mutur bietan dagoenean aztertuko da.

Konbinaketetan erabilitako izendapena  $Q_2(1)(C)$ ,  $Q_2(2)(C)$ ,  $Q_2(3)(C)$ ,  $Q_2(4)(C)$ ,  $Q_2(5)(C)$  eta  $Q_2(6)(C)$  dira.



51.irudia: Zubi garabiaren gainkarga gurdia ezkerrean

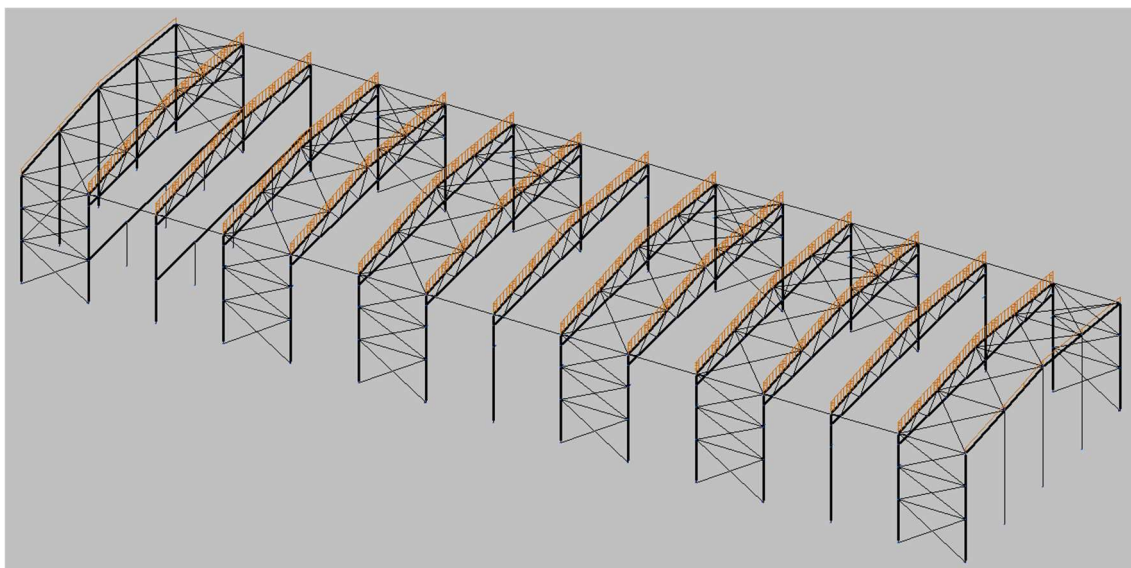


52.irudia: Zubi garabiaren gainkarga gurdia eskuman

- **ELURRAREN GAINKARGA**

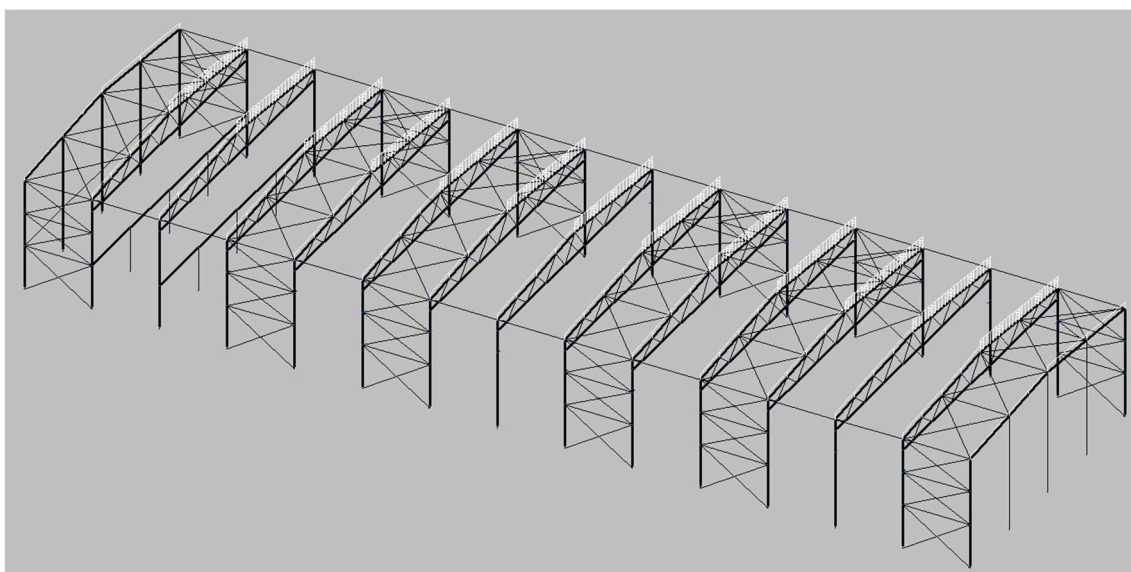
Elurrak estalkian pilatzearen ondorioz gauzatutako gainkarga da. Baliaok jadanik zehaztuta daude dokumentu honen 3.1.4 puntuan adierazten den moduan. Hiru elur gainkarga mota egongo dira:

1. Elurraren pilatze simetrikoa (N(EI))



53.irudia: Elurraren pilatze simetrikoa

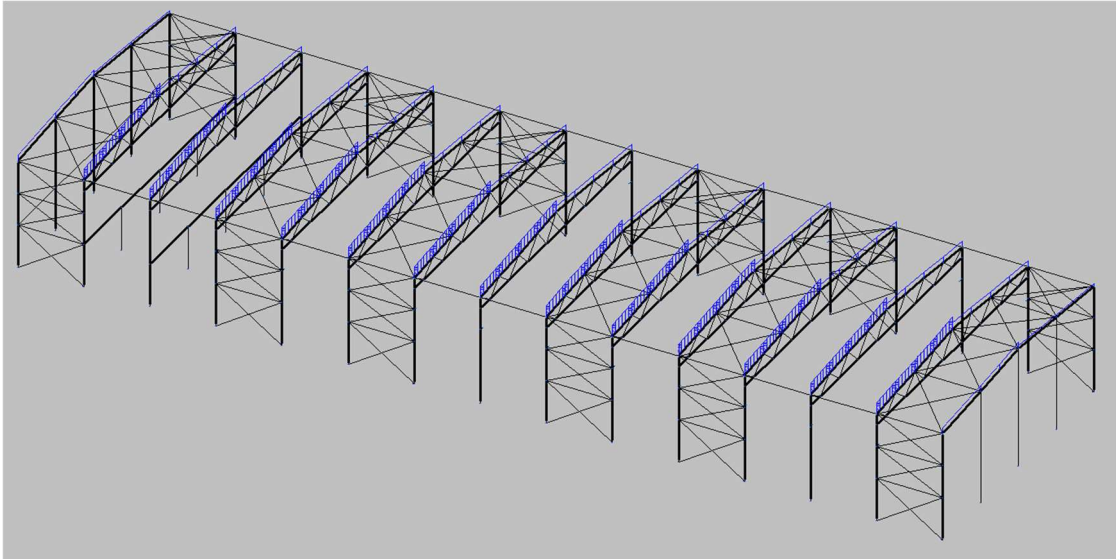
2. Elurraren birbanaketa eskumarantz (N(R)1)



54.irudia: Elurraren birbanaketa eskumarantz



3. Elurraren birbanaketa ezkererantz (N(R)2)

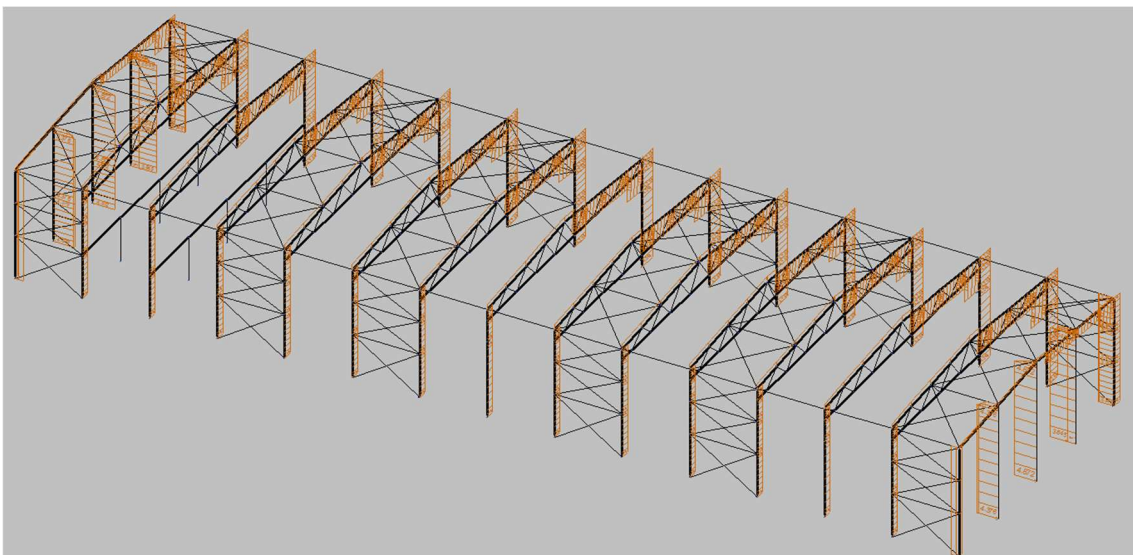


55.irudia: Elurraren birbanaketa ezkererantz

• **HAIZEAREN GAINKARGA**

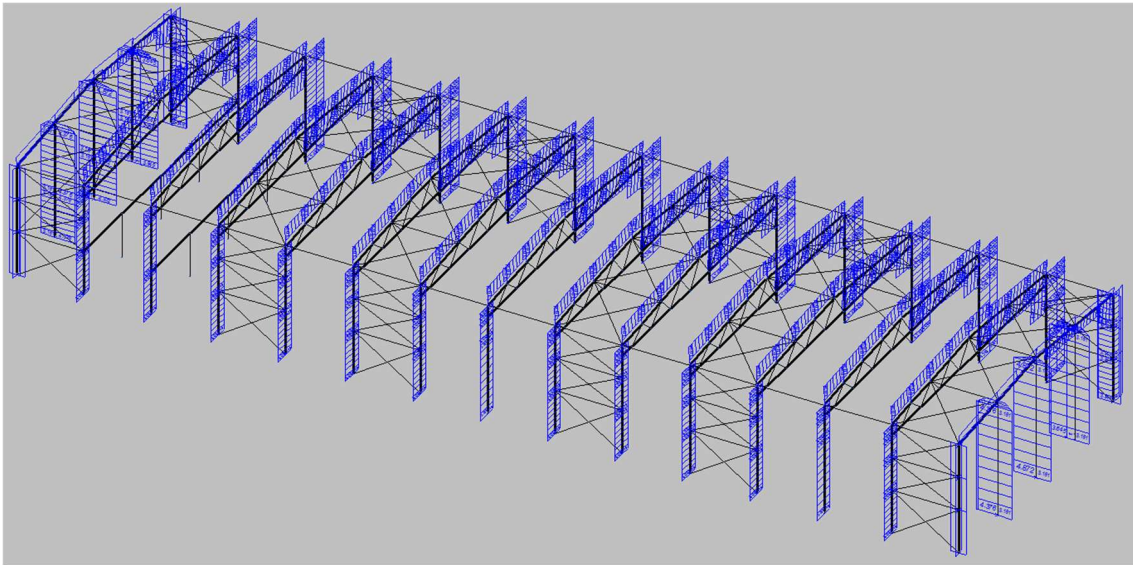
Haizearen gainkargari dagokionez, dokumentu honen 3.1.4 puntuan adierazita dagoen moduan zehaztuta daude balioak. Atea beti zabalik ez dagoenez, 16 haize mota ezberdin daude:

1. Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik (V(0°)H1)



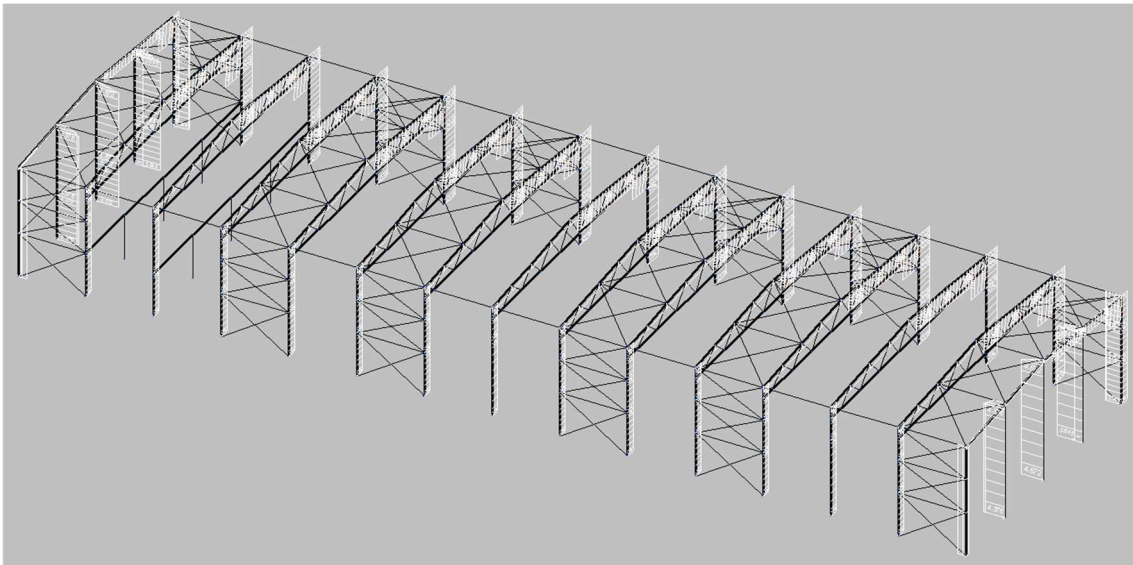
56.irudia: Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik

2. Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena (V(0°)H2)



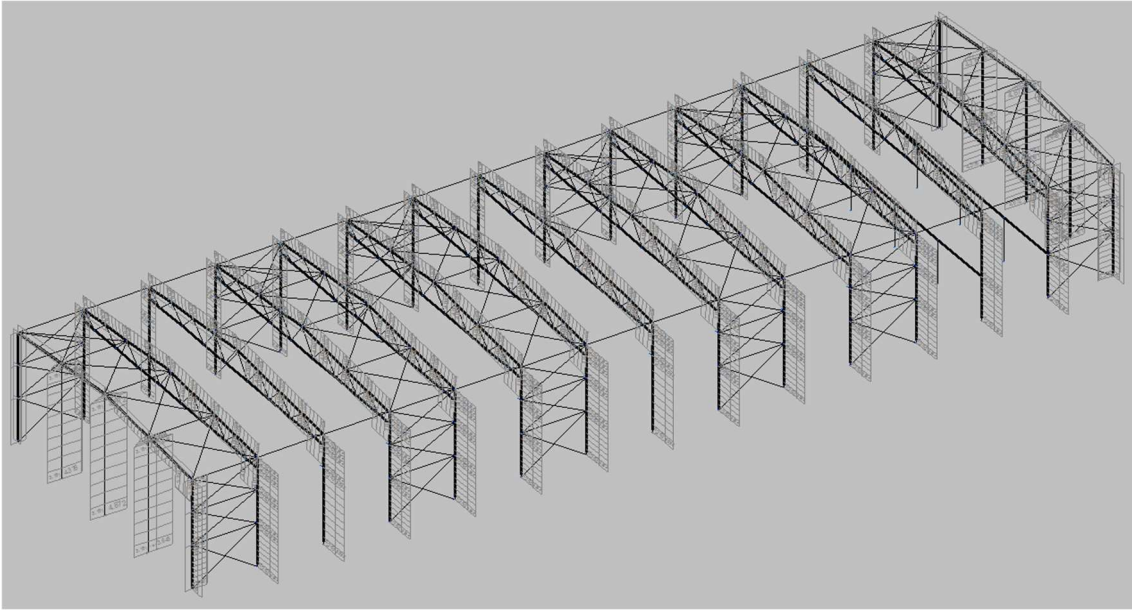
57.irudia: Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena

3. Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik (V(0°)H3)



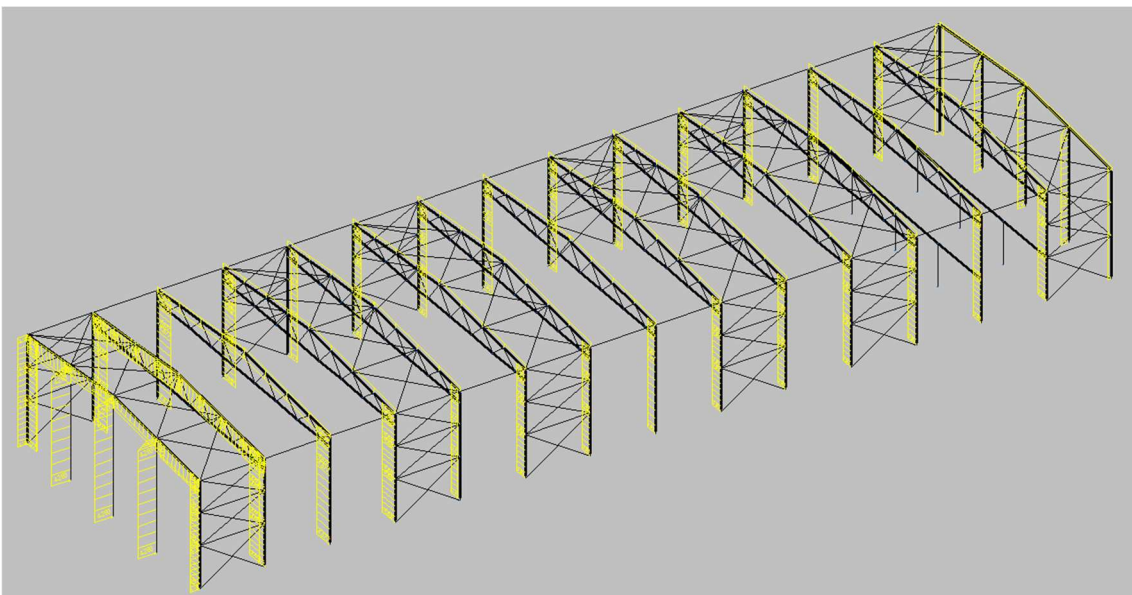
58.irudia: Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik

4. Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena (V(0°)H4)



59.irudia: Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena

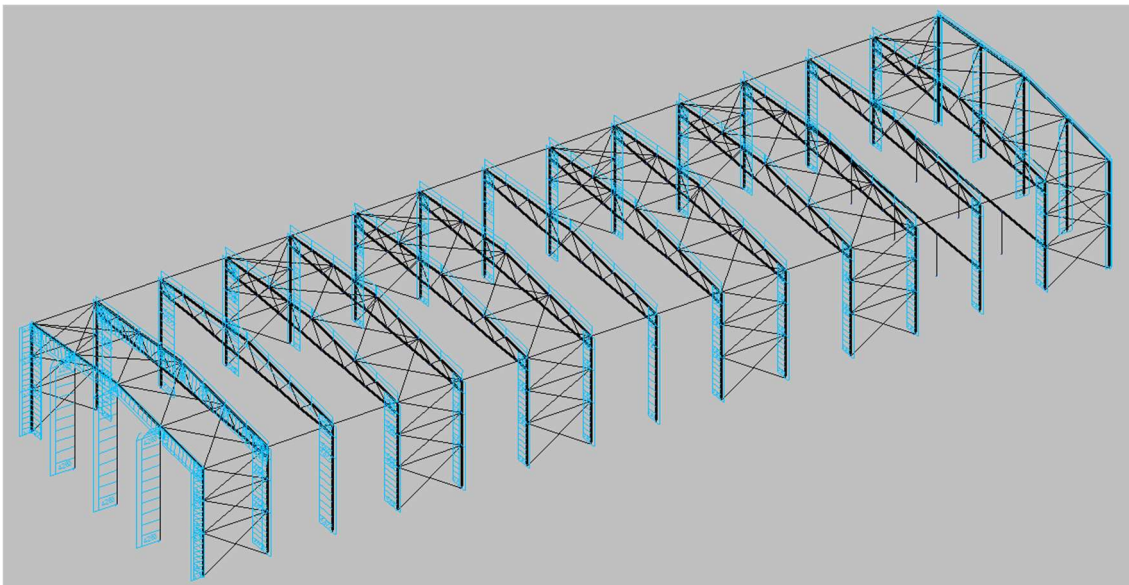
5. Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik (V(90°)H1)



60.irudia: Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik

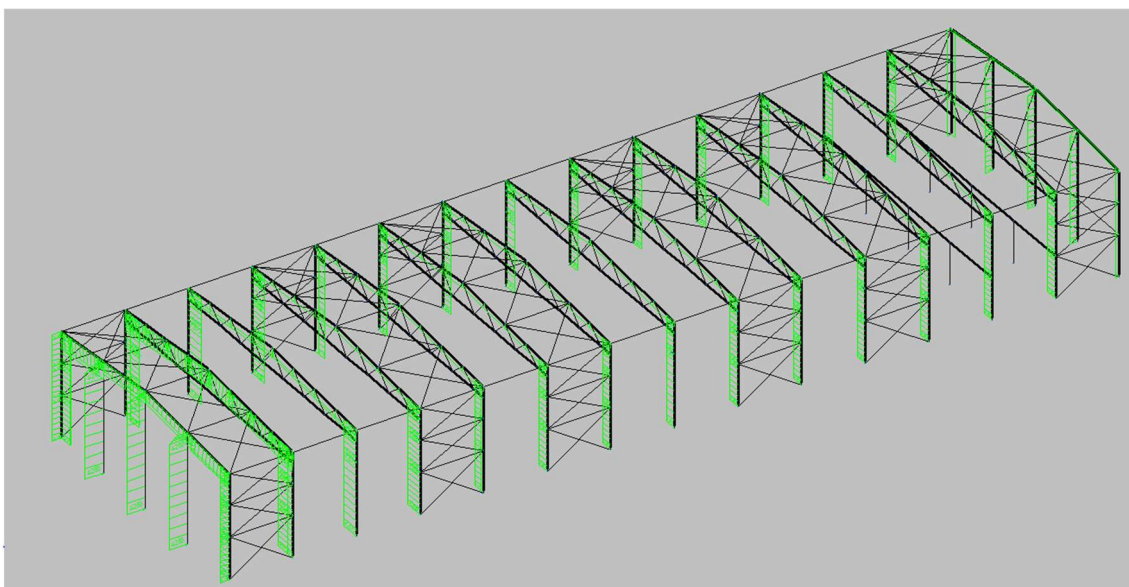


6. Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena (V(90°)H2)



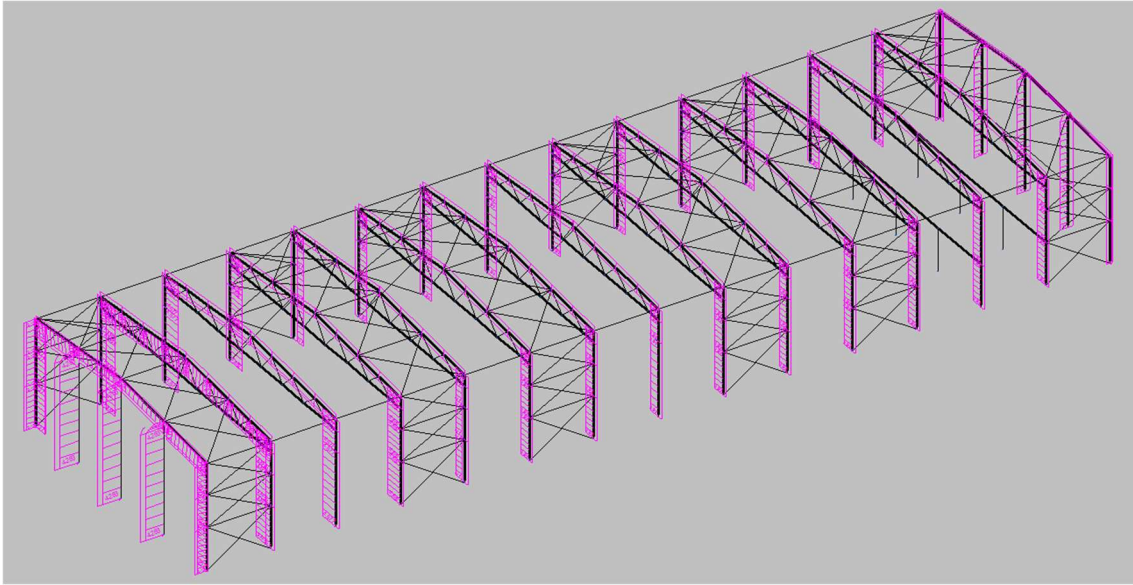
61.irudia: Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena

7. Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik (V(90°)H3)



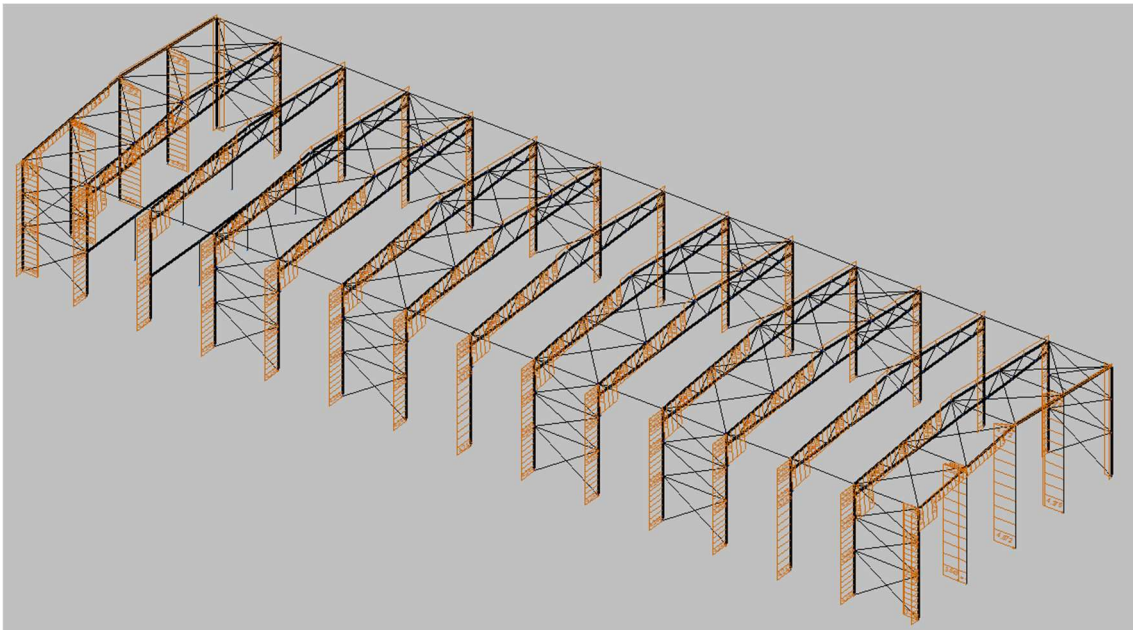
62.irudia: Haizea 90°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik

8. Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena (V(90°)H4)



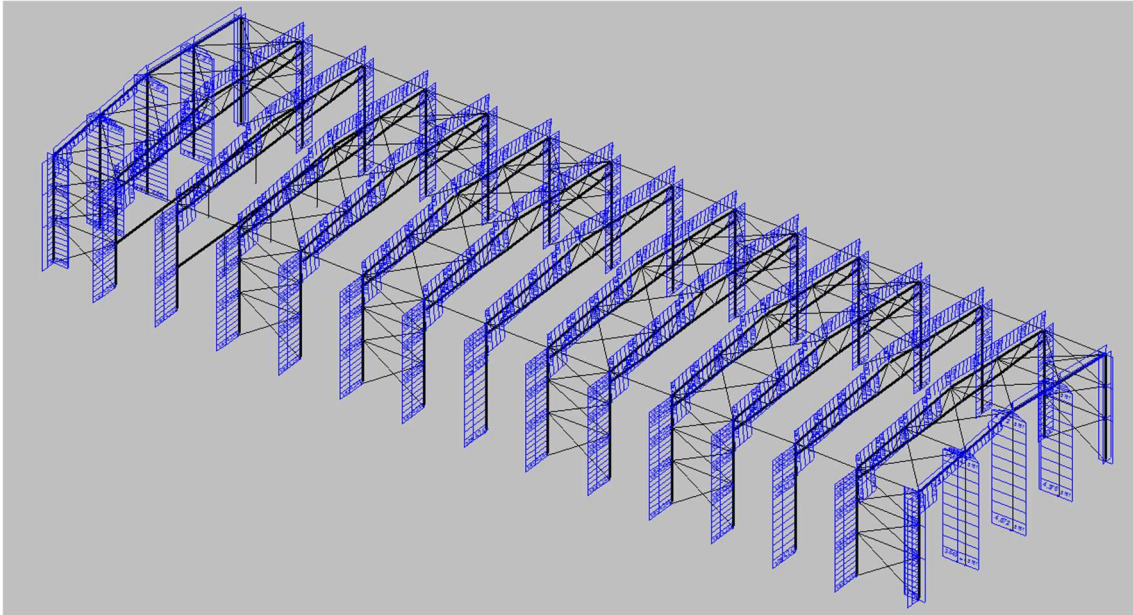
63.irudia: Haizea 0°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena

9. Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik (V(180°)H1)



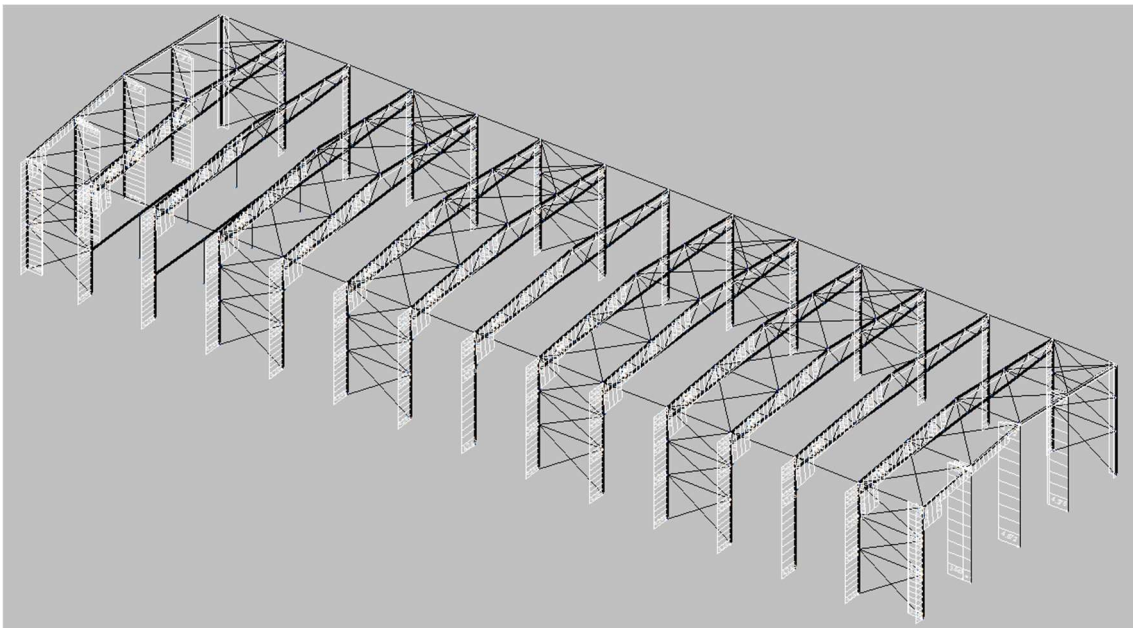
64.irudia: Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik

10. Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena (V(180°)H2)



65.irudia: Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 1, barne xurgapena

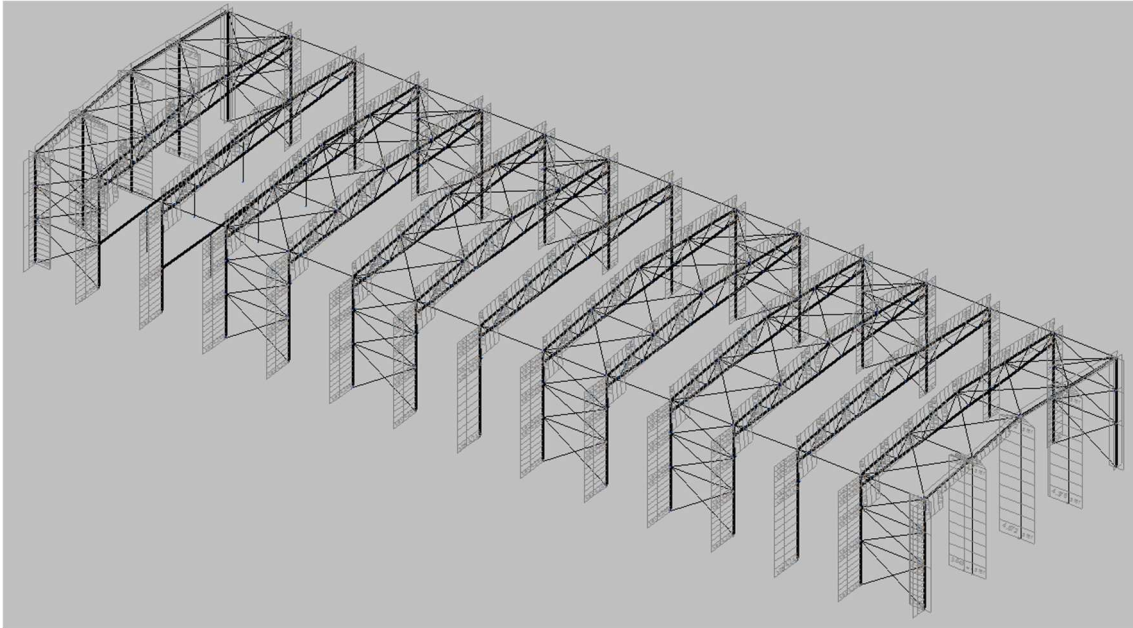
11. Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik (V(180°)H3)



66.irudia: Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik

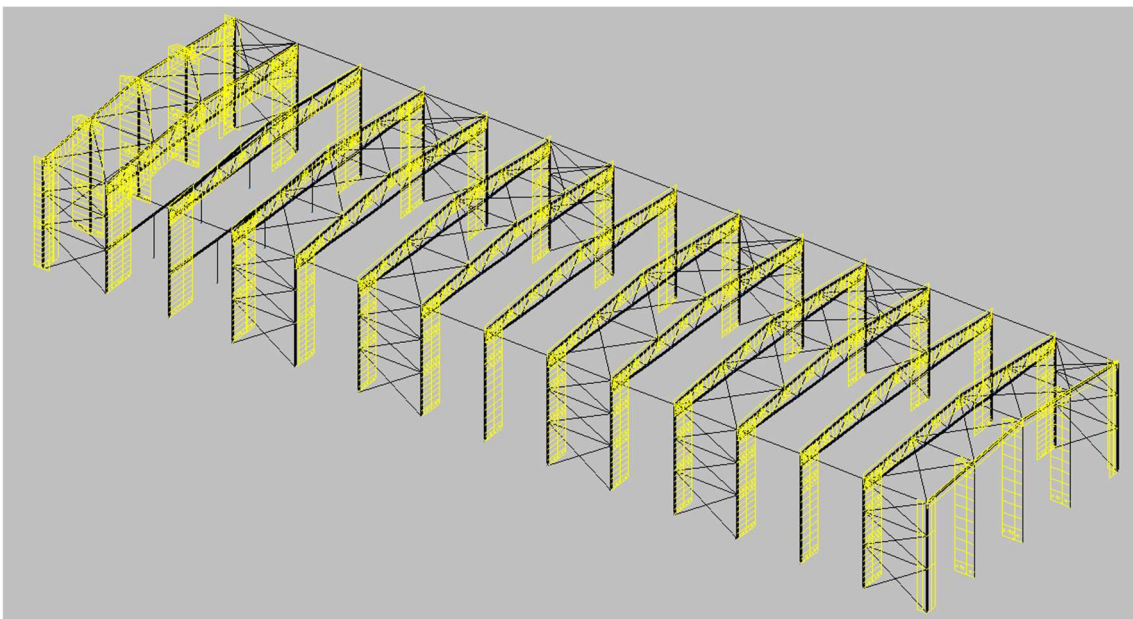


12. Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena (V(180°)H4)



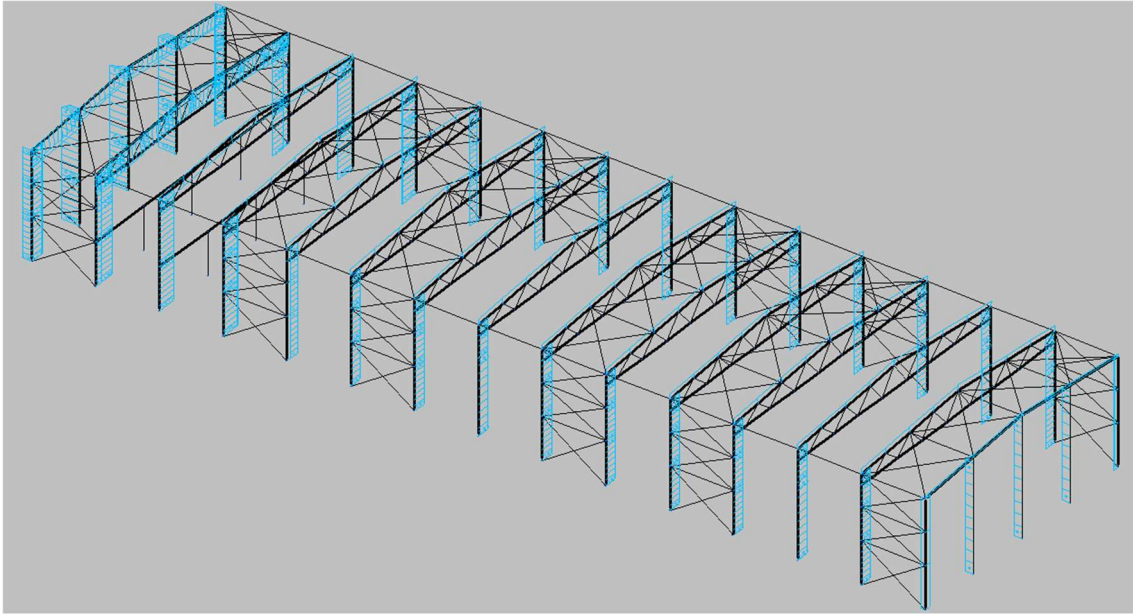
67.irudia: Haizea 180°-tara, kanpo presioa mota 2, barne xurgapena

13. Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barne presioa (V(270°)H1)



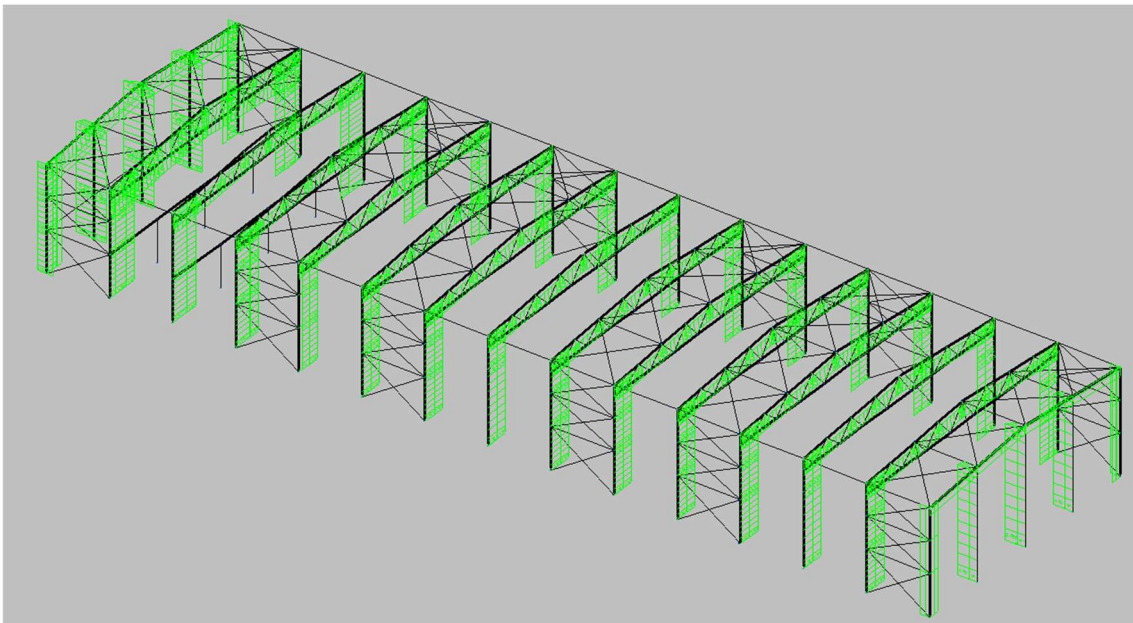
68.irudia: Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barne presioa

14. Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik (V(270°)H2)



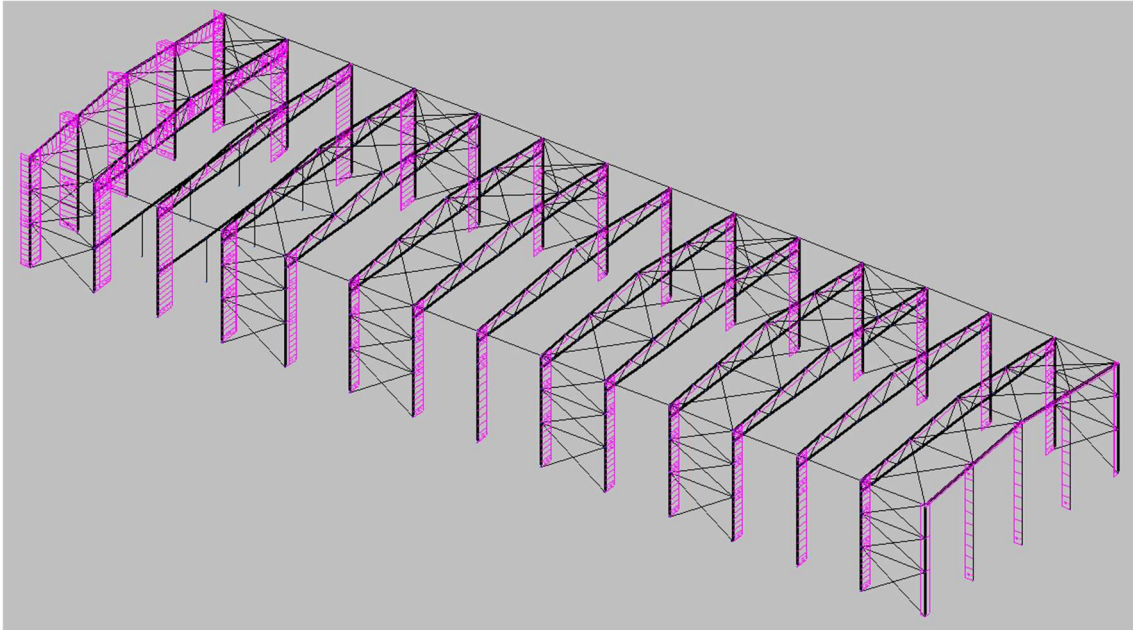
69.irudia: Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barnean akzio barik

15. Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barne presioa (V(270°)H3)



70.irudia: Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 1, barne presioa

16. Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik (V(270°)H4)



71.irudia: Haizea 270°-tara, kanpo presioa mota 2, barnean akzio barik

### 3.1.8.2 BARREN DIAGRAMAK

Aurreko puntuan (3.1.8.1 puntua) adierazitako gailkargekin, CYPE software-ak konbinaketak sortuko ditu. Sortutako konbinaketak barren egiaztapenak gauzatzeko erabiliko dira 3.1.8.3 puntuan.

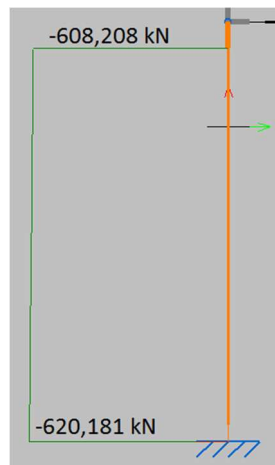
Baina barren egiaztapenak gauzatu baino lehen, erabiliko diren diagramak adieraziko dira.

3.1.8.2.1 PORTIKOEN ZUTABEEN DIAGRAMAK

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_1 + 0,9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$

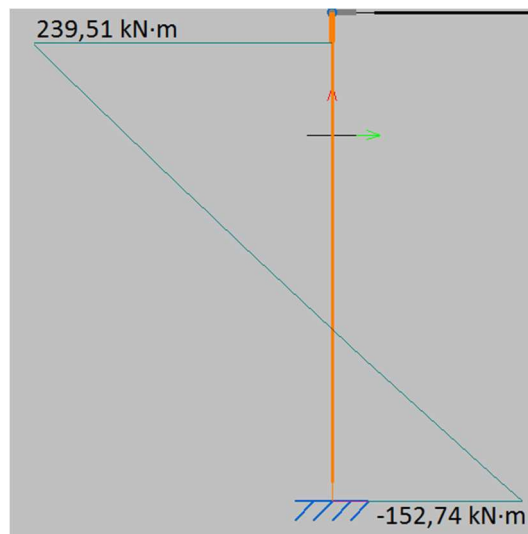


72.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$$

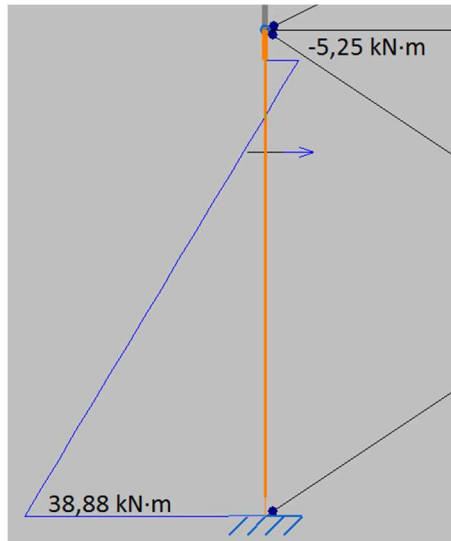


73.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1$$

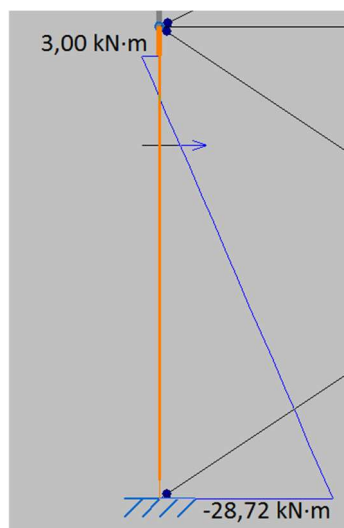


74.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$

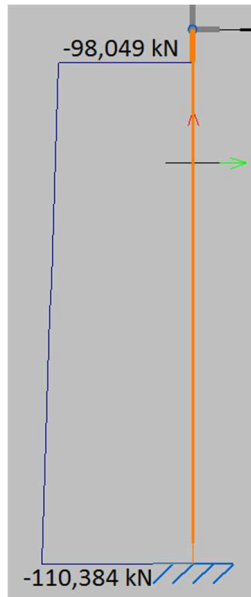


75.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean



- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

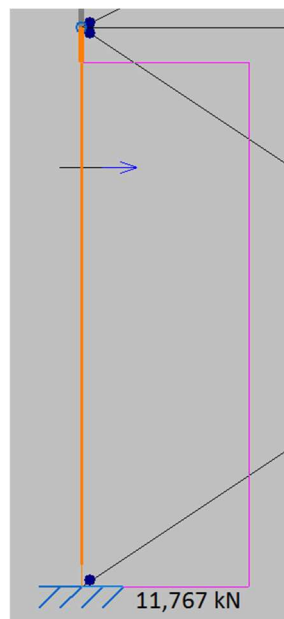
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$



76.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

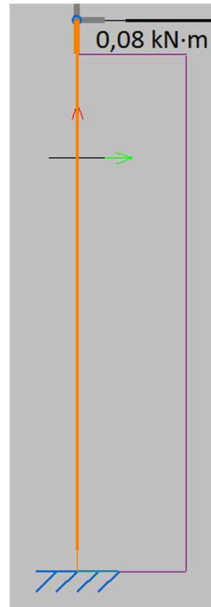
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$



77.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

- **Momentu tortsorearen diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1$

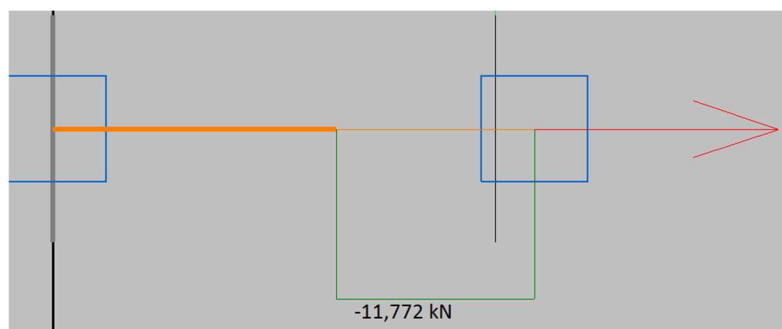


78.irudia: Momentu tortsorearen diagrama

### 3.1.8.2.2 MENSULEN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

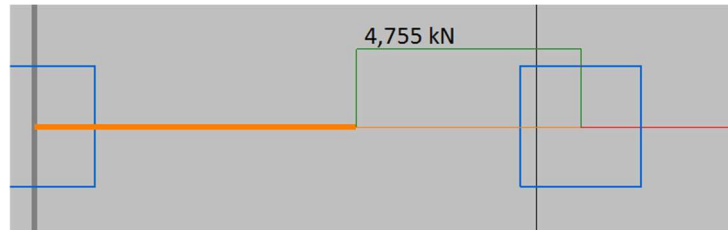
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(1)(C)$



79.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

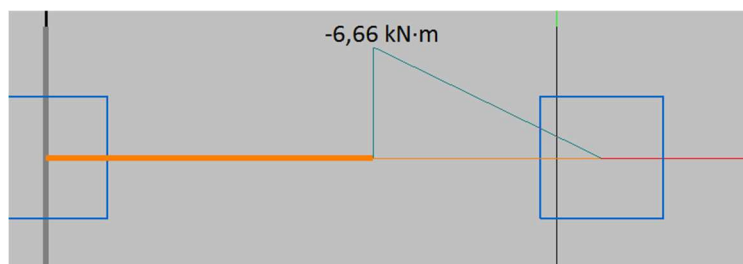
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(2)(C)$



80.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

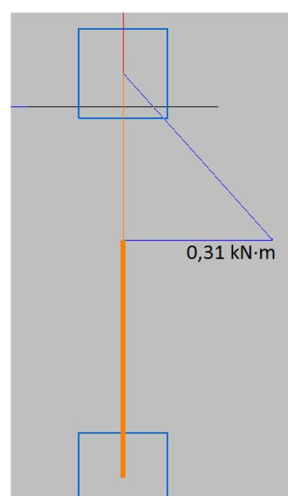
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(2)(C)$



81.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

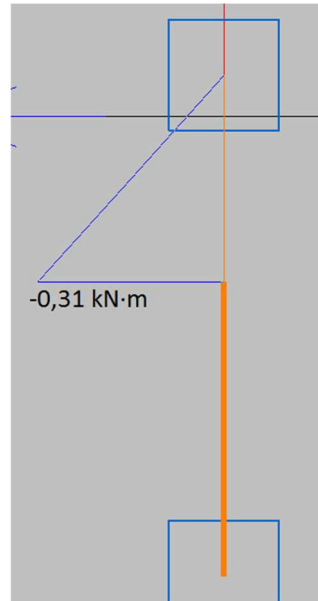
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(6)(C)$



82.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

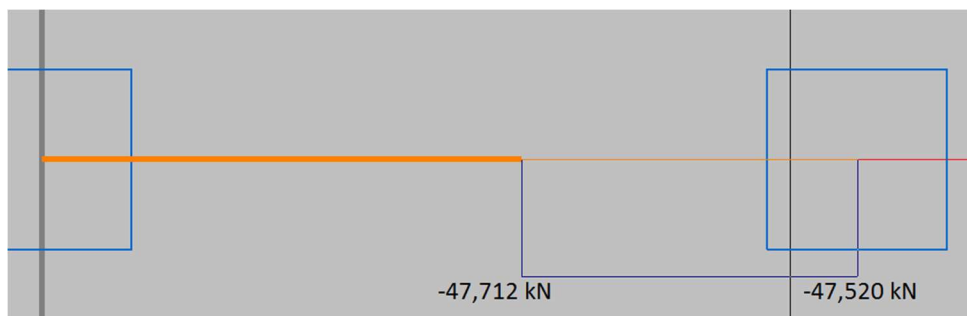
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(4)(C)$



83.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

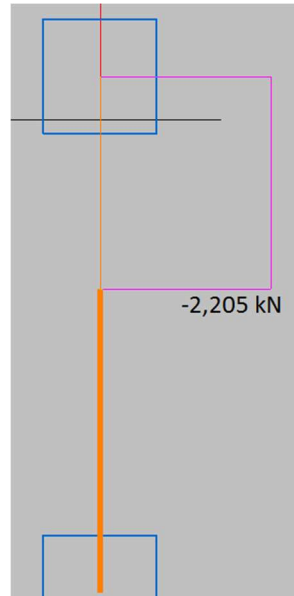
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(2)(C)$



84.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_2(4)(C)$



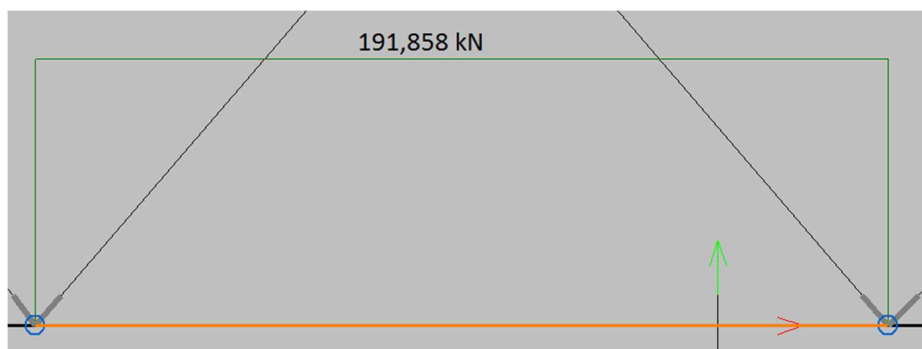
85.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

### 3.1.8.2.3 SARETAREN BEHEKO KORDOIAREN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

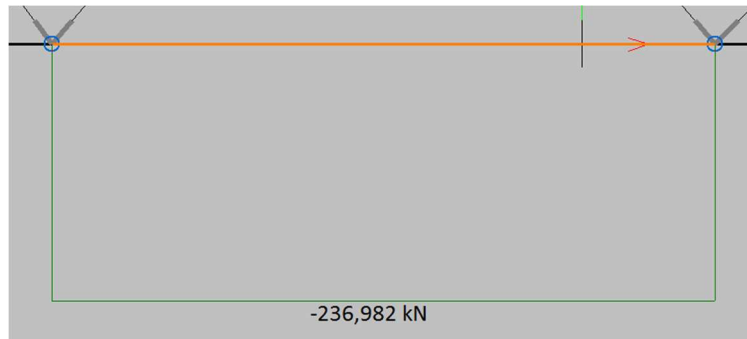
$$1,35 \cdot PP + 0,9 \cdot V(90^\circ)H2 + 1,5 \cdot N(EI)$$



86.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

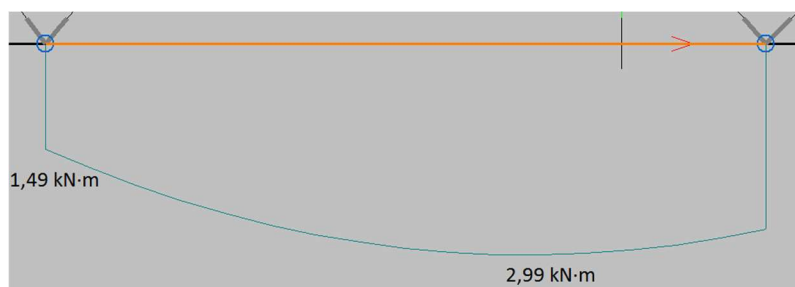
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(270^\circ)H3$



87.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

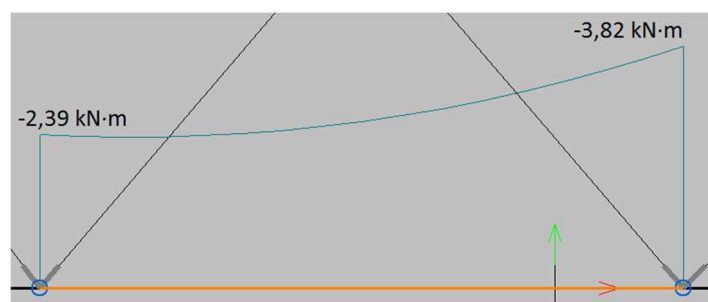
Erabilitako konbinaketa:  
 $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$



88.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(270^\circ)H3$



89.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(270^\circ)H3$$

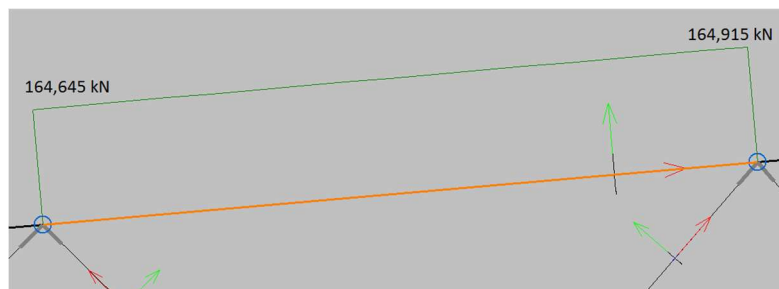


90.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

### 3.1.8.2.4 SARETAREN GOIKO KORDOIAREN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(90^\circ)H3$

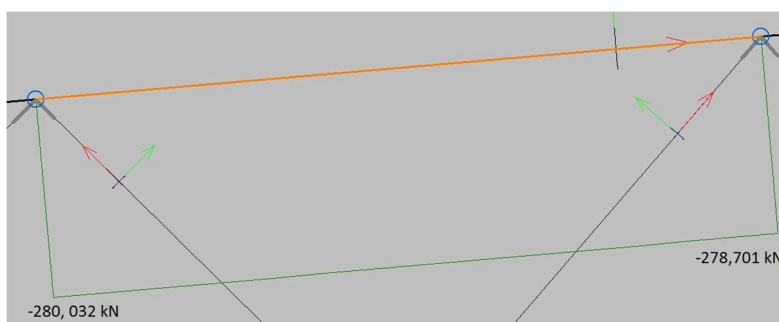


91.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

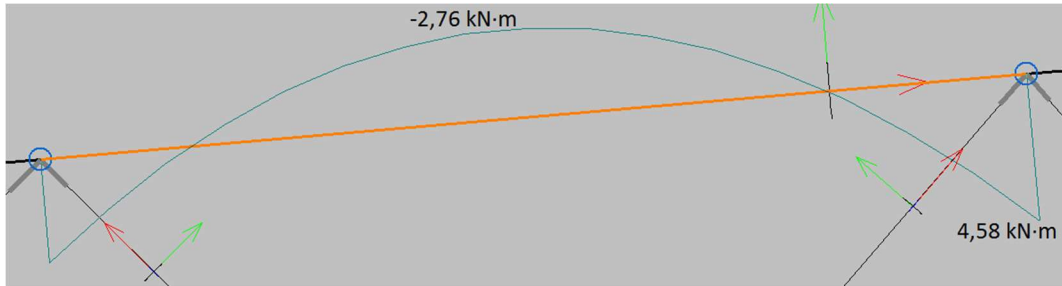
$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 0,9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1,5 \cdot N(EI)$$



92.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

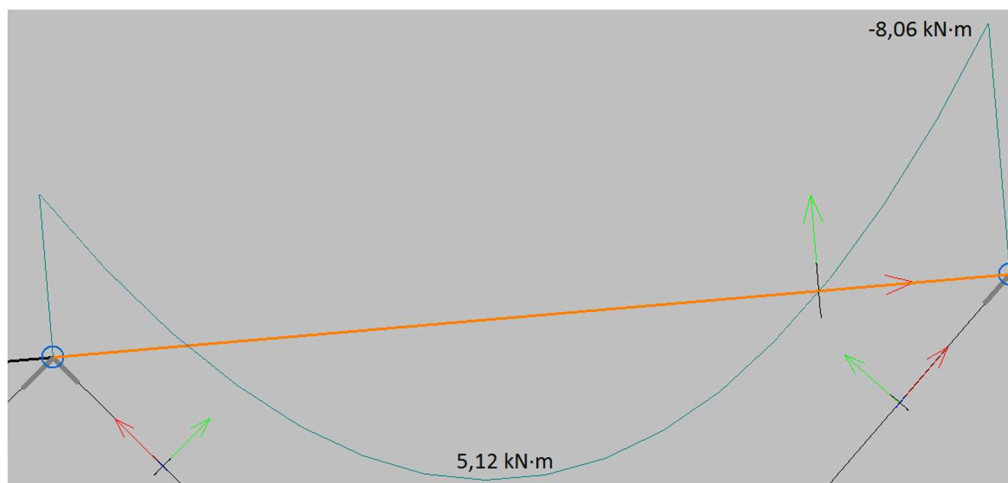
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 1,5 \cdot V(90^\circ)H3$



93.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(R)2$



94.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean



- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(6)(C) + 1,5 \cdot V(90^\circ)H4$

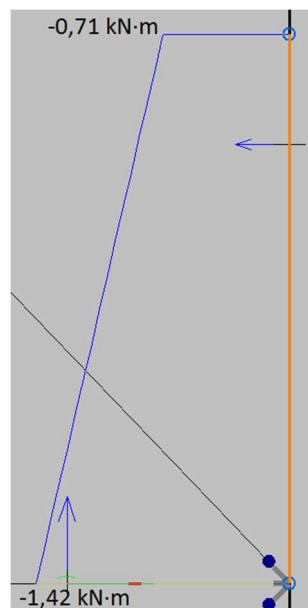


95.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(3)(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$



96.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(3)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(R)2$$

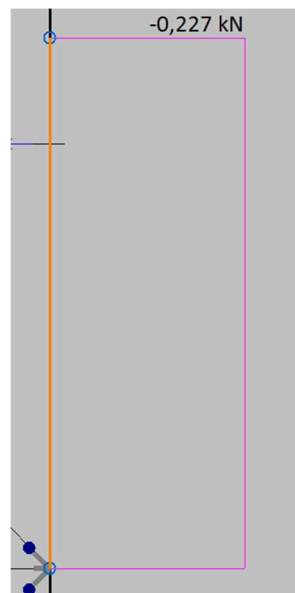


97.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(3)(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$$

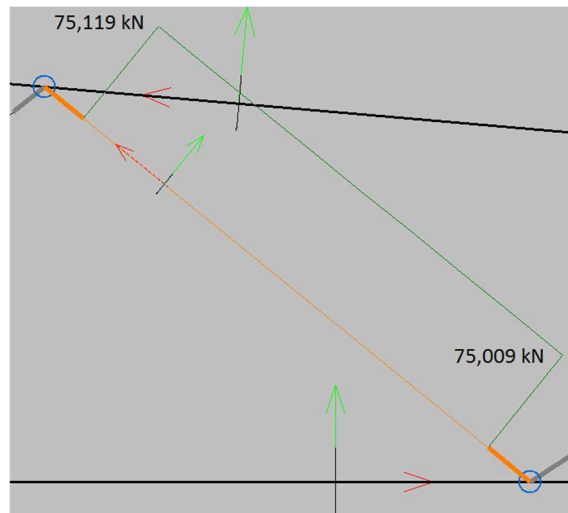


98.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

3.1.8.2.5 SARETAREN DIAGONALEN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(1)(C) + 1,5 \cdot (270^\circ)H3$

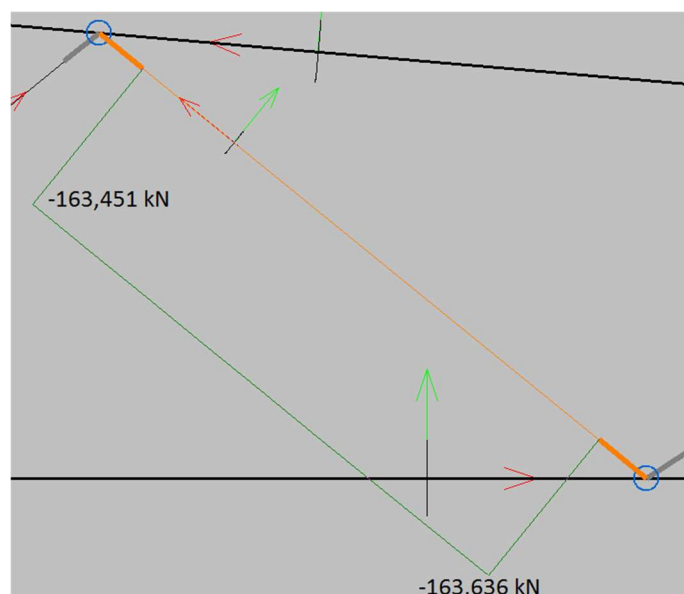


99.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

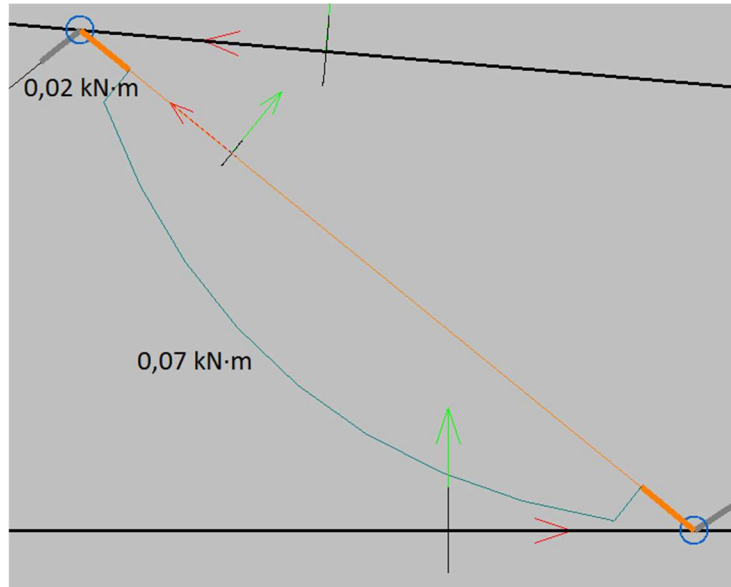
$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(5)(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$



100.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

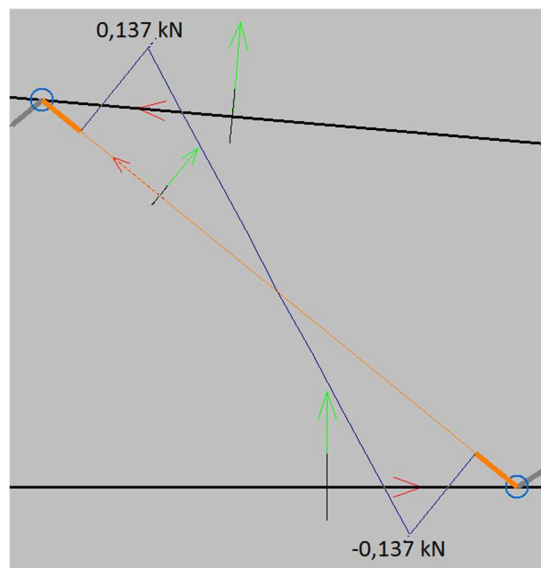
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP$



101.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP$

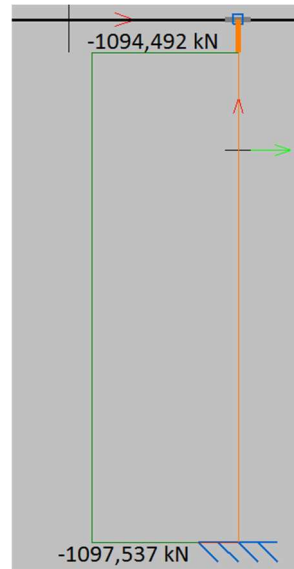


102.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

3.1.8.2.6 GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEEN DIAGRAMAK

- **Konpresio diagrama**

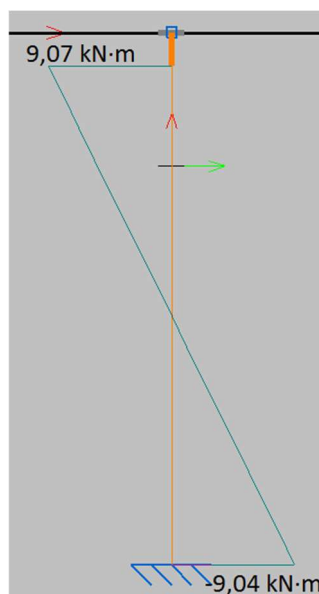
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_1(C) + 0,9 \cdot V(0^\circ)H3$



103.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

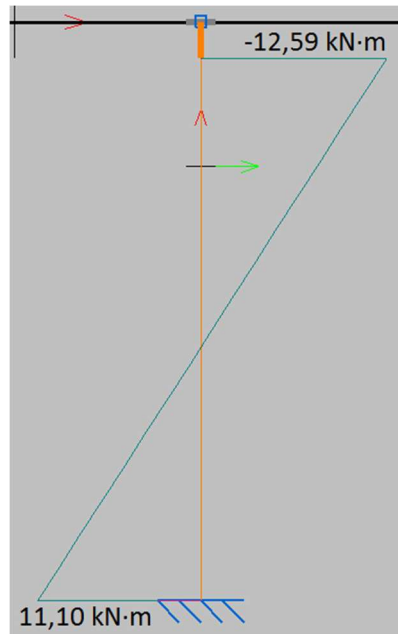
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0,75 \cdot N(EI)$



104.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

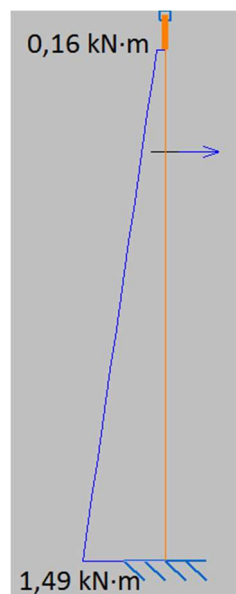
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(0^\circ)H3$



105.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1$

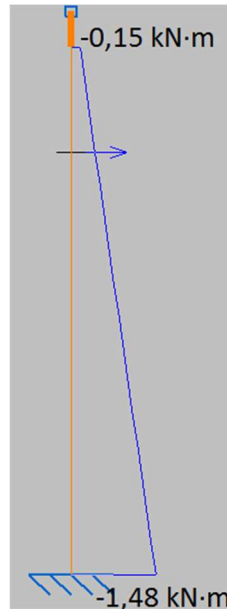


106.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

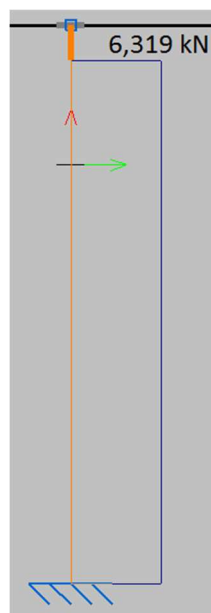
$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1(C) + 1,5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$



107.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

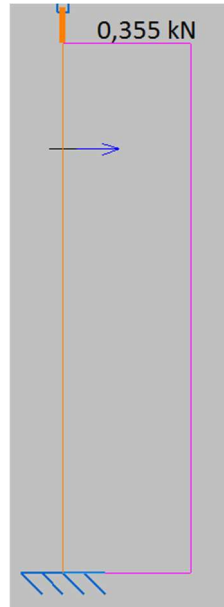
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H3$



108.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

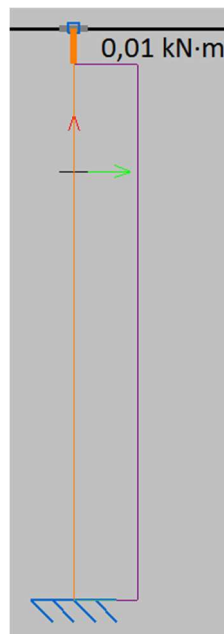
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1$



109.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

- **Momentu tortsorearen diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H1$



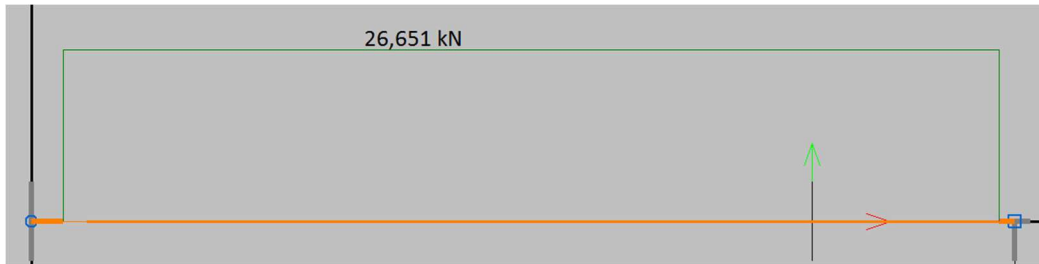
110.irudia: Momentu tortsorearen diagrama



3.1.8.2.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEEN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

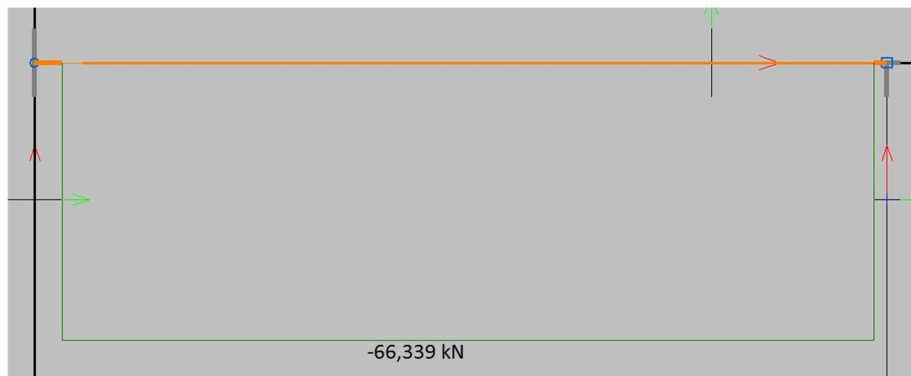
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(90^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$



111.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

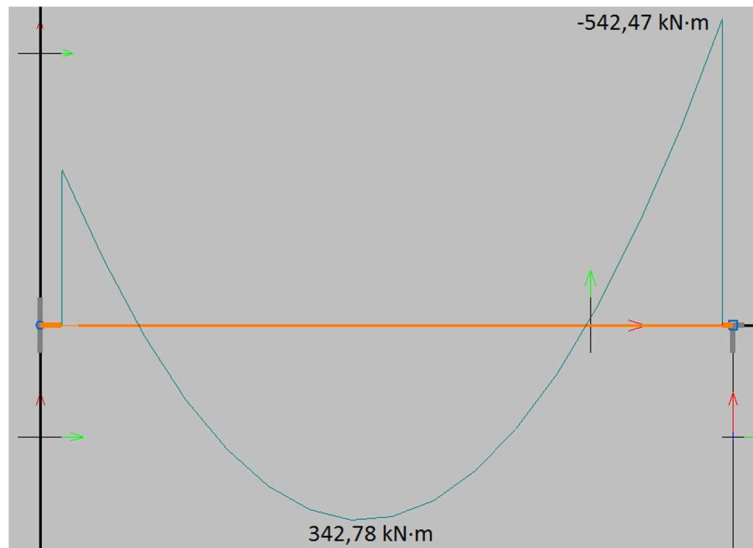
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H3$



112.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_1(C) + 0,9 \cdot V(0^\circ)H3$

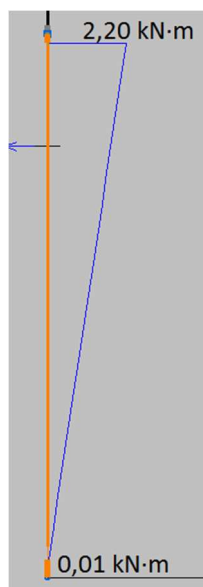


113.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

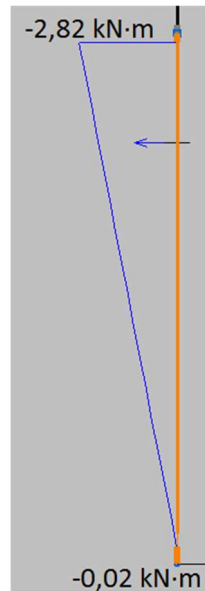
$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1(C) + 1,5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$



114.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboen diagrama Z ardatzean**

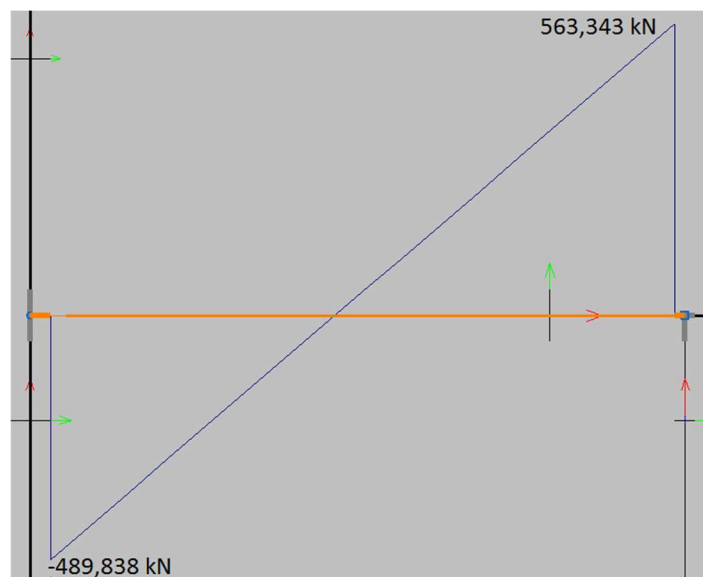
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$



115.irudia: Momentu negatiboen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzaileren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Q_1(C) + 0,9 \cdot V(0^\circ)H3$



116.irudia: Ebakitzaileren diagrama Z ardatzean



### 3.1.8.2.8 PORTIKO HASTIALEN HABEEN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

$$0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(1)(C) + 1,5 \cdot V(270^\circ)H3$$



119.irudia: Trakzio diagrama

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

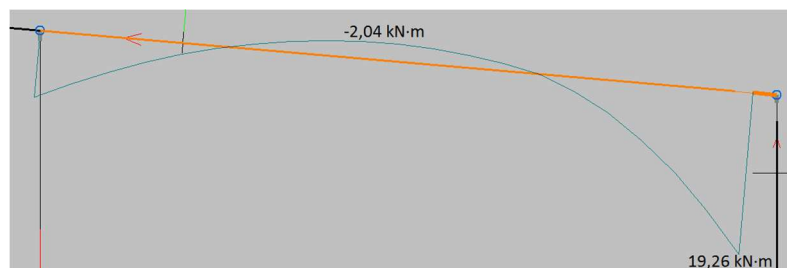
$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 1,5 \cdot V(90^\circ)H4 + 0,75 \cdot N(EI)$$



120.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(1)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$

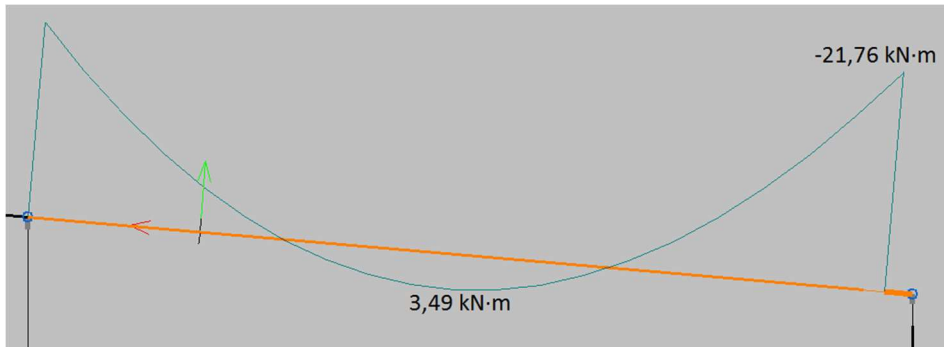


121.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$

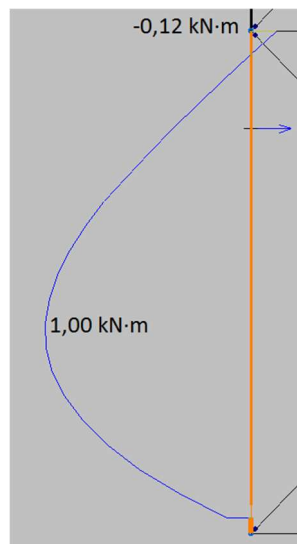


122.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

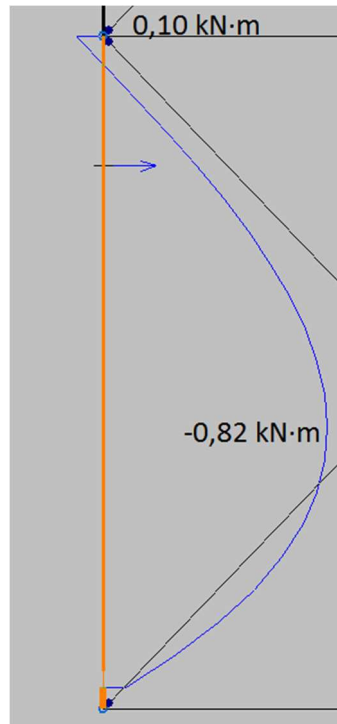
$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(4)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$$



123.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean**

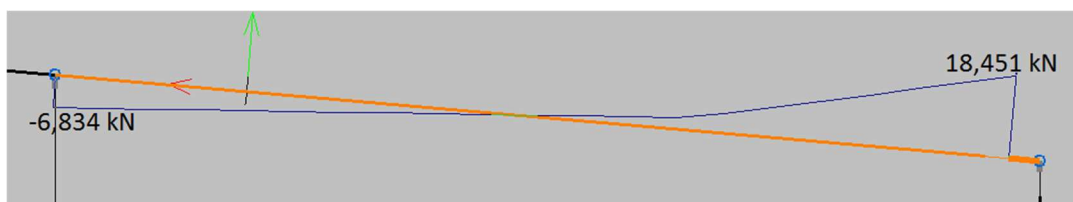
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(90^\circ)H4$



124.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(1)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$



125.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(4)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$$



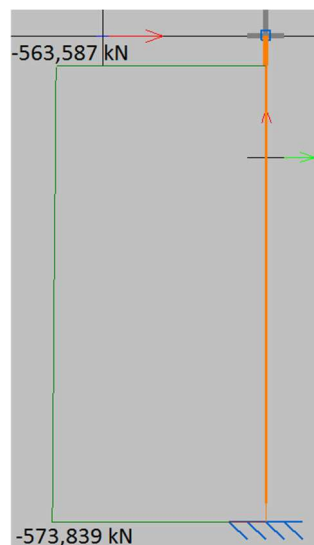
126.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

### 3.1.8.2.9 ZUTABETXOEN DIAGRAMAK

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

$$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 0,9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$$

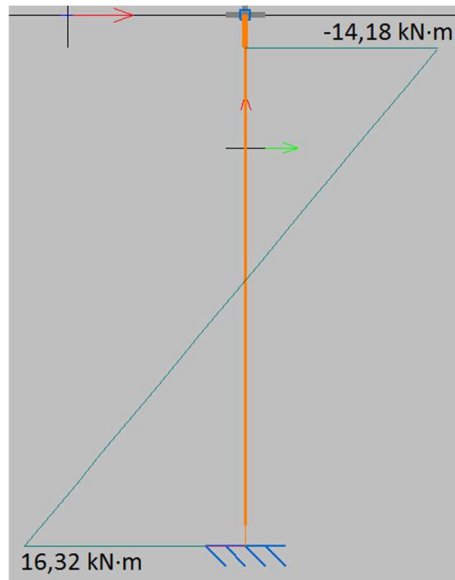


127.irudia: Konpresio diagrama



- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

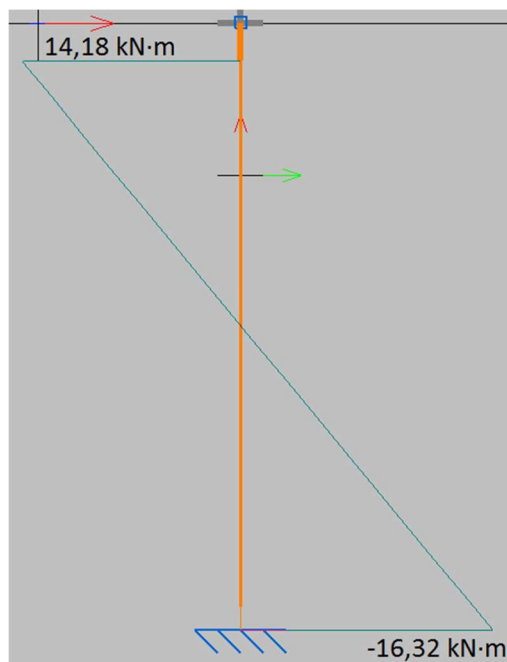
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0,75 \cdot N(R)2$



128.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean**

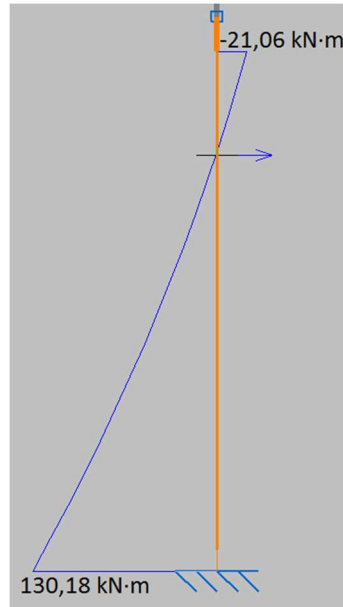
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0,75 \cdot N(R)1$



129.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Y ardatzean

- **Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H3$

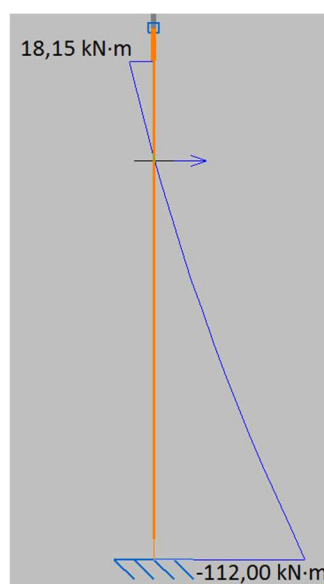


130.irudia: Momentu positiboaren diagrama Z ardatzean

- **Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:

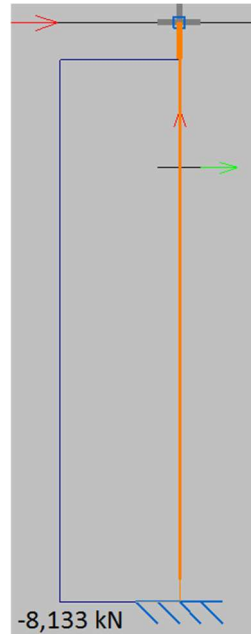
$1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot V(270)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$



131.irudia: Momentu negatiboaren diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

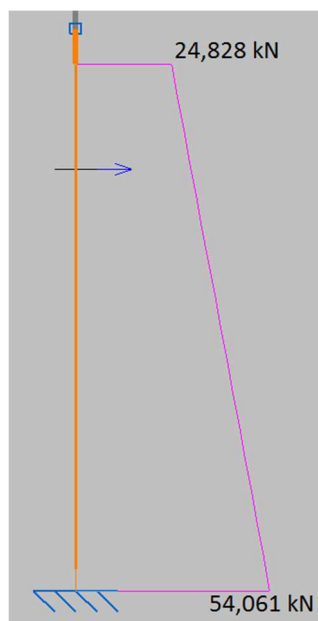
Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0,75 \cdot N(R)1$



132.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean**

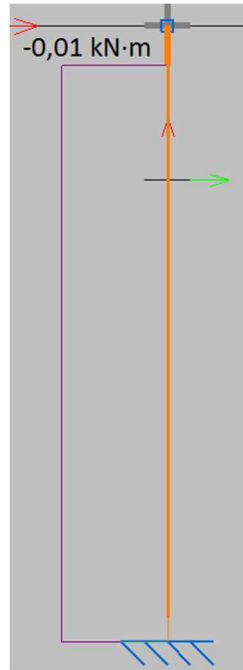
Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0,75 \cdot N(EI)$



133.irudia: Ebakitzailearen diagrama Y ardatzean

- **Momentu tortsoarearen diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $0,8 \cdot PP + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$



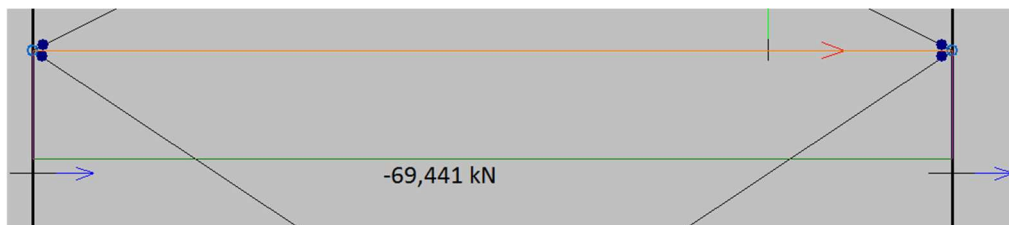
134.irudia: Momentu tortsoarearen diagrama

### 3.1.8.2.10 SAN ANDRES GURUTZETAKO HABEEN DIAGRAMAK

- **Konpresio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:

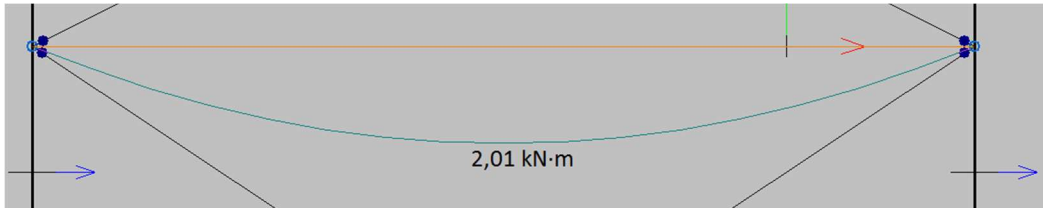
$$0,8 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(4)(C) + 1,5 \cdot V(90^\circ)H4 + 0,75 \cdot N(R)2$$



135.irudia: Konpresio diagrama

- **Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot P$



136.irudia: Momentu positiboaren diagrama Y ardatzean

- **Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP$

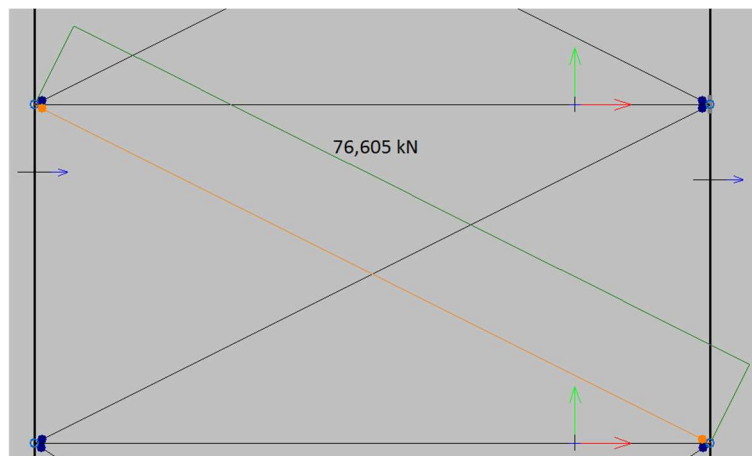


137.irudia: Ebakitzailearen diagrama Z ardatzean

### 3.1.8.2.11 SAN ANDRES GURUTZETAKO TIRANTEEN DIAGRAMAK

- **Trakzio diagrama**

Erabilitako konbinaketa:  $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(6)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0,75 \cdot N(R)1$



138.irudia: Trakzio diagrama

3.1.8.3 BARREN EGIAZTAPENAK

3.1.8.3.1 PORTIKOEN ZUTABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 400 B							
Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N68	N157	4.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70
	Oharrak: ( <sup>1</sup> ) Adierazitako ardatzarekiko inertzia ( <sup>2</sup> ) Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Pandeo		Pandeo lateral				
		XY planoan	XZ planoan	Goi hegala	Behe hegala		
	β	0.50	0.70	0.50	1.00		
	L <sub>K</sub>	2.000	2.800	2.000	4.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90							
Forma faktorea: 103.02 m <sup>-1</sup>							
Barraren temperatura max.: 533.0 °C							
Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 15 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) - GIRO TEMPERATURA														Egoera	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N68/N157	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 14.2	x: 3.82 m η = 37.0	x: 0 m η = 13.9	x: 0 m η = 12.4	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.82 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 10.6	η = 0.2	<b>BETETZEN DA</b> η = 47.7
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztapena egin behar ez daogelako trakziozko axialik.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) - SUTE EGOERA														Egoera	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N68/N157	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 14.6	x: 3.82 m η = 41.1	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 10.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.82 m η = 51.9	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 10.1	η = 0.2	<b>BETETZEN DA</b> η = 51.9		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztapena egin behar ez daogelako trakziozko axialik.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakzioa N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia tortsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento tortsorera konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento tortsorera konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.48 ✓

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 197.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 22597.30 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 152485.39 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 56064.29 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : 22597.30 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 57680.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 10820.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 355.70 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>**: Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 3817000.00 cm<sup>6</sup>

**E**: Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 2.800 m

**L<sub>kz</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.000 m

**L<sub>kt</sub>**: Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 4.000 m

**i<sub>0</sub>**: Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 18.61 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordinatuak.

$i_y$ : 17.08 cm  
 $i_z$ : 7.40 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**26.07 ≤ 193.14 ✓**

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 352.00 mm

$t_w$ : 13.50 mm

$A_w$ : 47.52 cm<sup>2</sup>

$A_{fc,ef}$ : 72.00 cm<sup>2</sup>

$k$ : 0.30

$E$ : 210000 MPa

$f_{yf}$ : 265.00 MPa

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.126 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.142 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 630.35 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$ : 4992.10 kN

Non:

**Klasea**: 1



**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>:**

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

$$N_{b,Rd} : \underline{4454.28} \text{ kN}$$

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**χ:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.96}$$

$$\chi_T : \underline{0.89}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.52}$$

$$\phi_z : \underline{0.56}$$

$$\phi_T : \underline{0.66}$$

**α:** Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

**λ̄:** Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.19}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.31}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.48}$$

**N<sub>cr</sub>:** Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{22597.30} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{152485.39} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial  
elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{56064.29} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{22597.30} \text{ kN}$$

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6  
artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.340} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.370} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H3.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^- : \underline{277.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean  
deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen  
erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren  
arabera.

$$Klasea : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena  
daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko  
sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente  
partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Albo gilbordurari erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.3.2  
artikulua)

Momentu makurtzaile erresistentetean  $M_{b,Rd}$ :

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{800.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^- = \chi_{LT}^- \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M}_{b,Rd}^- : \underline{750.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$\mathbf{W}_{pl,y}$ : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion modulu erresistente elastikoa, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.  $\mathbf{W}_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$

$\mathbf{f}_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $\mathbf{f}_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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

Izanda:

$\mathbf{f}_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$\mathbf{\gamma}_{M1}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.  $\mathbf{\gamma}_{M1} : \underline{1.05}$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.98}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.92}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \phi_{LT}^+ : \underline{0.55}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{0.67}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.28}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.52}$$

$\mathbf{M}_{cr}$ : Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa.

$$\mathbf{M}_{cr}^+ : \underline{10869.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{cr}^- : \underline{3226.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $\mathbf{M}_{cr}$ , elastikotasun teoriaren arabera:

$$\mathbf{M}_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanda:

$\mathbf{M}_{LTv}$ : Barreren erresistentzia torsio uniformearen aurrean.

$$\mathbf{M}_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad \mathbf{M}_{LTv}^+ : \underline{4019.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTv}^- : \underline{2009.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\mathbf{M}_{LTw}$ : Barreren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean.

$$\mathbf{M}_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2 \quad \mathbf{M}_{LTw}^+ : \underline{10099.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTw}^- : \underline{2524.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

<b>W<sub>el,y</sub></b> : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa.	<b>W<sub>el,y</sub></b> : <u>2884.00</u> cm <sup>3</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>10820.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Inertzia momentua tortsio uniformera.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>355.70</u> cm <sup>4</sup>
<b>E</b> : Elastizitate modulua.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Zeharkako elastizitate modulua.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>c</sub><sup>+</sup></b> : Goi hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.	<b>L<sub>c</sub><sup>+</sup></b> : <u>2.000</u> m
<b>L<sub>c</sub><sup>-</sup></b> : Behe hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.	<b>L<sub>c</sub><sup>-</sup></b> : <u>4.000</u> m
<b>C<sub>1</sub></b> : Euskarri baldintzen eta momentu makurtzaileen menpean dagoen faktorea.	<b>C<sub>1</sub></b> : <u>1.00</u>
<b>i<sub>f,z</sub></b> : Biraketa erradioa.	<b>i<sub>f,z</sub><sup>+</sup></b> : <u>8.22</u> cm
	<b>i<sub>f,z</sub><sup>-</sup></b> : <u>8.22</u> cm

**rdurara erresistentza Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.139 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 38.62 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 28.55 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

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

**M<sub>c,Rd</sub>** : 278.63 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

**W<sub>pl,z</sub>** : 1104.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren segurtate koefiziente partziala.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.124 ✓

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$V_{Ed}$  : 126.68 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$  : 1019.99 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$  : 70.00 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.

$t_w$  : 13.50 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$22.07 < 65.92$  ✓

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$\lambda_w$  : 22.07

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 65.92

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanda:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$ : 235.00 MPa  
 $f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$ : 265.00 MPa

**Resiste Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.005 ✓

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan.  $V_{Ed}$ : 11.58 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$ : 2189.76 kN

Donde:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$ : 150.28 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.  $A$ : 197.80 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.  $d$ : 352.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$ : 13.50 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$ : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$ : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$ : 1.05

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako..

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**126.68 kN ≤ 509.99 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 126.68 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 1019.99 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 11.58 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 11.58 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 2189.76 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.449} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.477} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.449} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4$ .

Non:

$N_{c,Ed}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.  $N_{c,Ed}$  : 576.57 kN  
 $M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.  $M_{y,Ed}$  : 270.86 kN·m  
 $M_{z,Ed}$  : 0.39 kN·m  
 Klasea : 1

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**N<sub>pl,Rd</sub>:** Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>:** Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A:** Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>:** Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>, k<sub>y,LT</sub>:** Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.91}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>, C<sub>m,LT</sub>:** Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.96}$$

**χ<sub>LT</sub>:** Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa koefizientea.

$$\chi_{LT} : \underline{0.92}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>:** Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.19}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.31}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>:** Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H3.



$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{126.68 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{126.68} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

### **Tortsiora erresistentzia – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu momento tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{21.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Ebaketara erresistentzia Z eta momento tortsorea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot Q2(6)(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{107.95} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{1019.31} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.  $V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$   
 $\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.  $\tau_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.  $W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$   
 $f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsorea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot Q2(6)(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed} : \underline{5.02} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.  $M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{2188.31} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.  $V_{pl,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$   
 $\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.  $\tau_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.  $W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$   
 $f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.118 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.146 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H2.

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 418.34 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 3550.83 kN

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 197.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 179.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 179.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.68

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 2865.03 kN

Non:

<b>A:</b> Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.	<b>A :</b> <u>197.80</u> cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>yd</sub>:</b> Altzairuaren erresistentzia kalkulua.	<b>f<sub>yd</sub> :</b> <u>179.52</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
<b>f<sub>y,θ</sub>:</b> Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>f<sub>y,θ</sub> :</b> <u>179.52</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
<b>f<sub>y</sub>:</b> Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>265.00</u> MPa
<b>k<sub>y,θ</sub>:</b> Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>y,θ</sub> :</b> <u>0.68</u>
<b>γ<sub>M,θ</sub>:</b> Materialaren seguritate koefiziente partziala.	<b>γ<sub>M,θ</sub> :</b> <u>1.00</u>
<b>χ:</b> Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.	
$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$	<b>χ<sub>y</sub> :</b> <u>0.99</u>
	<b>χ<sub>z</sub> :</b> <u>0.92</u>
	<b>χ<sub>T</sub> :</b> <u>0.81</u>
Izanda:	
$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$	<b>φ<sub>y</sub> :</b> <u>0.53</u>
	<b>φ<sub>z</sub> :</b> <u>0.60</u>
	<b>φ<sub>T</sub> :</b> <u>0.75</u>
<b>α:</b> Inperfekzio elastikoaren koefizientea.	<b>α<sub>y</sub> :</b> <u>0.49</u>
	<b>α<sub>z</sub> :</b> <u>0.49</u>
	<b>α<sub>T</sub> :</b> <u>0.49</u>
<b>λ̄:</b> Lerdentasun murriztua.	
$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$	<b>λ̄<sub>y</sub> :</b> <u>0.22</u>
	<b>λ̄<sub>z</sub> :</b> <u>0.36</u>
	<b>λ̄<sub>T</sub> :</b> <u>0.56</u>
<b>k<sub>λ,θ</sub>:</b> Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>λ,θ</sub> :</b> <u>1.17</u>
<b>N<sub>cr</sub>:</b> Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:	<b>N<sub>cr</sub> :</b> <u>22597.30</u> kN
<b>N<sub>cr,y</sub>:</b> Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,y</sub> :</b> <u>152485.39</u> kN
<b>N<sub>cr,z</sub>:</b> Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,z</sub> :</b> <u>56064.29</u> kN
<b>N<sub>cr,T</sub>:</b> Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,T</sub> :</b> <u>22597.30</u> kN

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.322} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.411} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{186.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

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

$$M_{c,Rd} : \underline{580.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Clase : \underline{1}$$

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.68}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Albo gilbordurari erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Momentu makurtzaile erresistentetean **M<sub>b,Rd</sub>**:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{542.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{454.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_{pl,y}$ : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion modulu erresistente elastikoa, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko muga elastiko murriztua

$$f_{y,\theta} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko muga elastikoaren murrizketa faktorea.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.68}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.93}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.78}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.59}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.78}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.33}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.60}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko lerdentasunaren handitzearen faktorea.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.17}$$

$M_{cr}$ : Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa.

$$M_{cr}^+ : \underline{10869.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{3226.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$ , elastikotasun teoriaren arabera:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Izanda:

$M_{LTV}$ : Barraren erresistentzia torsio uniformearen aurrean.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{4019.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2009.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTW}$ : Barraren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{10099.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{2524.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

**W<sub>el,y</sub>**: Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa.

$$W_{el,y} : \underline{2884.00} \text{ cm}^3$$

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

$$I_z : \underline{10820.00} \text{ cm}^4$$

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

$$I_t : \underline{355.70} \text{ cm}^4$$

**E**: Elastizitate modulua.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

**L<sub>c</sub><sup>+</sup>**: Goi hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^+ : \underline{2.000} \text{ m}$$

**L<sub>c</sub><sup>-</sup>**: Behe hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^- : \underline{4.000} \text{ m}$$

**C<sub>1</sub>**: Euskarri baldintzen eta momentu makurtzaileen menpean dagoen faktorea.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

**i<sub>f,z</sub>**: Biraketa erradioa.

$$i_{f,z}^+ : \underline{8.22} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{8.22} \text{ cm}$$

**Markudurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{12.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H2.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{9.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**

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

$$M_{c,Rd} : \underline{198.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>179.52</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>265.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.68</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.107} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed}$  : 77.45 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \qquad V_{c,Rd} : \underline{725.51} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 70.00 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

$h$ : Sekzioaren ertza.  $h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.  $t_w$  : 13.50 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 179.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta}$  : 179.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta}$  : 0.68

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00



**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{22.07 < 65.92} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 22.07

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 65.92

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.002} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed}$  : 3.84 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \mathbf{1557.56} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 150.28 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzioaren azalera gordina.  $A$  : 197.80 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.  $d$  : 352.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$  : 13.50 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 179.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta}$ : 179.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta}$ : 0.68

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta}$ : 1.00

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**77.45 kN ≤ 362.75 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$ : 77.45 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$ : 725.51 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**3.84 kN ≤ 778.78 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$ : 3.84 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$ : 1557.56 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.430} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.519} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.511} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

Non:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Izandako axiala egoera kritikoenean.	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : <u>365.54</u> kN
<b>M<sub>y,Ed</sub></b> , <b>M<sub>z,Ed</sub></b> : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.	<b>M<sub>y,Ed</sub></b> : <u>186.88</u> kN·m <b>M<sub>z,Ed</sub></b> : <u>1.06</u> kN·m
<b>Mota</b> : Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.	<b>Clase</b> : <u>1</u>
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : <u>3550.83</u> kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> , <b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : <u>580.20</u> kN·m <b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : <u>198.19</u> kN·m

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

<b>A</b> : Sekzio gordinaren azalera.	<b>A</b> : <u>197.80</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub></b> , <b>W<sub>pl,z</sub></b> : Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : <u>3232.00</u> cm <sup>3</sup> <b>W<sub>pl,z</sub></b> : <u>1104.00</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b> : Altzairuaren erresistentzia kalkulua..	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>179.52</u> MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik. **f<sub>y,θ</sub>** : 179.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik. **k<sub>y,θ</sub>** : 0.68

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**k<sub>y</sub>**, **k<sub>z</sub>**, **k<sub>y,LT</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.96}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ ,  $C_{m,LT}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.92}$$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} : \underline{0.78}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.22}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.36}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Sekzio motaren araberako faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

#### **Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$77.45 \text{ kN} \leq 362.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Indar ebakitzaila egoera kritikoengan.

$$V_{Ed,z} : \underline{77.45} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Kalkulu indar ebakitzaila erresistentea.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{725.51} \text{ kN}$$

#### **Tortsiara erresistentzia - Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinkaeta: PP+0.5·V(180°)H3.

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu momento tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{15.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.  $W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta} : \underline{179.52} \text{ MPa}$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta} : \underline{0.68}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

**Ebaketara erresistentzia Z eta momento tortsorea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.101} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  
PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(270°)H4.

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed} : \underline{73.17} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.  $M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{725.13} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.  $V_{pl,Rd} : \underline{725.51} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.  $\tau_{T,Ed} : \underline{0.13} \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.  $W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta} : \underline{179.52} \text{ MPa}$

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.68}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsoarea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  
PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(270°)H4.

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{2.79} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsoarea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1556.75} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1557.56} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.13} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{179.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.68}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

3.1.8.3.2 MENSULEN EGIAPTAPENA

Profila: HE 160 B Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N143	N125	0.340	54.30	2492.00	889.20	31.24
	Oharrak: <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
	XY planoan		XZ planoan		Goi hegala	Behe hegala	
	β	1.50	2.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	0.510	0.680	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea							
Sute egoera							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 180.43 m-1 Barraren temperatura max.: 602.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 20 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{wv}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N143/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$x: 0.07$ $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Betetzen da	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.8$	$x: 0.14$ $\eta = 19.4$	$x: 0.14$ $\eta = 1.7$	$x: 0.14$ $\eta = 48.2$	$\eta = 0.8$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	$x: 0.14$ $\eta = 21.1$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> $\eta = 48.2$
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu torsorik. <sup>(2)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momento torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Egoera		
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N143/N125	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.8$	$x: 0.14$ $\eta = 18.5$	$x: 0.14$ $\eta = 1.6$	$x: 0.14$ $\eta = 46.1$	$\eta = 0.8$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	$x: 0.14$ $\eta = 20.2$	$x: 0.07$ $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> $\eta = 46.1$		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu torsorik. <sup>(2)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momento torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia traxiora N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 y 6.3.2.1 artikulua- 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.12 ✓

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 54.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 111698.99 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 111698.99 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 159426.55 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 2492.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 889.20 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 31.24 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>**: Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 47940.00 cm<sup>6</sup>

**E**: Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 0.680 m

**L<sub>kz</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 0.510 m

**L<sub>kt</sub>**: Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>**: Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 7.89 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:



$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordenatuak.

$i_y$ : 6.77 cm  
 $i_z$ : 4.05 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**16.75 ≤ 164.47 ✓**

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 134.00 mm  
 $t_w$ : 8.00 mm  
 $A_w$ : 10.72 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : 20.80 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 275.00 MPa

**Erresistentzia trakziara – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.003 ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(1)(C).

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenan.

$N_{t,Ed}$ : 4.76 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 1422.14 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$A$ : 54.30 cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$ : 261.90 MPa

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.008 ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(2)(C).

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 11.77 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$ : 1422.14 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea**: 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A**: 54.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>**: 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>**: 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

$\bar{\lambda} \leq 0.2$  lerdentasuna dagoenean gilborduraren egiaztapena ez da egin behar, soilik egiaztatu behar da zeharkako sekzioaren erresistentzia.

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$\bar{\lambda}$ : 0.12

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A**: 54.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>**: 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

**N<sub>cr</sub>**: 111698.99 kN

<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> : <u>111698.99</u> kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> : <u>159426.55</u> kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> : <u>∞</u>

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.194 ✓

Makurdura positiborako:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean. **M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.00 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q2(2)(C).

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean. **M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 17.98 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

**M<sub>c,Rd</sub>** = W<sub>pl,y</sub> · f<sub>yd</sub> **M<sub>c,Rd</sub>** : 92.71 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Klasea** : 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat. **W<sub>pl,y</sub>** : 354.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.017 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(6)(C).

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean. **M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.77 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(4)(C).

$M_{Ed}$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}$ : 0.77 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$ : 44.52 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea**: 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$W_{pl,z}$ : 170.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

### **Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.482 ✓

Erabiliko konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q2(2)(C).

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$V_{Ed}$ : 128.56 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$ : 266.74 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$ : 17.64 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$h$ : 160.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.

$t_w$ : 8.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$\lambda_w$  : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanda:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

### **Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.008} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(4)(C).

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan.

$V_{Ed}$  : 5.49 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \mathbf{658.98} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$  : 43.58 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.

$A$  : 54.30 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.

$d$  : 134.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$t_w$  : 8.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**128.41 kN ≤ 133.37 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q2(2)(C).

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$  : 128.41 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$  : 266.74 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**5.49 kN ≤ 329.49 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·Q2(4)(C).

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$  : 5.49 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$  : 658.98 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.211 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.204} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.134} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q2(4)(C).

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Indar axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{17.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Klasea : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1422.14} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{92.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{44.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{354.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{170.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.10}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketa erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q2(2)(C).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{128.41 \text{ kN} \leq 133.37 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{128.41} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{266.74} \text{ kN}$$

**Trakzioa erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(1)(C).

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{t,Ed} : \underline{2.22} \text{ kN}$$

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{695.10} \text{ kN}$$

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$$A : \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$



$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.008 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(2)(C).

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.  $N_{c,Ed}$  : 5.49 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$   $N_{c,Rd}$  : 695.10 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 54.30 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$f_{yd}$  : 128.01 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 128.01 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.47

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Lerdentasuna  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  denean gilborduraren egiaztapena ez da egin behar, soilik egiaztatu behar da zeharkako sekzioaren erresistentzia.

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$\bar{\lambda}$  : 0.14

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 54.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>λ,θ</sub>**: Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**k<sub>λ,θ</sub>** : 1.23

**N<sub>cr</sub>**: Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

**N<sub>cr</sub>** : 111698.99 kN

**N<sub>cr,y</sub>**: Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**N<sub>cr,y</sub>** : 111698.99 kN

**N<sub>cr,z</sub>**: Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**N<sub>cr,z</sub>** : 159426.55 kN

**N<sub>cr,T</sub>**: Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.185 ✓

Makurdura positiborako:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.00 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(2)(C).

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 8.39 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

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

**M<sub>c,Rd</sub>** : 45.32 kN·m

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

**W<sub>pl,y</sub>** : 354.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 128.01 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,0}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 128.01 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Markudurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(6)(C).

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(4)(C).

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{21.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoan erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klaseko} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$$W_{pl,z} : \underline{170.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : **0.461** ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(2)(C).

**V<sub>Ed</sub>**: Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

**V<sub>Ed</sub>** : 60.05 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 130.37 kN

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera.

**A<sub>v</sub>** : 17.64 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

**h**: Sekzioaren ertza.

**h** : 160.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera.

**t<sub>w</sub>** : 8.00 mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 128.01 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 128.01 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.47

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**13.00** < **64.71** ✓

Non:

**λ<sub>w</sub>**: Arimaren lerdentasuna.

**λ<sub>w</sub>** : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Lerdentasun maximoa.

**λ<sub>máx</sub>** : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$ : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{ref}$ : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.008 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(4)(C).

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed}$ : 2.56 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$ : 322.09 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$ : 43.58 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzioaren azalera gordina.

$A$ : 54.30 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.

$d$ : 134.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$t_w$ : 8.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 128.01 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$ : 128.01 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$ : 0.47

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$ : 1.00

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 59.94 \text{ kN} \leq 65.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(2)(C).

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 59.94 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 130.37 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.56 \text{ kN} \leq 161.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(4)(C).

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 2.56 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 322.09 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.202} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.128} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(4)(C).

Non:

$N_{c,Ed}$ : Izandako axiala egoera kritikoenean.  $N_{c,Ed}$  : 0.00 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{y,Ed} : \underline{8.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$$N_{pl,Rd} : \underline{695.10} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{45.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{21.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{354.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{170.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{128.01} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.14}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.12}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Sekzio motaren arabera faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q2(2)(C).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$59.94 \text{ kN} \leq 65.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Indar ebakitzaila egoera kritikoenean.

$$V_{Ed,z} : \underline{59.94} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Kalkulu indar ebakitzaila erresistentea.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{130.37} \text{ kN}$$



3.1.8.3.3 SARETAREN BEHEKO KORDOIAREN EGIAZTAPENA

Profila: SHS 220x8 Materiala: Altzairua ( S275 )						
Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N315	N316	3.125	66.15	4884.47	4884.47	7780.51
Oharrak: <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Torsio uniformekiko inertzia momentua						
Gilbordura		Albo gilbordura				
	XY planoak	XZ planoak	Goi hegala	Behe hegala		
β	3.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>	9.375	3.125	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>k</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea						
<b>Sute egoera</b>						
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 129.00 m-1 Barraren temperatura max.: 606.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 15 mm						

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sv}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N315/N316	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_{sv} \leq \lambda_{sv,max}$ Betetzen da	η = 10.8	η = 34.4	x: 3.125 m η = 2.7	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 3.125 m η = 0.3	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3.125 m η = 36.1	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 36.1
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. <sup>(3)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(4)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako momentu torsorenik. <sup>(5)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Estado		
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N315/N316	η = 7.0	η = 26.4	x: 1.758 m η = 1.7	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3.125 m η = 27.4	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 27.4		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. <sup>(3)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(4)</sup> Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako momentu torsorenik. <sup>(5)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia traksiora N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara. Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara. Y. M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerak eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerak eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorerak konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorerak konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua- 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.26 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 66.15 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 1151.85 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 10366.61 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 1151.85 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 4884.47 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 4884.47 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 7780.51 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 113.54 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 3.125 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 9.375 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 12.15 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordenatuak.

$i_y$ : 8.59 cm  
 $i_z$ : 8.59 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**25.50 ≤ 311.98 ✓**

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 204.00 mm  
 $t_w$ : 8.00 mm  
 $A_w$ : 32.64 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : 17.60 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 275.00 MPa

**Erresistentzia trakziora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : **0.108 ✓**

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+0.9·V(90°)H2+1.5·N(EI).

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenan.

$N_{t,Ed}$ : 187.03 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 1732.58 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$A$ : 66.15 cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$ : 261.90 MPa

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.140 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.344 ✓

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H3$ .

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 243.00 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 1732.58 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 66.15 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 706.18 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 66.15 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.89}$$

$$\chi_z : \underline{0.41}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.64}$$

$$\phi_z : \underline{1.55}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.42}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.26}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{1151.85} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{10366.61} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{1151.85} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

### Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Giro temperatura (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{141.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{539.58} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H3.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$$V_{Ed} : \underline{1.48} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$$V_{c,Rd} : \underline{493.55} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{32.64} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$$d : \underline{204.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Arima lodiera.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$25.50 < 64.71 \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$$\lambda_w : \underline{25.50}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\text{máx}}$ : Lerdentasun maximoa.

$$\lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

### **Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{\text{Ed}}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{\text{c,Rd}}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$1.43 \text{ kN} \leq 246.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot \text{PP} + 0.9 \cdot \text{V}(0^\circ)\text{H2} + 1.5 \cdot \text{N}(\text{EI})$ .

$V_{\text{Ed}}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{1.43} \text{ kN}$$

$V_{\text{c,Rd}}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{493.55} \text{ kN}$$

### **Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.168} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.186} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.361} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot \text{PP} + 1.05 \cdot \text{Q1}(\text{C}) + 1.5 \cdot \text{V}(270^\circ)\text{H3}$ .

Donde:

$N_{t,Ed}$ : Trakzio indar axiala egoera kritikoenean.	$N_{c,Ed}$ : $\frac{243.00}{}$ kN
$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.	$M_{y,Ed}$ : $\frac{3.86}{}$ kN·m
	$M_{z,Ed}$ : $\frac{0.00}{}$ kN·m
<b>Klasea</b> : Sekzio mota, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.	<b>Klasea</b> : $\frac{1}{}$
$N_{pl,Rd}$ : Trakziara erresistentzia.	$N_{pl,Rd}$ : $\frac{1732.58}{}$ kN
$M_{pl,Rd,y}$ , $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.	$M_{pl,Rd,y}$ : $\frac{141.32}{}$ kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$ : $\frac{141.32}{}$ kN·m
<b>Gilbordurara erresistentzia</b> : (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)	
<b>A</b> : Sekzio gordinaren azalera.	<b>A</b> : $\frac{66.15}{}$ cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}$ , $W_{pl,z}$ : Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.	$W_{pl,y}$ : $\frac{539.58}{}$ cm <sup>3</sup>
	$W_{pl,z}$ : $\frac{539.58}{}$ cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.	$f_{yd}$ : $\frac{261.90}{}$ MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	
Izanez:	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : $\frac{275.00}{}$ MPa
$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M1}$ : $\frac{1.05}{}$
<b><math>k_y</math>, <math>k_z</math></b> : Interakzio koefizienteak.	
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_y</math></b> : $\frac{1.03}{}$
$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_z</math></b> : $\frac{1.28}{}$
<b><math>C_{m,y}</math>, <math>C_{m,z}</math></b> : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.	<b><math>C_{m,y}</math></b> : $\frac{1.00}{}$
	<b><math>C_{m,z}</math></b> : $\frac{1.00}{}$
$\chi_y$ , $\chi_z$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.	$\chi_y$ : $\frac{0.89}{}$
	$\chi_z$ : $\frac{0.41}{}$
$\bar{\lambda}_y$ , $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.	$\bar{\lambda}_y$ : $\frac{0.42}{}$
	$\bar{\lambda}_z$ : $\frac{1.26}{}$
$\alpha_y$ , $\alpha_z$ : Sekzio klasearen araberako koefizienteak.	$\alpha_y$ : $\frac{0.60}{}$
	$\alpha_z$ : $\frac{0.60}{}$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$ .



$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 1.43 \text{ kN} \leq 246.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$$V_{Ed,z}: \text{Egoera kritikoan emandako indar ebakitzaila.} \quad V_{Ed,z} : \underline{1.43} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z}: \text{Indar ebakitzailaren kalkulu erresistentzia.} \quad V_{c,Rd,z} : \underline{493.55} \text{ kN}$$

**Trakziora erresistentzia - Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(90°)H2.

$$N_{t,Ed}: \text{Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.} \quad N_{t,Ed} : \underline{58.16} \text{ kN}$$

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{829.67} \text{ kN}$$

Non:

$$A: \text{Zeharkako sekzioaren azalera gordina} \quad A : \underline{66.15} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Altzairuaren kalkulu erresistentzia.} \quad f_{yd} : \underline{125.42} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$$f_{y,\theta}: \text{Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.} \quad f_{y,\theta} : \underline{125.42} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$$f_y: \text{Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta}: \text{Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.} \quad k_{y,\theta} : \underline{0.46}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Materialaren seguritate koefiziente partziala.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.079} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.264} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean. **N<sub>c,Ed</sub>** : 65.22 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>c,Rd</sub>**:

**N<sub>c,Rd</sub>** = A · f<sub>yd</sub> **N<sub>c,Rd</sub>** : 829.67 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A** : 66.15 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 125.42 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 125.42 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.46

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>**:

**N<sub>b,Rd</sub>** = χ · A · f<sub>yd</sub> **N<sub>b,Rd</sub>** : 247.19 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A** : 66.15 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 125.42 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 125.42 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.46

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.83}$$

$$\chi_z : \underline{0.30}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.71}$$

$$\phi_z : \underline{2.04}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.55}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.24}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{1151.85} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{10366.61} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{1151.85} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H2.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{67.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea :** 1

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseetako sekzioentzat.

**$W_{pl,y}$  :** 539.58 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 125.42 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$f_{y,\theta}$  :** 125.42 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**$f_y$  :** 275.00 MPa

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$k_{y,\theta}$  :** 0.46

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**$\gamma_{M,\theta}$  :** 1.00

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**$\eta$  :** 0.004 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H2.

**$V_{Ed}$ :** Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

**$V_{Ed}$  :** 0.93 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  **$V_{c,Rd}$ :**

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

**$V_{c,Rd}$  :** 236.34 kN

Non:

**$A_v$ :** Zeharkako ebaketa azalera.

**$A_v$  :** 32.64 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

**$h$ :** Sekzioaren ertza.

**$d$  :** 204.00 mm

**$t_w$ :** Arima lodiera.

**$t_w$  :** 8.00 mm

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 125.42 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>125.42</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.46</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{25.50 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 25.50

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\max}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{\max}$  : 64.71

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.93 \text{ kN} \leq 118.17 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H2.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 0.93 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 236.34 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.096} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.274} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H3.

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{65.22} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{y,Ed} : \underline{1.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$$N_{pl,Rd} : \underline{829.67} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{67.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{67.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{66.15} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{539.58} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{539.58} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{125.42} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{125.42} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.46}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.03}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.21}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_y : \underline{0.83}$$

$$\chi_z : \underline{0.30}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z aradatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.55}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Sekzio klasearen araberako faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Erresistentzia makurdurara, axialera eta ebakitzailera konbinatuta – Sute egoera**  
(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.93 \text{ kN} \leq 118.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.93} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{236.34} \text{ kN}$$

3.1.8.3.4 SARETAREN GOIKO KORDOIAREN EGIAZTAPENA

Profila: SHS 180x8 Materiala: Altzairua ( S275 )							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N182	N290	3.138	53.35	2582.89	2582.89	4169.72
	Oharrak: <sup>(1)</sup> Aderazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Tortsio uniformeko inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
		XY planoan	XZ planoan	Goi hegala	Behe hegala		
	β	0.64	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.000	3.138	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 129.96 m-1 Barraren tenperatura max.: 608.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 15 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera				
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{wv}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>Ed</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>		
N182/N290	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Betetzen da	x: 3.138 m η = 24.1	x: 0 m η = 11.8	x: 3.138 m η = 24.1	x: 0 m η = 8.7	x: 3.138 m η = 1.5	x: 0 m η = 4.0	x: 3.138 m η = 4.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.138 m η = 33.3	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 33.3
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu tortsoerik. <sup>(2)</sup> Ez da goi konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu tortsoeraren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																		
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Egoera				
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>Ed</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>					
N182/N290	x: 3.138 m η = 0.7	x: 0 m η = 22.7	x: 3.138 m η = 6.1	x: 0 m η = 1.1	x: 3.138 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.138 m η = 29.5	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 29.5				
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu tortsoerik. <sup>(2)</sup> Ez da goi konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu tortsoeraren arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																		
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakzioa N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresioa M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>Ed</sub> : Erresistentzia tortsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento tortsoerara konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento tortsoerara konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar																		



**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.52 ✓

Non:

**Mota:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Class** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 53.35 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 5436.98 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 5436.98 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 13383.36 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 2582.89 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 2582.89 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 4169.72 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 54.28 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 3.138 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 9.84 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

**i<sub>y</sub>** : 6.96 cm

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira  
erradioak, Y eta Z ardatzekiko.  
 $y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
koordinatuak.

$i_z$ : 6.96 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$20.50 \leq 309.25$  ✓

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$h_w$ : 164.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$t_w$ : 8.00 mm

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_w$ : 26.24 cm<sup>2</sup>

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$A_{fc,ef}$ : 14.40 cm<sup>2</sup>

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$k$ : 0.30

$E$ : Elastikotasun modulua.

$E$ : 210000 MPa

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

$f_{yf}$ : 275.00 MPa

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

**Erresistentzia trakziara – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.118 ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·V(90°)H3.

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{t,Ed}$ : 164.92 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 1397.35 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$A$ : 53.35 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.200 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.241 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(2)(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 280.03 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 1397.35 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 53.35 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 1162.64 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 53.35 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.83}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.71}$$

$$\phi_z : \underline{0.59}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.33}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{5436.98} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{5436.98} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{13383.36} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

### Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Giro temperatura (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.087} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(2)(C) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{4.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{8.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{93.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

<b>W<sub>pl,y</sub></b> : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : <u>355.26</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b> : Altzairuaren kalkulu erresistentzia. $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>261.90</u> MPa
Izanez:	
<b>f<sub>y</sub></b> : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	<b>f<sub>y</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>γ<sub>M0</sub></b> : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	<b>γ<sub>M0</sub></b> : <u>1.05</u>

**Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.015 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.05·Q2(6)(C)+1.5·V(90°)H4.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 1.41 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:

1.35·PP+1.05·Q2(3)(C)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 1.42 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

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

**M<sub>c,Rd</sub>** : 93.05 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**W<sub>pl,z</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

**W<sub>pl,z</sub>** : 355.26 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.040 ✓

Erabilitako konbinaketa:  
 1.35·PP+1.05·Q2(3)(C)+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

**V<sub>Ed</sub>** : 15.90 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 396.78 kN

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera.

**A<sub>v</sub>** : 26.24 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

**h**: Sekzioaren ertza.

**d** : 164.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera.

**t<sub>w</sub>** : 8.00 mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**20.50 < 64.71** ✓

Non:

**λ<sub>w</sub>**: Arimaren lerdentasuna.

**λ<sub>w</sub>** : 20.50

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Lerdentasun maximoa.

**λ<sub>máx</sub>** : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

**ε**: Txikitze faktorea.

**ε** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

**f<sub>ref</sub>**: Erreferentzia muga elastikoa.

**f<sub>ref</sub>** : 235.00 MPa

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.001 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(3)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$V_{Ed}$  : 0.23 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$  : 409.98 kN

Donde:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$  : 27.11 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.

$A$  : 53.35 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.

$d$  : 164.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$t_w$  : 8.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

**22.50 < 64.71** ✓

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$\lambda_w$  : 22.50

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa  
 $f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 14.13 \text{ kN} \leq 198.39 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 14.13 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 396.78 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.23 \text{ kN} \leq 204.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(3)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 0.23 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 409.98 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.288 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.333 \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.272} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(3)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Indar axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{277.84} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{7.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Clase : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1397.35} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{93.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{93.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{53.35} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{355.26} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{355.26} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.03}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{0.83}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.33}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: Sekzio motaren arabeko koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketa erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{14.13 \text{ kN} \leq 198.39 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed,z} : \underline{14.13} \text{ kN}$   
 $V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd,z} : \underline{396.78} \text{ kN}$

**Erresistentzia trakziara – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $PP + 0.5 \cdot V(90^\circ)H3$ .

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.  $N_{t,Ed} : \underline{4.60} \text{ kN}$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$   $N_{t,Rd} : \underline{660.65} \text{ kN}$

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.  $A : \underline{53.35} \text{ cm}^2$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.  $f_{yd} : \underline{123.83} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.  $f_{y,\theta} : \underline{123.83} \text{ MPa}$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.  $k_{y,\theta} : \underline{0.45}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.173} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.227} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(180°)H2.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{114.14} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>c,Rd</sub>**:

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{660.65} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\mathbf{Klasea} : \underline{1}$$

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

$$\mathbf{A} : \underline{53.35} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{123.83} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{123.83} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.45}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>**:

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{501.75} \text{ kN}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

$$\mathbf{A} : \underline{53.35} \text{ cm}^2$$

<b>f<sub>yd</sub></b> : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>123.83</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
<b>f<sub>y,θ</sub></b> : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>f<sub>y,θ</sub></b> : <u>123.83</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
<b>f<sub>y</sub></b> : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	<b>f<sub>y</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>k<sub>y,θ</sub></b> : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>y,θ</sub></b> : <u>0.45</u>
<b>γ<sub>M,θ</sub></b> : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	<b>γ<sub>M,θ</sub></b> : <u>1.00</u>
<b>χ</b> : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.	
$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$	<b>χ<sub>y</sub></b> : <u>0.76</u>
	<b>χ<sub>z</sub></b> : <u>0.89</u>
Izanda:	
$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2]$	<b>φ<sub>y</sub></b> : <u>0.82</u>
	<b>φ<sub>z</sub></b> : <u>0.64</u>
<b>α</b> : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.	<b>α<sub>y</sub></b> : <u>0.49</u>
	<b>α<sub>z</sub></b> : <u>0.49</u>
<b>λ̄</b> : Lerdentasun murriztua.	
$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$	<b>λ̄<sub>y</sub></b> : <u>0.64</u>
	<b>λ̄<sub>z</sub></b> : <u>0.41</u>
<b>k<sub>λ,θ</sub></b> : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>λ,θ</sub></b> : <u>1.24</u>
<b>N<sub>cr</sub></b> : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:	<b>N<sub>cr</sub></b> : <u>5436.98</u> kN
<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> : <u>5436.98</u> kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> : <u>13383.36</u> kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> : <u>∞</u>

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η** : 0.061 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(90°)H3.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+$  : 0.95 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H2.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^-$  : 2.68 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$  : 43.99 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$W_{pl,y}$  : 355.26 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 123.83 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 123.83 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.45

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Markudurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.011 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(90°)H4.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+$  : 0.43 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(3)(C)+0.5·V(0°)H1.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^-$  : 0.49 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$

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

$M_{c,Rd}$  : 43.99 kN·m

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoan erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea :** 1

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

**$W_{pl,z}$  :** 355.26 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 123.83 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$f_{y,\theta}$  :** 123.83 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**$f_y$  :** 275.00 MPa

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$k_{y,\theta}$  :** 0.45

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**$\gamma_{M,\theta}$  :** 1.00

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**$\eta$  :** 0.030 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(3)(C)+0.5·V(180°)H2.

**$V_{Ed}$ :** Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

**$V_{Ed}$  :** 5.54 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  **$V_{c,Rd}$ :**

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

**$V_{c,Rd}$  :** 187.59 kN

Non:

**$A_v$ :** Zeharkako ebaketa azalera.

**$A_v$  :** 26.24 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

**$h$ :** Sekzioaren ertza.

**$d$  :** 164.00 mm

**$t_w$ :** Arima lodiera.

**$t_w$  :** 8.00 mm

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 123.83 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$f_{y,\theta}$  :** 123.83 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.50 < 64.71 \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$$\lambda_w : \underline{20.50}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\text{máx}}$ : Lerdentasun maximoa.

$$\lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Ebaketara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(3)(C)+0.5·V(0°)H1.

$V_{\text{Ed}}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.08} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{\text{c,Rd}}$ :

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{193.83} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{27.11} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

<b>A</b> : Sekzioaren azalera gordina.	<b>A</b> : <u>53.35</u> cm <sup>2</sup>
<b>d</b> : Arimaren altuera.	<b>d</b> : <u>164.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Arimaren lodiera.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>8.00</u> mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>** : 123.83 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik. **f<sub>y,θ</sub>** : 123.83 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik. **k<sub>y,θ</sub>** : 0.45

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz**: (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{b}{t_r} < 70 \cdot \varepsilon \quad 22.50 < 64.71 \quad \checkmark$$

Non:

**λ<sub>w</sub>**: Arimaren lerdentasuna. **λ<sub>w</sub>** : 22.50

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Lerdentasun maximoa. **λ<sub>máx</sub>** : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

**ε**: Txikitze faktorea. **ε** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

**f<sub>ref</sub>**: Erreferentzia muga elastikoa. **f<sub>ref</sub>** : 235.00 MPa

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

### **Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 4.93 \text{ kN} \leq 93.80 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H2.



$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 4.93 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 187.59 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.08 \text{ kN} \leq 96.92 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(3)(C)+0.5·V(0°)H1.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 0.08 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 193.83 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.235} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.295} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.236} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(3)(C)+0.5·V(180°)H2.

Non:

$N_{c,Ed}$ : Izandako axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 113.76 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$M_{y,Ed}$  : 2.67 kN·m

$M_{z,Ed}$  : 0.11 kN·m

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$N_{pl,Rd}$  : 660.65 kN

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$M_{pl,Rd,y}$  : 43.99 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 43.99 kN·m

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

<b>A:</b> Sekzio gordinaren azalera.	<b>A :</b> <u>53.35</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>:</b> Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.	<b>W<sub>pl,y</sub> :</b> <u>355.26</u> cm <sup>3</sup> <b>W<sub>pl,z</sub> :</b> <u>355.26</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub>:</b> Altzairuaren erresistentzia kalkulua..	<b>f<sub>yd</sub> :</b> <u>123.83</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
<b>f<sub>y,\theta</sub>:</b> Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>f<sub>y,\theta</sub> :</b> <u>123.83</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
<b>f<sub>y</sub>:</b> Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>275.00</u> MPa
<b>k<sub>y,\theta</sub>:</b> Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>y,\theta</sub> :</b> <u>0.45</u>
<b>γ<sub>M,θ</sub>:</b> Materialaren seguritate koefiziente partziala.	<b>γ<sub>M,θ</sub> :</b> <u>1.00</u>
<b>k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>:</b> Interakzio koefizienteak.	
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	<b>k<sub>y</sub> :</b> <u>1.10</u>
$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	<b>k<sub>z</sub> :</b> <u>1.04</u>
<b>C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>:</b> Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.	<b>C<sub>m,y</sub> :</b> <u>1.00</u> <b>C<sub>m,z</sub> :</b> <u>1.00</u>
<b>χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>:</b> Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.	<b>χ<sub>y</sub> :</b> <u>0.76</u> <b>χ<sub>z</sub> :</b> <u>0.89</u>
<b>λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>:</b> Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.	<b>λ̄<sub>y</sub> :</b> <u>0.64</u> <b>λ̄<sub>z</sub> :</b> <u>0.41</u>
<b>α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>:</b> Sekzio motaren araberako faktoreak.	<b>α<sub>y</sub> :</b> <u>0.60</u> <b>α<sub>z</sub> :</b> <u>0.60</u>

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H2.

$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$	<b>4.93 kN ≤ 93.80 kN</b> ✓
Non:	
<b>V<sub>Ed,z</sub>:</b> Jasandako ebaketa esfortzua.	<b>V<sub>Ed,z</sub> :</b> <u>4.93</u> kN
<b>V<sub>c,Rd,z</sub>:</b> Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.	<b>V<sub>c,Rd,z</sub> :</b> <u>187.59</u> kN

3.1.8.3.5 SARETAREN DIAGONALEN EGIAZTAPENA

Profila: SHS 80x6 Materiala: Altzairua ( S275 )							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N239	N274	2.015	16.81	148.00	148.00	251.29
	Oharrak: ( <sup>1</sup> ) Adierazitako ardatzarekiko inertzia ( <sup>2</sup> ) Tortsio uniformeko inertzia momentua						
	Gilbordura			Albo gilbordura			
	XY planoan		XZ planoan	Goi hegala	Behe hegala		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.015	2.015	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 178.48 m-1 Barraren temperatura max.: 598.5 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 20 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) - GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{lim}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N239/N274	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Betetzen da	x: 1.852 m η = -17.1	x: 0.175 m η = 55.2	x: 1.015 m η = 0.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(1)	x: 0.175 m η = 0.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(2)	x: 0.175 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 1.015 m η = 55.9	x: 0.175 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	<b>BETETZEN DA</b> η = 55.9
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako makurdura momentua. (2) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (3) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztatzen egin behar. (4) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu torsorekin. (5) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztatzen egin behar.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N239/N274	x: 1.852 m η = 0.6	x: 0.175 m η = 51.9	x: 1.015 m η = 0.8	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(1)	x: 0.175 m η = 0.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(2)	x: 0.175 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 1.015 m η = 52.9	x: 0.175 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	<b>BETETZEN DA</b> η = 52.9		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako makurdura momentua. (2) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (3) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztatzen egin behar. (4) Ez da egiaztatzen behar, ez dagoelako momentu torsorekin. (5) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztatzen egin behar.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia traktzioa N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresioa M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momentu makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momentu makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsioa NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsioa M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momentu torsorerara konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momentu torsorerara konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 artikulua y 6.3.2.1 - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.78 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 16.81 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 755.47 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 755.47 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 755.47 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 148.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 148.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 251.29 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 1.14 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 2.015 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.015 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 4.20 cm

$$i_0 = \left( i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Izanda:

**i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

**i<sub>y</sub>** : 2.97 cm

**i<sub>z</sub>** : 2.97 cm

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
 koordenatuak.

$y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**11.33 ≤ 298.70** ✓

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$h_w$ : 68.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$t_w$ : 6.00 mm

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_w$ : 8.16 cm<sup>2</sup>

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$A_{fc,ef}$ : 4.80 cm<sup>2</sup>

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$k$ : 0.30

$E$ : Elastikotasun modula.

$E$ : 210000 MPa

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

$f_{yf}$ : 275.00 MPa

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

**Erresistentzia trakziara – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : **0.171** ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.05·Q2(1)(C)+1.5·V(270°)H3.

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenan.

$N_{t,Ed}$ : 75.12 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 440.29 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$A$ : 16.81 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.372} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.552} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(5)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{163.64} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$$N_{c,Rd} : \underline{440.29} \text{ kN}$$

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$$N_{b,Rd} : \underline{296.45} \text{ kN}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_y$  : 0.67

$\chi_z$  : 0.67

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\phi_y$  : 0.95

$\phi_z$  : 0.95

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$\alpha_y$  : 0.49

$\alpha_z$  : 0.49

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$  : 0.78

$\bar{\lambda}_z$  : 0.78

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa,  
hurrengokoetako txikiena:

$N_{cr}$  : 755.47 kN

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$N_{cr,y}$  : 755.47 kN

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$N_{cr,z}$  : 755.47 kN

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T}$  :  $\infty$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6  
artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.005 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$M_{Ed}^+$  : 0.07 kN·m

Makurdura negatibora:

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$  : 12.94 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean  
deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen  
erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena  
daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$W_{pl,y}$  : 49.39 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M0}$ : <u>1.05</u>

**Resistenc Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.001 ✓

Erabilitako konbinkaeta: 1.35·PP.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.	$V_{Ed}$ : <u>0.14</u> kN
--	---------------------------

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$ : 123.39 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.	$A_v$ : <u>8.16</u> cm <sup>2</sup>
------------------------------------	-------------------------------------

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.	$d$ : <u>68.00</u> mm
$t_w$ : Arima lodiera.	$t_w$ : <u>6.00</u> mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.	$f_{yd}$ : <u>261.90</u> MPa
---	------------------------------

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M0}$ : <u>1.05</u>

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**11.33 < 64.71** ✓

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.	$\lambda_w$ : <u>11.33</u>
--------------------------------------	----------------------------

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.	$\lambda_{m\acute{a}x}$ : <u>64.71</u>
--	--



$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$ : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.

$f_{\text{ref}}$ : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.14 kN ≤ 61.69 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$ : 0.14 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$ : 123.39 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.377 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.559 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.556 ✓

Erabilitako konbinaketa:

1.35·PP+1.05·Q2(5)(C)+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

Non:

$N_{c,Ed}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 163.54 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$M_{y,Ed}^+$ : 0.07 kN·m

$M_{z,Ed}^+$ : 0.00 kN·m

Klasea: 1

**Klasea:** Sekzio mota, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**$N_{pl,Rd}$ :** Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{440.29} \text{ kN}$$

**$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ :** Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{12.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{12.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A:** Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

**$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ :** Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{49.39} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{49.39} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M1}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**$k_y$ ,  $k_z$ :** Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.32}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.32}$$

**$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ :** Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

**$\chi_y$ ,  $\chi_z$ :** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{0.67}$$

$$\chi_z : \underline{0.67}$$

**$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ :** Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.78}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.78}$$

**$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ :** Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.14 \text{ kN} \leq 61.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

**$V_{Ed,z}$ :** Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.14} \text{ kN}$$

**$V_{c,Rd,z}$ :** Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{123.39} \text{ kN}$$

**Resi Trakziora erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.006 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(1)(C)+0.5·V(270°)H3.

**N<sub>t,Ed</sub>**: Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.

**N<sub>t,Ed</sub>** : 1.23 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>t,Rd</sub>**:

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

**N<sub>t,Rd</sub>** : 219.40 kN

Non:

**A**: Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

**A** : 16.81 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 130.51 MPa

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Izanda:

**f<sub>y,0</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**f<sub>y,0</sub>** : 130.51 MPa

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,0</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**k<sub>y,0</sub>** : 0.47

**γ<sub>M,0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,0</sub>** : 1.00

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.292 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.519 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(5)(C)+0.5·V(0°)H2.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

**N<sub>c,Ed</sub>** : 64.08 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$$N_{c,Rd} : \underline{219.40} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$$N_{b,Rd} : \underline{123.48} \text{ kN}$$

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**$\chi$ :** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.56}$$

$$\chi_z : \underline{0.56}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{1.15}$$

$$\phi_z : \underline{1.15}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.96}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.96}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.23}$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{755.47} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{755.47} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{755.47} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{49.39} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$$f_{y,\theta} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : 0.47$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.002 \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : 0.10 \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$$V_{c,Rd} : 61.49 \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : 8.16 \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$$d : 68.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Arima lodiera.

$$t_w : 6.00 \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : 130.51 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : 130.51 \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : 0.47$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{11.33 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 11.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\max}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{\max}$  : 64.71

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.10 \text{ kN} \leq 30.74 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 0.10 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 61.49 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.300} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.529} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.525} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(5)(C)+0.5·V(0°)H2.

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{64.01} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Klasea : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$$N_{pl,Rd} : \underline{219.40} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{6.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{16.81} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{49.39} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{49.39} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{130.51} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.47}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.39}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.39}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_y : \underline{0.56}$$

$$\chi_z : \underline{0.56}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.96}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.96}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: Sekzio motaren arabeko faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$



**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako

Erabilitako konbinaketa: PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.10 \text{ kN} \leq 30.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

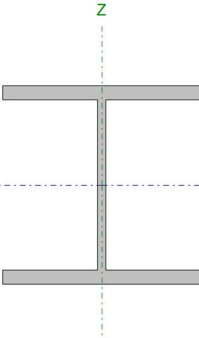
$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \frac{0.10}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{61.49}{\quad} \text{ kN}$$

3.1.8.3.6 GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 200 B Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N155	N160	4.000	78.10	5696.00	2003.00	59.28
	Oharrak: ( <sup>1</sup> ) Adierazitako ardatzarekiko inertzia ( <sup>2</sup> ) Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
		XY planoan	XZ planoan	Goi hegala	Behe hegala		
	β	0.70	0.70	1.00	1.00		
	L <sub>K</sub>	2.800	2.800	4.000	4.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 156.97 m <sup>-1</sup> Barraren tenperatura max.: 559.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 20 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N155/N160	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 68.9	x: 3.82 m η = 10.5	x: 0 m η = 2.3	η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.3	η < 0.1	<b>BETETZEN DA</b> η = 77.8
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako traziozko axiala.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Egoera		
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N155/N160	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 84.4	x: 3.82 m η = 8.5	x: 0 m η = 1.2	η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 92.1	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.3	η < 0.1	<b>BETETZEN DA</b> η = 92.1		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako traziozko axiala.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trazioa N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresioa M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzaileran eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzaileran eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsioa M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorera konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorera konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua- 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.64 ✓

Non:

**Mota:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 78.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 5295.22 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 15058.20 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 5295.22 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : 7119.27 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 5696.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 2003.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 59.28 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 171100.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 2.800 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.800 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 4.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 9.93 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordenatuak.

$$i_y : \underline{8.54} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.06} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$18.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{170.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{15.30} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{30.00} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.526} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.689} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(180°)H3.

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{1075.13} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Non:

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)  
Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>:**

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1561.36} \text{ kN}$$

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**χ:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.76}$$

$$\chi_T : \underline{0.82}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.60}$$

$$\phi_z : \underline{0.81}$$

$$\phi_T : \underline{0.74}$$

**α:** Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_T : \underline{0.49}$$

**λ̄:** Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.38}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.64}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.55}$$

**N<sub>cr</sub>:** Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{5295.22} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{15058.20} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>:** Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{5295.22} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
 gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T} : \underline{7119.27} \text{ kN}$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.091} \checkmark$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.105} \checkmark$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+ : \underline{15.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^- : \underline{10.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

**Albo gilbordurari erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Momentu makurtzaile erresistentetean  $M_{b,Rd}$ :

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd} : \underline{146.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Non:

$W_{pl,y}$ : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion modulu erresistente elastikoa, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M1}$  : 1.05

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT} : \underline{0.87}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT} : \underline{0.76}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  $\alpha_{LT}$  : 0.21

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.65}$$

$M_{cr}$ : Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa.  $M_{cr}$  : 419.51 kN·m

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$ , elastikotasun teoriaren arabera:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanda:

$M_{LTv}$ : Barreren erresistentzia torsio uniformearen aurrean.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTv} : \underline{352.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTw}$ : Barreren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2 \quad M_{LTw} : \underline{226.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$ : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa.  $W_{el,y}$  : 569.60 cm<sup>3</sup>

$I_z$ : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.  $I_z$  : 2003.00 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Inertzia momentua torsio uniformera.  $I_t$  : 59.28 cm<sup>4</sup>

$E$ : Elastizitate modulua.  $E$  : 210000 MPa

$G$ : Zeharkako elastizitate modulua.  $G$  : 81000 MPa

$L_c^+$ : Goi hegalaaren albo gilbordura luzera eraginkorra.  $L_c^+$  : 4.000 m

$L_c^-$ : Behe hegalaaren albo gilbordura luzera eraginkorra.  $L_c^-$  : 4.000 m

$C_1$ : Euskarri baldintzen eta momentu makurtzaileen menpean dagoen faktorea.  $C_1$  : 1.00

$i_{f,z}$ : Biraketa erradioa.  $i_{f,z}^+$  : 5.54 cm

$$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$$

**Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.023} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{80.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Klasea : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.020} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan.

$$V_{Ed} : \underline{7.54} \text{ kN}$$



Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.  $h : \underline{200.00} \text{ mm}$

$t_w$ : Arima lodiera.  $t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w : \underline{14.89}$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon : \underline{0.92}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

**Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.  $V_{Ed}$  : 0.45 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$   $V_{c,Rd}$  : 949.60 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 62.80 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.  $A$  : 78.10 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.  $d$  : 170.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$  : 9.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

#### **Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$  **7.54 kN ≤ 187.88 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 7.54 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 375.76 kN

#### **Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.45 \text{ kN} \leq 474.80 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed} : \underline{0.45} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd} : \underline{949.60} \text{ kN}$$

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.605} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.658} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.778} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

Non:

$N_{c,Ed}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{1027.54} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{13.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{1.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{80.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$ : Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.10}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.44}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.94}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$\chi_y, \chi_z$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.76}$$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa koefizientea.

$$\chi_{LT} : \underline{0.87}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.38}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.64}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$7.54 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,y}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{7.54} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

### **Tortsiara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$M_{T,Ed}$  : 0.01 kN·m

Kalkulu momento tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$  : 5.98 kN·m

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$W_T$  : 39.52 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Z eta momento tortsorea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.003 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot Q2(6)(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed}$  : 1.10 kN

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$M_{T,Ed}$  : 0.00 kN·m

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$  : 375.66 kN

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$V_{pl,Rd}$  : 375.76 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$\tau_{T,Ed}$  : 0.10 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$W_T$  : 39.52 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsoarea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot Q2(6)(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

**V<sub>Ed</sub>**: Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{0.19} \text{ kN}$$

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momentu tortsoarea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua **V<sub>pl,T,Rd</sub>**:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{949.35} \text{ kN}$$

Non:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$$V_{pl,Rd} : \underline{949.60} \text{ kN}$$

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

**W<sub>T</sub>**: Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{39.52} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.580} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.844} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q1(C).

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{745.02} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1283.48} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$$N_{b,Rd} : \underline{882.29} \text{ kN}$$

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**$\chi$ :** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.87}$$

$$\chi_z : \underline{0.69}$$

$$\chi_T : \underline{0.75}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\begin{aligned} \phi_y &: 0.66 \\ \phi_z &: 0.93 \\ \phi_T &: 0.83 \end{aligned}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.49 \\ \alpha_z &: 0.49 \\ \alpha_T &: 0.49 \end{aligned}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.45 \\ \bar{\lambda}_z &: 0.76 \\ \bar{\lambda}_T &: 0.66 \end{aligned}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.19$$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : 5295.22 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : 15058.20 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : 5295.22 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : 7119.27 \text{ kN}$$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.058 \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.085 \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(180°)H3.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : 6.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H4.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : 2.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : 105.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$$\text{Clase} : 1$$



**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoan erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Albo gilbordurari erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  **$M_{b,Rd}$** :

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{71.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanez:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$$

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**$\chi_{LT}$ :** Albo gilborduraren ondoriozko txikitze faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.68}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.94}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  $\alpha_{LT} : \underline{0.49}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.77}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{\lambda,\theta} : \underline{1.19}$

$M_{cr}$ : Momentu elastiko kritikoa albo gilbordurarentzako.  $M_{cr} : \underline{419.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$  elastizitate teoriaren arabera zehazten da:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanez:

$M_{LTv}$ : Barraren erresistentzia torsio uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTv} : \underline{352.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTw}$ : Barraren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean isladatzen duen konponentea.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2 \quad M_{LTw} : \underline{226.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Izanez:

$W_{el,y}$ : Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat.  $W_{el,y} : \underline{569.60} \text{ cm}^3$

$I_z$ : Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.  $I_z : \underline{2003.00} \text{ cm}^4$

$I_t$ : Inertzia momentua torsio uniformera.  $I_t : \underline{59.28} \text{ cm}^4$

$E$ : Elastizitate modulua.  $E : \underline{210000} \text{ MPa}$

$G$ : Zeharkako elastizitate modulua.  $G : \underline{81000} \text{ MPa}$

$L_c^+$ : Goiko hegaldaren albo gilborduraren luzera eraginkorra.  $L_c^+ : \underline{4.000} \text{ m}$

$L_c^-$ : Beheko hegaldaren albo gilborduraren luzera eraginkorra.  $L_c^- : \underline{4.000} \text{ m}$

$C_1$ : Euskarri baldintzen eta makurdura momentuen araberako faktorea.  $C_1 : \underline{1.00}$

$i_{f,z}$ : Biraketa erradioa.  $i_{f,z}^+ : \underline{5.54} \text{ cm}$

$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$

**Markudurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.012}$  ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  
Makurdura negatibora:  
Erabilitako konbinaketa:  $PP+0.6 \cdot Q1(C)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^+ : \underline{0.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  
Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

$M_{Ed}^- : \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : \underline{50.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$

$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$

$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$

$\eta : \underline{0.012} \checkmark$

Erabilitako konbinaketa:  $PP+0.6 \cdot Q1(C)+0.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed} : \underline{2.91} \text{ kN}$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd} : \underline{235.78} \text{ kN}$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$

$A_v = h \cdot t_w$

Izanda:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$h : \underline{200.00} \text{ mm}$

$t_w$ : Arima lodiera.	$t_w$ : <u>9.00</u> mm
$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia. $f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	$f_{yd}$ : <u>164.34</u> MPa
Izanda: $f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>164.34</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$ $f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.60</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{14.89 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.	$\lambda_w$ : <u>14.89</u>
$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$	
$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdetasun maximoa.	$\lambda_{m\acute{a}x}$ : <u>64.71</u>
$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$	
$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.	$\varepsilon$ : <u>0.92</u>
$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$	
Izanez: $f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.	$f_{ref}$ : <u>235.00</u> MPa
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.	$V_{Ed}$ : <u>0.15</u> kN
---	---------------------------

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{595.85} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v : \underline{62.80} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzioaren azalera gordina.  $A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$

$d$ : Arimaren altuera.  $d : \underline{170.00} \text{ mm}$

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta} : \underline{0.60}$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.91 \text{ kN} \leq 117.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(180°)H3.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed} : \underline{2.91} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd} : \underline{235.78} \text{ kN}$

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.15 \text{ kN} \leq 297.92 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd} : \underline{595.85} \text{ kN}$$

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Sute egoera**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.634} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.754} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.921} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(180°)H3.

Non:

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpresiozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{736.83} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{5.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1283.48} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{105.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{50.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00}$ MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.	$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$
<b><math>k_y, k_z, k_{y,LT}</math>: Interakzio koefizienteak.</b>	
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	$k_y : \underline{1.17}$
$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	$k_z : \underline{1.77}$
$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	$k_{y,LT} : \underline{0.92}$
<b><math>C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}</math>: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.</b>	
	$C_{m,y} : \underline{1.00}$
	$C_{m,z} : \underline{1.00}$
	$C_{m,LT} : \underline{1.00}$
<b><math>\chi_y, \chi_z</math>: Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.</b>	
	$\chi_y : \underline{0.87}$
	$\chi_z : \underline{0.69}$
<b><math>\chi_{LT}</math>: Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa koefizientea.</b>	
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.	$\chi_{LT} : \underline{0.68}$
	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.45}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{0.76}$
<b><math>\alpha_y, \alpha_z</math>: Sekzio motaren arabeko faktoreak.</b>	
	$\alpha_y : \underline{0.60}$
	$\alpha_z : \underline{0.60}$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:  $PP+0.6 \cdot Q1(C)+0.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.91 \text{ kN} \leq 117.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.91} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{235.78} \text{ kN}$$

**Tortsiara erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(180°)H3.

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu momento tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{3.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{39.52} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{164.34} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.60}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Ebaketara erresistentzia Z eta momento tortsorea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(270°)H4.

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{0.79} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{235.72} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$$V_{pl,Rd} : \underline{235.78} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$



$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

**$W_T$** : Tortsiora erresistentzia modulua.  **$W_T$** : 39.52 cm<sup>3</sup>  
 **$f_{yd}$** : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  **$f_{yd}$** : 164.34 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$** : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  **$f_{y,\theta}$** : 164.34 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$** : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**$f_y$** : 275.00 MPa

**$k_{y,\theta}$** : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**$k_{y,\theta}$** : 0.60

**$\gamma_{M,\theta}$** : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  **$\gamma_{M,\theta}$** : 1.00

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsoarea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

**$\eta < 0.001$**  ✓

Erabilitako konbinaketa:  
PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(270°)H4.

**$V_{Ed}$** : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  **$V_{Ed}$** : 0.11 kN

**$M_{T,Ed}$** : Momentu tortsoarea egoera kritikoan.  **$M_{T,Ed}$** : 0.00 kN·m

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  **$V_{pl,T,Rd}$** :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

**$V_{pl,T,Rd}$** : 595.71 kN

Non:

**$V_{pl,Rd}$** : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.  **$V_{pl,Rd}$** : 595.85 kN

**$\tau_{T,Ed}$** : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.  **$\tau_{T,Ed}$** : 0.06 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

**$W_T$** : Tortsiora erresistentzia modulua.  **$W_T$** : 39.52 cm<sup>3</sup>  
 **$f_{yd}$** : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  **$f_{yd}$** : 164.34 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$** : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  **$f_{y,\theta}$** : 164.34 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$  : 0.60

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

3.1.8.3.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 500 B Materiala: Altzairua (S275)						
Hasiera	Amaiera	Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
			Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N156	N158	6.250	238.60	107200.00	12620.00	538.40
Oharrak: <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
		Gilbordura		Albo gilbordura		
		XY plano	XZ plano	Goi hegala	Behe hegala	
β		0.00	1.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.000	6.250	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea						
Sute egoera						
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 93.42 m <sup>-1</sup> Barraren temperatura max.: 647.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 10 mm						

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) - GIRO TEMPERATURA													Egoera		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N156/N158	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Betetzen da	η = 0.4	η = 1.1	x: 6.15 m η = 44.6	x: 6.15 m η = 0.9	x: 6.15 m η = 43.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.15 m η = 46.0	η < 0.1	η = 0.5	x: 6.15 m η = 35.4	η < 0.1	<b>BETETZEN DA</b> η = 46.0
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) - SUTE EGOERA													Egoera		
N156/N158	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	η = 1.7	x: 6.15 m η = 81.5	x: 6.15 m η = 0.8	x: 6.15 m η = 78.9	η < 0.1	x: 6.15 m η = 90.1	η < 0.1	x: 6.15 m η = 83.9	x: 6.15 m η = 92.4	η = 0.4	x: 6.15 m η = 77.6	η < 0.1		<b>BETETZEN DA</b> η = 92.4	
Ez dira egiaztatatu behar (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatatu behar, trkaziozko axiala ez dagoelako.																
N <sub>t</sub> : Erresistentzia traksiara N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>v</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorera konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorera konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua- 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.33 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 238.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 56879.24 kN

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 56879.24 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : ∞

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 107200.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 12620.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 538.40 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 7018000.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 6.250 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 0.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 22.41 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

**i<sub>y</sub>** : 21.20 cm

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira erradioak, Y eta Z ardatzekiko.  
 $y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren koordenatuak.

$i_z$ : 7.27 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**30.62 ≤ 208.13** ✓

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.  $h_w$ : 444.00 mm  
 $t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$ : 14.50 mm  
 $A_w$ : Arimaren azalera.  $A_w$ : 64.38 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.  $A_{fc,ef}$ : 84.00 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.  $k$ : 0.30  
 $E$ : Elastikotasun modulua.  $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.  $f_{yf}$ : 265.00 MPa

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

**Erresistentzia trakziara – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : **0.004** ✓

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.  $N_{t,Ed}$ : 26.65 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 6021.81 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.  $A$ : 238.60 cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$ : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$ : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.011 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.011 ✓

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 66.34 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 6021.81 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 238.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Izanda:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 5838.48 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 238.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Izanda:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M1}$  : 1.05

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_y$  : 0.97

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\phi_y$  : 0.57

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  
 $\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$\alpha_y$  : 0.21

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$  : 0.33

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$N_{cr}$  : 56879.24 kN

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,y}$  : 56879.24 kN

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,z}$  :  $\infty$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T}$  :  $\infty$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.446 ✓

Makurdura positiborako:

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(0°)H3.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^-$  : 542.47 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$  : 1215.21 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

$W_{pl,y}$  : 4815.00 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.009 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+$ : 2.20 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.5·V(0°)H3.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^-$ : 2.82 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$ : 326.08 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase**: 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$W_{pl,z}$ : 1292.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$\eta$ : 0.431 ✓



$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(0°)H3.

**V<sub>Ed</sub>**: Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenan. **V<sub>Ed</sub>** : 563.34 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 1308.20 kN

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera. **A<sub>v</sub>** : 89.78 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

**h**: Sekzioaren ertza. **h** : 500.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera. **t<sub>w</sub>** : 14.50 mm

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>** : 252.38 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**26.90** < **65.92** ✓

Non:

**λ<sub>w</sub>**: Arimaren lerdentasuna. **λ<sub>w</sub>** : 26.90

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Lerdentasun maximoa. **λ<sub>máx</sub>** : 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

**ε**: Txikitze faktorea. **ε** : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanda:

**f<sub>ref</sub>**: Erreferentzia muga elastikoa. **f<sub>ref</sub>** : 235.00 MPa

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$$V_{Ed} : \underline{0.47} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2538.60} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{174.22} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{238.60} \text{ cm}^2$$

$d$ : Arimaren altuera.

$$d : \underline{444.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$$t_w : \underline{14.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$506.06 \text{ kN} \leq 654.10 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed} : \underline{506.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd} : \underline{1308.20} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.47 \text{ kN} \leq 1269.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed} : \underline{0.47} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd} : \underline{2538.60} \text{ kN}$

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua - Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.460} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.459} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.282} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H3$ .

Non:

$N_{c,Ed}$ : Indar axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{53.75} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{542.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{1.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren konpresio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{6021.81} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{1215.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{326.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilburdurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{238.60} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{4815.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1292.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.33}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$506.06 \text{ kN} \leq 654.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{506.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1308.18} \text{ kN}$$

### **Tortsiora erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu momento tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{28.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{192.29} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Ebaketara erresistentzia Z eta momento tortsorea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.354} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$ .

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{463.02} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1308.18} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1308.20} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$$W_T : \underline{192.29} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa  
 $\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsorea – Giro tenperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed}$  : 0.00 kN

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.  $M_{T,Ed}$  : 0.00 kN·m

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{2538.54} \text{ kN}$$

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.  $V_{pl,Rd}$  : 2538.60 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.  $\tau_{T,Ed}$  : 0.01 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Torsiora erresistentzia modulua.  $W_T$  : 192.29 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 252.38 MPa

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean. **N<sub>c,Ed</sub>** : 33.16 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>c,Rd</sub>**:

**N<sub>c,Rd</sub>** = A · f<sub>yd</sub> **N<sub>c,Rd</sub>** : 2255.17 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 238.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.36

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>**:

**N<sub>b,Rd</sub>** = χ · A · f<sub>yd</sub> **N<sub>b,Rd</sub>** : 1992.59 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 238.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>** : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.36

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_y : \underline{0.88}$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\phi_y : \underline{0.65}$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$\alpha_y : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.43}$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.28}$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$N_{cr} : \underline{56879.24} \text{ kN}$

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,y} : \underline{56879.24} \text{ kN}$

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,z} : \underline{\infty}$

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T} : \underline{\infty}$

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.815}$  ✓

Makurdura positiborako:

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^- : \underline{370.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd} : \underline{455.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$



Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea:** 1

**W<sub>pl,y</sub>:** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

**W<sub>pl,y</sub>:** 4815.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>:** 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>:** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>:** 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>:** 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>:** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**k<sub>y,θ</sub>:** 0.36

**γ<sub>M,θ</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M,θ</sub>:** 1.00

**Makurdurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**η:** 0.008 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H2.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** 0.74 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H3.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** 0.93 kN·m

Makurdura negatibora:

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

**M<sub>c,Rd</sub>:** 122.12 kN·m

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea:** 1

**W<sub>pl,z</sub>:** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

**W<sub>pl,z</sub>:** 1292.00 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>:** 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>:** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**f<sub>y,θ</sub>:** 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.789} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q1(C).

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$$V_{Ed} : \underline{386.54} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$$V_{c,Rd} : \underline{489.92} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{89.78} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Arima lodiera.

$$t_w : \underline{14.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{26.90 < 65.92} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 26.90

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\text{máx}}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{\text{máx}}$  : 65.92

$$\lambda_{\text{máx}} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanda:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa

**tara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1 \qquad \eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H3.

$V_{\text{Ed}}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{\text{Ed}}$  : 0.15 kN

Ebaketa esfortzuen kalkulua erresistentzia  $V_{\text{c,Rd}}$ :

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}} \qquad V_{\text{c,Rd}} : \mathbf{950.70} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 174.22 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzioaren azalera gordina.  $A$  : 238.60 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.  $d$  : 444.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$  : 14.50 mm

$f_{\text{yd}}$ : Altzairuaren kalkulua erresistentzia.  $f_{\text{yd}}$  : 94.52 MPa

$$f_{\text{yd}} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta}$  : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta}$  : 0.36

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{V,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.901 ✓

Jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzu erresistentea  $V_{c,Rd}$  baino %50 handiagoa denez beharrezkoa da makurdurara erresistentzia egiaztatzea.

$$V_{Ed} > \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**386.54 > 244.96 kN**

Non:

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 386.54 kN

$V_{c,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistentea.  $V_{c,Rd}$  : 489.92 kN

Erabilitako konbinaketa: PP+0.7·Q1(C).

$M_{Ed}^-$ : Jasandako momentu makurtzailea.  $M_{Ed}^-$  : 370.45 kN·m

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 386.54 kN

Kalkulu momentu makurtzaile erresistentea  $M_{V,Rd}$ :

$$M_{V,Rd} = \left( W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd}$$

$M_{V,Rd}^-$  : 411.22 kN·m

Non:

$W_{pl}$ : Modulu erresistente plastikoa.  $W_{pl}$  : 4815.00 cm<sup>3</sup>

$\rho$ : Esfortzuen interakzioaren ondoriozko murrizketa koefizientea.  $\rho$  : 0.33

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

Izanda:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente plastikoa.

$$V_{pl,Rd} : \underline{489.92} \text{ kN}$$

$A_v$ : Zeharkako azalera.

$$A_v : \underline{89.78} \text{ cm}^2$$

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$$t_w : \underline{14.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulatu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Temperaturaren ondoriozko muga elastiko murriztua.

$$f_{y,\theta} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Temperaturaren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$M_{c,Rd}$ : Kalkulu momentu makurtzaile erresistentea.

$$M_{c,Rd} : \underline{455.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### **Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.15 \text{ kN} \leq 475.35 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H3.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd} : \underline{950.70} \text{ kN}$$

### **Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.837} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.839} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.513} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Izandako axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{33.16} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{y,Ed} : \underline{370.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$Klasea : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2255.17} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{455.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{122.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{238.60} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{4815.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1292.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.88}$$

$\chi_y, \chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.43}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Sekzio motaren araberako faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{v,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{v,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{v,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.924} \quad \checkmark$$

Jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzu erresistentea  $V_{c,Rd}$  baino %50 handiagoa denez beharrezkoa da makurdurara eta axialera erresistentzia egiaztatzea.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$385.32 \text{ kN} \leq 244.95 \text{ kN}$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{385.32} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistentea.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{489.90} \text{ kN}$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(0°)H3.

$N_{c,Ed}$ : Jasandako konpresiozko axiala.

$$N_{c,Ed} : \underline{33.16} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Jasandako momentu makurtzaileak.

$$M_{y,Ed} : \underline{370.71} \text{ kN}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.92} \text{ kN}$$

Kalkulu axial erresistentea  $N_{v,Rd}$ :

$$N_{v,Rd} = A \cdot (1 - \rho_N) \cdot f_{yd} \leq N_{c,Rd}$$

$$N_{v,Rd} : \underline{2055.35} \text{ kN}$$

Non:

$\rho_N$ : Esfortzuen interakzioen ondoriozko murrizketa koefizienteak.

$$\rho_N = S_w \cdot \rho_{yy} + S_f \cdot \rho_{zz}$$

$$\rho_N : \underline{0.09}$$

Izanda:

$$S_w : \underline{0.270}$$

**S<sub>w</sub>**: Arimaren azalera gordinaren eta sekzioaren azalera gordinaren arteko erlazioa.

**S<sub>f</sub>**: Hegalaren azalera gordinaren eta sekzioaren azalera gordinaren arteko erlazioa.

$$S_f : \underline{0.730}$$

Kalkulu momentu makurtzaile erresistenteak **M<sub>v,Rd,y</sub>** eta **M<sub>v,Rd,z</sub>**:

$$M_{v,Rd,y} = \left( W_{pl,y} - \frac{\rho_{yy} \cdot A_{v,z}^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd,y}$$

$$M_{v,Rd,y} : \underline{411.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{v,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_{zz}) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd,z}$$

$$M_{v,Rd,z} : \underline{122.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**ρ<sub>yy</sub>**, **ρ<sub>zz</sub>**: Esfortzuen interakzioen ondoriozko murrizketa koefizientea.

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

$$\rho_{yy} : \underline{0.33}$$

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{pl,Rd,y}}{2} \rightarrow \rho_{zz} = 0.00$$

$$\rho_{zz} : \underline{0.00}$$

Izanda:

**V<sub>Ed,y</sub>**: Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

**V<sub>Ed,z</sub>**: Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{385.32} \text{ kN}$$

**V<sub>pl,Rd,y</sub>**: Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente plastikoa.

$$V_{pl,Rd,y} : \underline{950.66} \text{ kN}$$

**V<sub>pl,Rd,z</sub>**: Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente plastikoa.

$$V_{pl,Rd,z} : \underline{489.90} \text{ kN}$$

**A<sub>v,z</sub>**: Zeharkako azalera.

$$A_{v,z} : \underline{89.78} \text{ cm}^2$$

**t<sub>w</sub>**: Arimaren lodiera.

$$t_w : \underline{14.50} \text{ mm}$$

**W<sub>pl,y</sub>**, **W<sub>pl,z</sub>**: Modulu erresistente plastikoak.

$$W_{pl,y} : \underline{4815.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1292.00} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Tenperaturaren ondoriozko muga elastiko murriztua.

$$f_{y,\theta} : \underline{94.52} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Tenperatuaren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**N<sub>c,Rd</sub>**: Kalkulu axiala erresistentea.

$$N_{c,Rd} : \underline{2255.17} \text{ kN}$$



$M_{c,Rd,y^-}$ ,  $M_{c,Rd,z^-}$ : Kalkulu momentu makurtzaile erresistentek.

$M_{c,Rd,y^-}$  : 455.10 kN·m  
 $M_{c,Rd,z^-}$  : 122.12 kN·m

**Resis ra erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.7 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.004 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$M_{T,Ed}$  : 0.04 kN·m

Kalkulu momentu tortsore erresistentea  $M_{T,Rd}$ :

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$  : 10.49 kN·m

Non:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$W_T$  : 192.29 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.36

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Ebaketara erresistentzia Z eta momentu tortsorea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.776 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.2·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed}$  : 380.38 kN

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$M_{T,Ed}$ : 0.00 kN·m

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$ : 489.90 kN

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$V_{pl,Rd}$ : 489.92 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$\tau_{T,Ed}$ : 0.01 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$W_T$ : 192.29 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$ : 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$ : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$ : 0.36

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$ : 1.00

**Ebaketara erresistentzia Y eta momento tortsorea – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \mathbf{0.001}$  ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.2·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed}$ : 0.00 kN

$M_{T,Ed}$ : Momentu tortsorea egoera kritikoan.

$M_{T,Ed}$ : 0.00 kN·m

Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente murriztua  $V_{pl,T,Rd}$ :

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$ : 950.66 kN

Non:

$V_{pl,Rd}$ : Kalkulu ebaketa esfortzu erresistente.

$V_{pl,Rd}$ : 950.70 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tortsioaren ondoriozko tentsio tangentialak.

$\tau_{T,Ed}$ : 0.01 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Izanda:

$W_T$ : Tortsiora erresistentzia modulua.

$W_T$  : 192.29 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 94.52 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 94.52 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.36

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

3.1.8.3.8 PORTIKO HASTIALEN HABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 180 B Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N4	N110	6.274	65.30	3831.00	1363.00	42.16
	Oharrak: ( <sup>1</sup> ) Adierazitako ardatzarekiko inertzia ( <sup>2</sup> ) Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Gilbordura		Albo gilbordura				
	XY planoan		XZ planoan		Goi hegala	Behe hegala	
	β	0.32	1.00	0.32	1.00		
	L <sub>K</sub>	2.000	6.274	2.000	6.274		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldaketa faktorea							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 167.88 m-1 Temperatura máx. de la barra: 690.0 °C Mortero de vermiculita-perlita con cemento (baja densidad): 15 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA														Egoera	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, \max}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N4/N110	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Betetzen da	x: 6.274 m η = 1.1	x: 0.201 m η = 2.4	x: 0.201 m η = 23.4	x: 2.63 m η = 1.7	x: 0.201 m η = 6.0	x: 0.201 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.201 m η = 24.8	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 24.8
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): ( <sup>1</sup> ) Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako momento torsorarik. ( <sup>2</sup> ) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA														Egoera	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N4/N110	x: 6.274 m η = 1.4	x: 0.201 m η = 4.7	x: 0.201 m η = 54.0	x: 2.63 m η = 2.1	x: 0.201 m η = 8.0	x: 0.201 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.201 m η = 57.7	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 57.7		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): ( <sup>1</sup> ) Ez da egiaztatu behar, ez dagoelako momento torsorarik. ( <sup>2</sup> ) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakziara N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketa eta momento torsorera konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketa eta momento torsorera konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 artikulua y 6.3.2.1 - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.94 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A** : 65.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 2017.35 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 2017.35 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 7062.44 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : 4914.01 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 3831.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 1363.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 42.16 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 93750.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 6.274 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 6.274 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 8.92 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira  
 erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
 koordenatuak.

$i_y$ : 7.66 cm  
 $i_z$ : 4.57 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo  
 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**17.88 ≤ 164.04 ✓**

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio klasearen araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 152.00 mm  
 $t_w$ : 8.50 mm  
 $A_w$ : 12.92 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : 25.20 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 275.00 MPa

**Erresistentzia trakziora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : **0.011 ✓**

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.05·Q2(1)(C)+1.5·V(270°)H3.

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenan.

$N_{t,Ed}$ : 18.80 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$ : 1710.24 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

$A$ : 65.30 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$f_{yd}$ : 261.90 MPa

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.015 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.024 ✓

Erabilitako konbinkaeta:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(2)(C) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$  : 25.59 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$  : 1710.24 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 65.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

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

$N_{b,Rd}$  : 1082.91 kN

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**A** : 65.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_y : \underline{0.63}$

$\chi_z : \underline{0.84}$

$\chi_T : \underline{0.78}$

Izanez:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\phi_y : \underline{1.07}$

$\phi_z : \underline{0.70}$

$\phi_T : \underline{0.78}$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$\alpha_y : \underline{0.34}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

$\alpha_T : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.94}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.50}$

$\bar{\lambda}_T : \underline{0.60}$

$N_{cr}$ : Gilborduraren axial kritikoa,  
 hurrengokoetako txikiena:

$N_{cr} : \underline{2017.35}$  kN

$N_{cr,y}$ : Y ardatzarekiko makurduraren  
 ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
 kritikoa.

$N_{cr,y} : \underline{2017.35}$  kN

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
 ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
 kritikoa.

$N_{cr,z} : \underline{7062.44}$  kN

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
 gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T} : \underline{4914.01}$  kN

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.173}$  ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.234}$  ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(1)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : \underline{19.26}$  kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(2)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^- : \underline{21.76}$  kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :



$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M0}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Albo gilbordurari erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Momentu makurtzaile erresistentetean  **$M_{b,Rd}$ :**

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{119.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{93.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**$W_{pl,y}$ :** Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion modulu erresistente elastikoa, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M1}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**$\chi_{LT}$ :** Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.95}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.74}$$

Izanez:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.61}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.97}$$

**$\alpha_{LT}$ :** Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

**$\bar{\lambda}_{LT}$ :** Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.42}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.89}$$

**M<sub>cr</sub>**: Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa.

$$M_{cr}^+ : \underline{736.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{166.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa **M<sub>cr</sub>**, elastikotasun teoriaren arabera:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanda:

**M<sub>LTv</sub>**: Barreren erresistentzia torsio uniformearen aurrean.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv}^+ : \underline{491.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : \underline{156.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**M<sub>LTw</sub>**: Barreren erresistentzia torsio ez uniformearen aurrean.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{548.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{55.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

**W<sub>el,y</sub>**: Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua torsio uniformera.

$$I_t : \underline{42.16} \text{ cm}^4$$

**E**: Elastizitate modulua.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

**L<sub>c</sub><sup>+</sup>**: Goi hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^+ : \underline{2.000} \text{ m}$$

**L<sub>c</sub><sup>-</sup>**: Behe hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^- : \underline{6.274} \text{ m}$$

**C<sub>1</sub>**: Euskarri baldintzen eta momentu makurtzaileen menpean dagoen faktorea.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

**i<sub>f,z</sub>**: Biraketa erradioa.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

### **Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  
1.35·PP+1.05·Q2(4)(C)+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  $M_{Ed}^+$  : 1.00 kN·m

Makurdura negatibora:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.630 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H4.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.  $M_{Ed}^-$  : 0.82 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$   $M_{c,Rd}$  : 60.50 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Klasea** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.  $W_{pl,z}$  : 231.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

### **Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.060} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 0.8·PP+1.05·Q2(1)(C)+1.5·V(180°)H3.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 18.45 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 20.29 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

$h$ : Sekzioaren ertza.  $h$  : 180.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.  $t_w$  : 8.50 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{14.35 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 14.35

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanda:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

### **Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(4)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.  $V_{Ed}$  : 0.92 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \mathbf{792.04} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 52.38 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

**A:** Sekzio gordinaren azalera. **A:** 65.30 cm<sup>2</sup>  
**d:** Arimaren altuera. **d:** 152.00 mm  
**t<sub>w</sub>:** Arimaren lodiera. **t<sub>w</sub>:** 8.50 mm

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>:** 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>:** 275.00 MPa  
**γ<sub>M0</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M0</sub>:** 1.05

### **Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$18.45 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(1)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3.$$

**V<sub>Ed</sub>:** Jasandako ebaketa esfortzua. **V<sub>Ed</sub>:** 18.45 kN

**V<sub>c,Rd</sub>:** Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia. **V<sub>c,Rd</sub>:** 306.81 kN

### **Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.92 \text{ kN} \leq 396.02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(4)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI).$$

**V<sub>Ed</sub>:** Jasandako ebaketa esfortzua. **V<sub>Ed</sub>:** 0.92 kN

**V<sub>c,Rd</sub>:** Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia. **V<sub>c,Rd</sub>:** 792.04 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.180} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.248} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(2)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

Non:

$N_{c,Ed}$ : Konpresio axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{13.30} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{21.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia trakzioari.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren gainazala.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Mugako zuntz konprimatuaren modulu erresistenteak, Y eta Z ardatzaren inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : ALTzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanda:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ ,  $k_{y,LT}$ : Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{C}_{m,y}$ , $\bar{C}_{m,z}$ , $\bar{C}_{m,LT}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.	$\bar{C}_{m,y} : \underline{1.00}$
	$\bar{C}_{m,z} : \underline{1.00}$
	$\bar{C}_{m,LT} : \underline{1.00}$
$\chi_y$ , $\chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.	$\chi_y : \underline{0.63}$
	$\chi_z : \underline{0.84}$
$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.	$\chi_{LT} : \underline{0.74}$
$\bar{\lambda}_y$ , $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.94}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{0.50}$
$\alpha_y$ , $\alpha_z$ : Sekzio motaren arabera faktoreak.	$\alpha_y : \underline{0.60}$
	$\alpha_z : \underline{0.60}$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa:  
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(1)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{18.45 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.	$V_{Ed,z} : \underline{18.45} \text{ kN}$
$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.	$V_{c,Rd,z} : \underline{306.81} \text{ kN}$

**Trakzioa erresistentzia – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $PP + 0.6 \cdot Q2(1)(C) + 0.5 \cdot V(270^\circ)H3$ .

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.	$N_{t,Ed} : \underline{6.36} \text{ kN}$
--	--

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd} : \underline{456.21} \text{ kN}$
-----------------------------	--

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina.	$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$
---	--------------------------------------

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.	$f_{yd}$ : <u>69.86</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>69.86</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.25</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(90°)H4.

$$N_{c,Ed}: \text{Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.} \quad N_{c,Ed} : \underline{8.77} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{456.21} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat. **A** : 65.30 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.  $f_{yd}$  : 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.  $f_{y,\theta}$  : 69.86 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa



$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.25</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{188.27} \text{ kN}$$

Non:

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.  $A$  : 65.30 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren erresistentzia kalkulua.  $f_{yd}$  : 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $f_{y,\theta}$  : 69.86 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{y,\theta}$  : 0.25

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.41}$$

$$\chi_z : \underline{0.75}$$

$$\chi_T : \underline{0.66}$$

Izanez:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{1.53}$$

$$\phi_z : \underline{0.84}$$

$$\phi_T : \underline{0.96}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.  $\alpha_y$  : 0.49

$\alpha_z$  : 0.49

$\alpha_T$  : 0.49

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{1.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.67}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.80}$$

**k<sub>λ,θ</sub>**: Lerdetasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.  $k_{\lambda,\theta}$  : 1.32

**N<sub>cr</sub>**: Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:  $N_{cr}$  : 2017.35 kN

**N<sub>cr,y</sub>**: Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.  $N_{cr,y}$  : 2017.35 kN

$N_{cr,z}$ : Z ardatzarekiko makurduraren  
ondoriozko gilborduraren axial elastiko  
kritikoa.

$N_{cr,z}$  : 7062.44 kN

$N_{cr,T}$ : Tortsioaren ondoriozko  
gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$N_{cr,T}$  : 4914.01 kN

**Makurdurara erresistentza Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua,  
y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.240 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.540 ✓

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(1)(C)+0.5·V(180°)H3.

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^+$  : 5.09 kN·m

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(0°)H2.

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$M_{Ed}^-$  : 8.07 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$M_{c,Rd}$  : 33.63 kN·m

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean  
deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen  
erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena  
daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako  
sekzioentzat.

$W_{pl,y}$  : 481.40 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen  
temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 69.86 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1  
taula)

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze  
faktorea profila lortzen duen  
temperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.25

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente  
partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Albo gilbordurari erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.2 artikulua)

Momentu makurtzaile erresistentetean  $M_{b,Rd}$ :

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{27.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{14.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

$W_{pl,y}$ : Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion modulu erresistente elastikoa, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{69.86} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko muga elastiko murriztua

$$f_{y,\theta} : \underline{69.86} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko muga elastikoaren murrizketa faktorea.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.25}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.81}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.44}$$

Izanda:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.74}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.43}$$

$\alpha_{LT}$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.18}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Tenperaturaren ondoriozko lerdentasunaren handitzearen faktorea.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.32}$$

$M_{cr}$ : Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa.

$$M_{cr}^+ : \underline{736.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{166.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Albo gilborduraren momentu kritiko elastikoa  $M_{cr}$ , elastikotasun teoriaren arabera:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Izanda:

**M<sub>LTV</sub>**: Barraren erresistentzia tortsio uniformearen aurrean.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{491.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{156.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**M<sub>LTw</sub>**: Barraren erresistentzia tortsio ez uniformearen aurrean.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{548.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{55.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

**W<sub>el,y</sub>**: Gehien konprimatuta dagoen zuntzari dagokion sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

$$I_t : \underline{42.16} \text{ cm}^4$$

**E**: Elastizitate modulua.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

**L<sub>c</sub><sup>+</sup>**: Goi hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^+ : \underline{2.000} \text{ m}$$

**L<sub>c</sub><sup>-</sup>**: Behe hegaldaren albo gilbordura luzera eraginkorra.

$$L_c^- : \underline{6.274} \text{ m}$$

**C<sub>1</sub>**: Euskarri baldintzen eta momentu makurtzaileen menpean dagoen faktorea.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

**i<sub>f,z</sub>**: Biraketa erradioa.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

**Markudurara erresistentzia Z ardatza – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.021} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(4)(C)+0.5·V(180°)H1.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa: PP+0.5·V(90°)H4.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**

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

$$M_{c,Rd} : \underline{16.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Mota:** Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase :** 1

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

**$W_{pl,z}$  :** 231.00 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**$f_{y,\theta}$ :** Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$f_{y,\theta}$  :** 69.86 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**$f_y$  :** 275.00 MPa

**$k_{y,\theta}$ :** Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen temperaturagaitik.

**$k_{y,\theta}$  :** 0.25

**$\gamma_{M,\theta}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**$\gamma_{M,\theta}$  :** 1.00

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**$\eta$  :** 0.080 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(0°)H2.

**$V_{Ed}$ :** Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

**$V_{Ed}$  :** 6.55 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  **$V_{c,Rd}$ :**

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

**$V_{c,Rd}$  :** 81.84 kN

Non:

**$A_v$ :** Zeharkako ebaketa azalera.

**$A_v$  :** 20.29 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

**$h$ :** Sekzioaren ertza.

**$h$  :** 180.00 mm

**$t_w$ :** Arima lodiera.

**$t_w$  :** 8.50 mm

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**$f_{yd}$  :** 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>69.86</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.25</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 14.35

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**Ebaketara erresistentzia Y – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(4)(C)+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.  $V_{Ed}$  : 0.31 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{211.28} \text{ kN}$$

Non:

<b>A<sub>v</sub></b> : Zeharkako ebaketa azalera.	<b>A<sub>v</sub></b> : <u>52.38</u> cm <sup>2</sup>
$A_v = A - d \cdot t_w$	
Izanda:	
<b>A</b> : Sekzioaren azalera gordina.	<b>A</b> : <u>65.30</u> cm <sup>2</sup>
<b>d</b> : Arimaren altuera.	<b>d</b> : <u>152.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Arimaren lodiera.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>8.50</u> mm
<b>f<sub>yd</sub></b> : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>69.86</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
<b>f<sub>y,θ</sub></b> : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>f<sub>y,θ</sub></b> : <u>69.86</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
<b>f<sub>y</sub></b> : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>k<sub>y,θ</sub></b> : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	<b>k<sub>y,θ</sub></b> : <u>0.25</u>
<b>γ<sub>M,θ</sub></b> : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	<b>γ<sub>M,θ</sub></b> : <u>1.00</u>

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 6.55 \text{ kN} \leq 40.92 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(0°)H2.

**V<sub>Ed</sub>**: Jasandako ebaketa esfortzua. **V<sub>Ed</sub>** : 6.55 kN

**V<sub>c,Rd</sub>**: Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia. **V<sub>c,Rd</sub>** : 81.84 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua **V<sub>Ed</sub>** ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren **V<sub>c,Rd</sub>** %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.31 \text{ kN} \leq 105.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(4)(C)+0.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$ : 0.31 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$ : 211.28 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.251} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.577} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.554} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(0°)H2.

Non:

$N_{c,Ed}$ : Izandako axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 4.79 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$M_{y,Ed}$ : 8.07 kN·m

$M_{z,Ed}$ : 0.00 kN·m

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase**: 1

$N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.

$N_{pl,Rd}$ : 456.21 kN

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$M_{pl,Rd,y}$ : 33.63 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$ : 16.14 kN·m

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

**A**: 65.30 cm<sup>2</sup>

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$W_{pl,y}$ : 481.40 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$ : 231.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$f_{yd}$ : 69.86 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen temperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$ : 69.86 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : 0.25



$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea  
profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$ : Interakzio koefizienteak.

$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$   $k_y : \underline{1.02}$

$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$   $k_z : \underline{1.01}$

$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$   $k_{y,LT} : \underline{1.00}$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen  
faktoreak.

$C_{m,y} : \underline{1.00}$

$C_{m,z} : \underline{1.00}$

$C_{m,LT} : \underline{1.00}$

$\chi_y, \chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen  
inguruan hurrenez hurren.

$\chi_y : \underline{0.41}$

$\chi_z : \underline{0.75}$

$\chi_{LT}$ : Albo gilborduraren ondoriozko murrizketa faktorea.

$\chi_{LT} : \underline{0.44}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y  
eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$\bar{\lambda}_y : \underline{1.25}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.67}$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Sekzio motaren araberako faktoreak.

$\alpha_y : \underline{0.60}$

$\alpha_z : \underline{0.60}$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, Anejo D)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$   
ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino  
txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(2)(C)+0.5·V(0°)H2.

$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$

$6.55 \text{ kN} \leq 40.92 \text{ kN}$  ✓

Non:

$V_{Ed,z}$ : Indar ebakitzaila egoera kritikoenean.

$V_{Ed,z} : \underline{6.55} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$ : Kalkulu indar ebakitzaila erresistentea.

$V_{c,Rd,z} : \underline{81.84} \text{ kN}$

3.1.8.3.9 ZUTABETXOEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 300 B Materiala: Altzairua (S275)						
Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N105	N150	4.000	149.10	25170.00	8563.00	185.00
Oharrak: <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Tortsio uniformeko inertzia momentua						
		Gilbordura		Albo gilbordura		
		XY planoan	XZ planoan	Goi hegala	Behe hegala	
β		0.70	0.50	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		2.800	2.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea						
Sute egoera						
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 124.49 m-1 Barraren temperatura max.: 594.5 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 15 mm						

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA															Egoera
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w1}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N105/N150	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 17.1	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 59.5	η = 1.3	x: 0 m η = 3.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.4	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 0.7	<b>BETETZEN DA</b> η = 80.4
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatatu behar, ez da goelako traxiozko axiala.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA															Egoera
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N105/N150	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 24.4	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 38.6	η = 0.8	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.3	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 0.7	<b>BETETZEN DA</b> η = 68.3		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatatu behar, ez da goelako traxiozko axiala.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakziara N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara. NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorera konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorera konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.																

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua- 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.42 ✓

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Klasea** : 1

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**A** : 149.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub>** : 22637.52 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub>** : 130419.42 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub>** : 22637.52 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub>** : 25170.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>**: Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub>** : 8563.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>**: Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub>** : 185.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>**: Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub>** : 1688000.00 cm<sup>6</sup>

**E**: Elastizitate modulua.

**E** : 210000 MPa

**G**: Zeharkako elastizitate modulua.

**G** : 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub>** : 2.000 m

**L<sub>kz</sub>**: Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub>** : 2.800 m

**L<sub>kt</sub>**: Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>**: Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub>** : 15.04 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira  
erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
koordinatuak.

$i_y$ : 12.99 cm  
 $i_z$ : 7.58 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo  
3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**23.82 ≤ 169.05 ✓**

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio motaren araberako koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 262.00 mm  
 $t_w$ : 11.00 mm  
 $A_w$ : 28.82 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : 57.00 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 265.00 MPa

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.152 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.171 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 572.55 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$ : 3763.00 kN

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseko sekzioentzat.

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**γ<sub>M0</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**Class :** 1

**A :** 149.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub> :** 252.38 MPa

**f<sub>y</sub> :** 265.00 MPa

**γ<sub>M0</sub> :** 1.05

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>:**

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

**N<sub>b,Rd</sub> :** 3341.08 kN

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 motatako sekzioentzat.

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**A :** 149.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub> :** 252.38 MPa

**f<sub>y</sub> :** 265.00 MPa

**γ<sub>M1</sub> :** 1.05

**χ:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

**α:** Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

**λ̄:** Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

**N<sub>cr</sub>:** Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

**N<sub>cr,y</sub>:** Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**N<sub>cr,z</sub>:** Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**N<sub>cr,T</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

**χ<sub>y</sub> :** 1.00

**χ<sub>z</sub> :** 0.89

**φ<sub>y</sub> :** 0.51

**φ<sub>z</sub> :** 0.64

**α<sub>y</sub> :** 0.34

**α<sub>z</sub> :** 0.49

**λ̄<sub>y</sub> :** 0.17

**λ̄<sub>z</sub> :** 0.42

**N<sub>cr</sub> :** 22637.52 kN

**N<sub>cr,y</sub> :** 130419.42 kN

**N<sub>cr,z</sub> :** 22637.52 kN

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{19.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{19.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{471.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Mota**: Sekzio mota, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 motatako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{1869.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Makurdurara erresistentzia Z ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.595} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^+$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{130.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

Erabilitako konbinaketa:

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Izandako makurdura momentua egoera txarrean.

$$M_{Ed}^- : \underline{112.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea  $M_{c,Rd}$ :

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

$$M_{c,Rd} : \underline{219.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Klasea} : \underline{1}$$

**$W_{pl,y}$ :** Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseko sekzioentzat.

$$W_{pl,z} : \underline{870.10} \text{ cm}^3$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M0}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

**$V_{Ed}$ :** Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$$V_{Ed} : \underline{8.96} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  **$V_{c,Rd}$ :**

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

$$V_{c,Rd} : \underline{691.40} \text{ kN}$$

Non:

**$A_v$ :** Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{47.45} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

**$h$ :** Sekzioaren ertza.

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

**$t_w$ :** Arima lodiera.

$$t_w : \underline{11.00} \text{ mm}$$

**$f_{yd}$ :** Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**$f_y$ :** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M0}$ :** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{18.91} < \mathbf{65.92} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 18.91

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\text{máx}}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{\text{máx}}$  : 65.92

$$\lambda_{\text{máx}} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{\text{ref}}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa

### **Ebaketara erresistentzia Y – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.031} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot \text{PP} + 1.5 \cdot \text{V}(180^\circ)\text{H1} + 0.75 \cdot \text{N}(\text{EI})$ .

$V_{\text{Ed}}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.  $V_{\text{Ed}}$  : 54.00 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{\text{c,Rd}}$ :

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}} \quad V_{\text{c,Rd}} : \mathbf{1752.63} \text{ kN}$$

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.  $A_v$  : 120.28 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Izanda:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera.  $A$  : 149.10 cm<sup>2</sup>

$d$ : Arimaren altuera.  $d$  : 262.00 mm

$t_w$ : Arimaren lodiera.  $t_w$  : 11.00 mm

$f_{\text{yd}}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{\text{yd}}$  : 252.38 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 265.00 MPa



$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**8.96 kN ≤ 345.70 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$  : 8.96 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$  : 691.40 kN

**Makurdura momentuari erresistentzia Z eta ebaketa esfortzua Y konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**54.00 kN ≤ 876.31 kN** ✓

Erabilitako konbinaketa:  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$V_{Ed}$  : 54.00 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$V_{c,Rd}$  : 1752.63 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.778 ✓

$\eta$  : 0.554 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.804} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI).$$

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Indar axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{549.17} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{y,Ed} : \underline{18.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{130.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

$$N_{pl,Rd} : \underline{3763.00} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{471.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{219.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{149.10} \text{ cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

$$W_{pl,y} : \underline{1869.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{870.10} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.04}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.89}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.42}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: Sekzio motaren araberako koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2} \quad \mathbf{54.00 \text{ kN} \leq 876.31 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{Ed,y} &: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} & V_{Ed,y} &: \underline{54.00} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,y} &: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,y} &: \underline{1752.63} \text{ kN} \end{aligned}$$

**Resistencia a torsión - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$M_{T,Ed} : \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{14.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{aligned} W_T &: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T &: \underline{97.37} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} &: \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y &: \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente**  
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q1(C)+1.5·Q2(6)(C)+0.9·V(180°)H4+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{5.35} \text{ kN}$$

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{691.24} \text{ kN}$$

Donde:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{691.40} \text{ kN}$$

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{97.37} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N105, para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q1(C)+1.5·Q2(6)(C)+0.9·V(180°)H4+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{11.64} \text{ kN}$$

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1752.22} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1752.63} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{97.37} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a tracción - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.204} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.244} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.7·Q1(C).

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{392.64} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1927.38} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{149.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.49}$$

**γ<sub>M,θ</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1612.10} \text{ kN}$$

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{149.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**k<sub>y,θ</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.49}$$

**γ<sub>M,θ</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**χ:** Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.84}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.53}$$

$$\phi_z : \underline{0.71}$$

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

**λ̄:** Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.51}$$

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.22}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{22637.52} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{130419.42} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{22637.52} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

**Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{6.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{6.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

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

$$M_{c,Rd} : \underline{241.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1869.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.49</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)  
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.386} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+$  : 43.45 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(270°)H2.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^-$  : 37.57 kN·m

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \qquad M_{c,Rd} : \underline{112.48} \text{ kN·m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.  $W_{pl,z}$  : 870.10 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 129.27 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,\theta}$  : 129.27 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,\theta}$  : 0.49

$\gamma_{M,\theta}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00



**Resistencia a corte Z - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 2.98 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

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

**V<sub>c,Rd</sub>** : 354.13 kN

Donde:

**A<sub>v</sub>**: Área transversal a cortante.

**A<sub>v</sub>** : 47.45 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

**h**: Canto de la sección.

**h** : 300.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

**t<sub>w</sub>** : 11.00 mm

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>yd</sub>** : 129.27 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>**: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

**f<sub>y,θ</sub>** : 129.27 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.49

**γ<sub>M,θ</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**18.91** < **65.92** ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.  $\lambda_w$  : 18.91

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 65.92

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.  $\varepsilon$  : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.00 MPa

**Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.020} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180)H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 17.99 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{897.68} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.  $A_v$  : 120.28 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : rea de la sección bruta.  $A$  : 149.10 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.  $d$  : 262.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$  : 11.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 129.27 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,\theta}$  : 129.27 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 265.00 MPa

$$k_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. } k_{y,\theta} : \underline{0.49}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material. } \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.98 \text{ kN} \leq 177.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. } V_{Ed} : \underline{2.98} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo. } V_{c,Rd} : \underline{354.13} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 17.99 \text{ kN} \leq 448.84 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. } V_{Ed} : \underline{17.99} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo. } V_{c,Rd} : \underline{897.68} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.613} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.484} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.683} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N105, para la combinaci3n de acciones PP+0.6·Q1(C)+0.5·V(180°)H1.

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p<sup>ésimo</sup>. **N<sub>c,Ed</sub>** : 390.19 kN  
**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p<sup>ésimos</sup>, seg<sup>un</sup> los ejes Y y Z, respectivamente. **M<sub>y,Ed</sub>** : 6.02 kN·m  
**M<sub>z,Ed</sub>** : 43.42 kN·m

**Clase**: Clase de la secci3n, seg<sup>un</sup> la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple. **Clase** : 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta. **N<sub>pl,Rd</sub>** : 1927.38 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M<sub>pl,Rd,y</sub>** : 241.60 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** : 112.48 kN·m

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

**A**: 3rea de la secci3n bruta. **A** : 149.10 cm<sup>2</sup>

**W<sub>pl,y</sub>**, **W<sub>pl,z</sub>**: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W<sub>pl,y</sub>** : 1869.00 cm<sup>3</sup>

**W<sub>pl,z</sub>** : 870.10 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de c3lculo del acero. **f<sub>yd</sub>** : 129.27 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>**: L3mite el3stico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,θ</sub>** : 129.27 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Factor de reducci3n del l3mite el3stico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,θ</sub>** : 0.49

**γ<sub>M,θ</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**k<sub>y</sub>**, **k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.10}$$

**C<sub>m,y</sub>**, **C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C<sub>m,y</sub>** : 1.00

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y, \chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.84}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.51}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$17.99 \text{ kN} \leq 448.84 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{17.99} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{897.68} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{7.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{97.37} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.49}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  
PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(180°)H4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.98} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{354.04} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{354.13} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{97.37} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{129.27} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.49</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio**  
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.007} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N105, para la combinación de acciones PP+0.6·Q1(C)+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(180°)H4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 6.46 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed}$  : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \qquad V_{pl,T,Rd} : \underline{897.45} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd}$  : 897.68 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed}$  : 0.05 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T$  : 97.37 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 129.27 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,\theta}$  : 129.27 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,\theta}$  : 0.49

$\gamma_{M,\theta}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

3.1.8.3.10 SAN ANDRES GURUTZETAKO HABEEN EGIAZTAPENA

Profila: HE 140 B Materiala: Altzairua (S275)							
	Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak			
	Hasiera	Amaiera		Azalera (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N372	N373	6.000	43.00	1509.00	549.70	20.06
	Oharrak: (1) Adierazitako ardatzarekiko inertzia (2) Tortsio uniformekiko inertzia momentua						
	Gilbordura			Albo gilbordura			
	XY plano		XZ plano	Goi hegala	Behe hegala		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	6.000	6.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentuen koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren aldageta faktorea							
<b>Sute egoera</b>							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 197.99 m-1 Barraren temperatura max.: 630.5 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 20 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA														Egoera	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sv}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N372/N373	$\bar{\lambda} < 2.0$ Betetzen da	$\lambda_{sv} \leq \lambda_{sv,max}$ Betetzen da	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	η = 29.6	x: 3 m η = 3.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 0.7	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.375 m η < 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3 m η = 31.7	x: 0.375 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 31.7
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako traxziozko axiala. (2) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momento makurtzailea. (3) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (4) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu makurtzailearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (5) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu torsorerik. (6) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA														Egoera	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>			
N372/N373	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	η = 36.6	x: 3 m η = 5.6	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 1.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.375 m η < 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3 m η = 40.4	x: 0.375 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 40.4		
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): (1) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako traxziozko axiala. (2) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momento makurtzailea. (3) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. (4) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu makurtzailearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. (5) Ez da egiaztatatu behar, ez dagoelako momentu torsorerik. (6) Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momentu torsorearen arteko interakzioarekin. Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.																
Oharrak: N <sub>t</sub> : Erresistentzia trakziara N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y M <sub>2</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzaile eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>2</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzaile eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>2</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorerik konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorerik konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar																



**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 artikulua y 6.3.2.1 - 6.3 taula)

Lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 2 baino txikiagoa izan behar da

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.93 ✓

Non:

**Klasea:** Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase :** 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

**A :** 43.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axial kritikoa gilbordura elastikoarentzako.

**N<sub>cr</sub> :** 316.48 kN

Gilbordura elastikoaren axial kritikoa **N<sub>cr</sub>** a), b) eta c)-n lortutako balioak baino txikiagoa da:

a) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Y ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,y</sub> :** 868.77 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Gilborduraren axial elastiko kritikoa Z ardatzarekiko makurduraren ondorioz.

**N<sub>cr,z</sub> :** 316.48 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Gilborduraren axial elastiko kritikoa tortsioaren ondorioz.

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Non:

**I<sub>y</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Y ardatzarekiko.

**I<sub>y</sub> :** 1509.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Sekzio gordinaren inertzia momentua, Z ardatzarekiko.

**I<sub>z</sub> :** 549.70 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Inertzia momentua tortsio uniformera.

**I<sub>t</sub> :** 20.06 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Sekzioaren kopadura konstantea.

**I<sub>w</sub> :** 22480.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Elastizitate modulua.

**E :** 210000 MPa

**G:** Zeharkako elastizitate modulua.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Y ardatzarekiko.

**L<sub>ky</sub> :** 6.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Makurduraren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra, Z ardatzarekiko.

**L<sub>kz</sub> :** 6.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren luzera eraginkorra.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Sekzioaren bira erradio polarra, tortsio zentroarekiko.

**i<sub>0</sub> :** 6.92 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Izanda:

$i_y, i_z$ : Sekzio gordinaren bira  
 erradioak, Y eta Z ardatzekiko.

$y_0, z_0$ : Tortsio zentroaren  
 koordenatuak.

$i_y$ : 5.92 cm  
 $i_z$ : 3.58 cm  
 $y_0$ : 0.00 mm  
 $z_0$ : 0.00 mm

**Arimaren makadura hegal konprimatuaren ondorioz – Giro temperatura** (Eurocódigo  
 3 EN 1993-1-5: 2006, 8 artikulua)

Bete behar da:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$16.57 \leq 159.27$  ✓

Non:

$h_w$ : Arimaren altuera.

$t_w$ : Arimaren lodiera.

$A_w$ : Arimaren azalera.

$A_{fc,ef}$ : Hegal konprimatuaren azalera txikitua.

$k$ : Sekzio klasearen arabeko koefizientea.

$E$ : Elastikotasun modulua.

$f_{yf}$ : Hegal konprimatuaren altzairuaren muga elastikoa.

Izanda:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ : 116.00 mm  
 $t_w$ : 7.00 mm  
 $A_w$ : 8.12 cm<sup>2</sup>  
 $A_{fc,ef}$ : 16.80 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 275.00 MPa

**Erresistentzia konpresiora – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.062 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.296 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(4)(C) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{c,Ed}$ : 69.44 kN

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$N_{c,Rd}$ : 1126.19 kN

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase**: 1

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua **N<sub>b,Rd</sub>:**

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

$$N_{b,Rd} : \underline{234.20} \text{ kN}$$

Non:

**A:** Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Altzairuaren erresistentzia kalkulua.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>:** Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>:** Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**χ:** Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.50}$$

$$\chi_z : \underline{0.21}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{1.34}$$

$$\phi_z : \underline{2.79}$$

**α:** Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

**λ̄:** Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.93}$$

**N<sub>cr</sub>:** Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:

$$N_{cr} : \underline{316.48} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,y} : \underline{868.77} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>:** Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,z} : \underline{316.48} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>:** Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Makurdura negatibora:

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarreanean.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

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

$$M_{c,Rd} : \underline{64.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseetako sekzioentzat.

$$W_{pl,y} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Ebaketara erresistentzia Z – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoenean.

$$V_{Ed} : \underline{1.34} \text{ kN}$$

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia **V<sub>c,Rd</sub>**:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{198.39} \text{ kN}$$

Non:

**A<sub>v</sub>**: Zeharkako ebaketa azalera.

$$A_v : \underline{13.12} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanez:

**h**: Sekzioaren ertza.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

**t<sub>w</sub>**: Arima lodiera.

$$t_w : \underline{7.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Izanez:

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 artikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.14 < 64.71} \quad \checkmark$$

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.  $\lambda_w$  : 13.14

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.  $\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y$  : 275.00 MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{1.17 \text{ kN} \leq 99.19 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed}$  : 1.17 kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd}$  : 198.39 kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.159} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.317} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa:

1.35·PP+1.05·Q2(4)(C)+1.5·V(90°)H4+0.75·N(R)2.

Non:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Indar axiala egoera kritikoenean.

**N<sub>c,Ed</sub>**: 69.43 kN

**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentu makurtzaileak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko.

**M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup>**: 2.01 kN·m

**M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup>**: 0.00 kN·m

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren eta indar axialaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

**Clase**: 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Sekzio gordinaren konprezio erresistentzia.

**N<sub>pl,Rd</sub>**: 1126.19 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Sekzio gordinaren makurdurara erresistentzia egoera plastikoan, Y eta Z ardatzekiko.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**: 64.27 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>**: 31.38 kN·m

**Gilbordurara erresistentzia**: (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A**: Sekzio gordinaren azalera.

**A**: 43.00 cm<sup>2</sup>

**W<sub>pl,y</sub>**, **W<sub>pl,z</sub>**: Sekzio gordinaren modulu erresistente elastikoa, gehien konprimatuta dagoen zuntzarentzat, Y eta Z ardatzekiko.

**W<sub>pl,y</sub>**: 245.40 cm<sup>3</sup>

**W<sub>pl,z</sub>**: 119.80 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>**: 261.90 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>**: 275.00 MPa

**γ<sub>M1</sub>**: Materialaren segurtate koefiziente partziala.

**γ<sub>M1</sub>**: 1.05

**k<sub>y</sub>**, **k<sub>z</sub>**: Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

**k<sub>y</sub>**: 1.10

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

**k<sub>z</sub>**: 1.42

**C<sub>m,y</sub>**, **C<sub>m,z</sub>**: Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

**C<sub>m,y</sub>**: 1.00

**C<sub>m,z</sub>**: 1.00

**χ<sub>y</sub>**: 0.50

$\chi_y, \chi_z$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan.

$$\chi_z : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak, 1 baino txikiagoak diren balioekin.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.93}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Sekzio klasearen arabera koefizienteak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

**Makurdurara, axialera eta ebaketara erresistentzia – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.17 \text{ kN} \leq 99.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Egoera kritikoan emandako indar ebakitzaila.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.17} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Indar ebakitzailaren kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{198.39} \text{ kN}$$

**Erresistentzia konpresiora – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.5 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.366} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(4)(C)+0.5·V(90°)H4.

$N_{c,Ed}$ : Izandako konpreziozko axiala egoera kritikoenean.

$$N_{c,Ed} : \underline{23.86} \text{ kN}$$

Konpreziozko kalkulu erresistentzia  $N_{c,Rd}$ :

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

$$N_{c,Rd} : \underline{469.59} \text{ kN}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A**: Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.	$f_{yd}$ : <u>109.21</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>109.21</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.40</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.2 artikulua)

Gilborduraren erresistentzia kalkulua  $N_{b,Rd}$ :

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{65.15} \text{ kN}$$

Non:

$A$ : Sekzio gordinaren azalera 1, 2 eta 3 klaseetako sekzioentzat.	$A$ : <u>43.00</u> cm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua.	$f_{yd}$ : <u>109.21</u> MPa
$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$	
Izanda:	
$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$f_{y,\theta}$ : <u>109.21</u> MPa
$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$	
$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)	$f_y$ : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.	$k_{y,\theta}$ : <u>0.40</u>
$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.	$\gamma_{M,\theta}$ : <u>1.00</u>

$\chi$ : Gilborduraren ondoriozko txikitze koefizientea.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.32}$$

$$\chi_z : \underline{0.14}$$

Izanda:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{1.89}$$

$$\phi_z : \underline{4.02}$$

$\alpha$ : Inperfekzio elastikoaren koefizientea.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Lerdentasun murriztua.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{1.47}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.44}$$

$k_{\lambda,\theta}$ : Lerdentasunaren handitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.26}$$



<b>N<sub>cr</sub></b> : Gilborduraren axial kritikoa, hurrengokoetako txikiena:	<b>N<sub>cr</sub></b> : <u>316.48</u> kN
<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Y ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> : <u>868.77</u> kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Z ardatzarekiko makurduraren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> : <u>316.48</u> kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Tortsioaren ondoriozko gilborduraren axial elastiko kritikoa.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> : <u>∞</u>

**Makurdurara erresistentzia Y ardatzean – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.6 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.056} \checkmark$$

Makurdura positiborako:

Erabilitako konbinaketa: PP.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean. **M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** : 1.49 kN·m

Makurdura negatibora:

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Izandako makurdura momentua egoera txarrean. **M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** : 0.00 kN·m

Kalkulu makurdura momentu erresistentea **M<sub>c,Rd</sub>**:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \qquad M_{c,Rd} : \underline{26.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Non:

**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Clase** : 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Modulu erresistente plastikoa, tentsio handiena daukan zuntzari dagokiona, 1 eta 2 klaseetako sekzioentzat.

**W<sub>pl,y</sub>** : 245.40 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia. **f<sub>yd</sub>** : 109.21 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

**f<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik. **f<sub>y,θ</sub>** : 109.21 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula) **f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**k<sub>y,θ</sub>**: Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik. **k<sub>y,θ</sub>** : 0.40

**γ<sub>M,θ</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala. **γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

**Ebaketara erresistentzia Z – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.4 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.012 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP.

$V_{Ed}$ : Izandako ebaketa esfortzua egoera kritikoan.

$V_{Ed}$  : 0.99 kN

Ebaketa esfortzuaren kalkulu erresistentzia  $V_{c,Rd}$ :

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

$V_{c,Rd}$  : 82.72 kN

Non:

$A_v$ : Zeharkako ebaketa azalera.

$A_v$  : 13.12 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Izanda:

$h$ : Sekzioaren ertza.

$h$  : 140.00 mm

$t_w$ : Arima lodiera.

$t_w$  : 7.00 mm

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 109.21 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 109.21 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$k_{y,\theta}$  : 0.40

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

**Arimaren makadura ebaketaren ondorioz:** (CTE DB SE-A, 6.3.3.4 arikulua)

Ez da beharrezkoa egiaztapena egitea hurrengokoa betetzen delako:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**13.14 < 64.71** ✓

Non:

$\lambda_w$ : Arimaren lerdentasuna.

$\lambda_w$  : 13.14

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Lerdentasun maximoa.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Txikitze faktorea.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Izanez:

$f_{ref}$ : Erreferentzia muga elastikoa.  $f_{ref} : 235.00$  MPa  
 $f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)  $f_y : 275.00$  MPa

**Makurdura momentuari erresistentzia Y eta ebaketa esfortzua Z konbinatuta – Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.87 \text{ kN} \leq 41.36 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP.

$V_{Ed}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.  $V_{Ed} : 0.87$  kN

$V_{c,Rd}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.  $V_{c,Rd} : 82.72$  kN

**Makurdurara eta indar axialari erresistentzia konbinatua – Giro temperatura**(CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.106} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.219} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.404} \quad \checkmark$$

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(4)(C)+0.5·V(90°)H4.

Non:

$N_{c,Ed}$ : Izandako axiala egoera kritikoenean.  $N_{c,Ed} : 23.86$  kN  
 $M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Izandako makurdura momentuak egoera kritikoenean, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.  $M_{y,Ed}^+ : 1.49$  kN·m  
 $M_{z,Ed}^+ : 0.00$  kN·m  
**Klasea**: Sekzio klasea, makurdura arruntaren aurrean deformazio ahalmena eta sekzioaren elementu planoen erresistentzia plastikoaren garapen ahalmenaren arabera. **Clase** : 1  
 $N_{pl,Rd}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia konpresiora.  $N_{pl,Rd} : 469.59$  kN  
 $M_{pl,Rd,y}$ :  $M_{pl,Rd,y} : 26.80$  kN·m

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Sekzio gordinaren erresistentzia makurdurara, egoera plastikoetan, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{13.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Gilbordurara erresistentzia:** (CTE DB SE-A, 6.3.4.2 artikulua)

**A:** Sekzio gordinaren azalera.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Zuntz konprimatuaren modulu erresistente plastikoak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$W_{pl,y} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{119.80} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Altzairuaren erresistentzia kalkulua..

$$f_{yd} : \underline{109.21} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$f_{y,\theta} : \underline{109.21} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.40}$$

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren segurtate koefiziente partziala.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Interakzio koefizienteak.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.13}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.51}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Momentu makurtzaile uniforme baliokidearen faktoreak.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Gilborduraren murrizte koefizienteak, Y eta Z ardatzen inguruan hurrenez hurren.

$$\chi_y : \underline{0.32}$$

$$\chi_z : \underline{0.14}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Lerdentasun murriztuak 1 baino balio txikiagoekin, Y eta Z ardatzekiko hurrenez hurren.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.47}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.44}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Sekzio klasearen araberako faktoreak.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### Erresistentzia makurdurara, axialera eta ebakitzailera konbinatuta – Sute egoera (CTE DB SE-A, 6.2.8 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Ez da egiaztapena egin behar da, jasandako ebaketa esfortzua  $V_{Ed}$  ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentziaren  $V_{c,Rd}$  %50 baino txikiago delako.

Erabilitako konbinaketa: PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.87 \text{ kN} \leq 41.36 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Non:

$V_{Ed,z}$ : Jasandako ebaketa esfortzua.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.87} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Ebaketa esfortzuari kalkulu erresistentzia.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{82.72} \text{ kN}$$

3.1.8.3.11 SAN ANDRES GURUTZETAKO TIRANTEEN EGIAZTAPENA

Profila: R 22 Materiala: Altzairua (S275)							
Loturak		Luzera (m)	Ezaugarri mekanikoak				
Hasiera	Amaiera		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N373	N374	6.708	3.80	1.15	1.15	2.30	
Oharrak: <sup>(1)</sup> Adierazitako ardatzarekiko inertzia <sup>(2)</sup> Tortsio uniformekiko inertzia momentua							
		Gilbordura		Albo gilbordura			
		XY plano	XZ plano	Goi hegala	Behe hegala		
β		0.00	0.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Oharrak: β: Gilbordura koefizientea L <sub>K</sub> : Gilbordura luzera (m) C <sub>m</sub> : Momentu koefizientea C <sub>1</sub> : Momentu kritikoaren modifikazio faktorea							
Sute egoera							
Beharrezko erresistentzia: R 90 Forma faktorea: 181.82 m-1 Barraren temperatura max.: 604.0 °C Bermiculita-perlita morteroa zementuarekin (dentsitate txikia): 20 mm							

Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – GIRO TEMPERATURA													Egoera	
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N373/N374	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Betetzen da	η = 79.8	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 79.8
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako konpresiozko axiala. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(3)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. <sup>(4)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(5)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(6)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren, ebaketaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(7)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako momentu torsorerik. <sup>(8)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momento torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.															
Barra	EGIAZTAPENAK (CTE DB SE-A) – SUTE EGOERA													Egoera	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>		
N373/N374	η = 56.9	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>BETETZEN DA</b> η = 56.9	
Egin behar ez diren egiaztapenak (N.P.): <sup>(1)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako konpresiozko axiala. <sup>(2)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako makurdura momentua. <sup>(3)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako ebaketa esfortzua. <sup>(4)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(5)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(6)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez axialaren, ebaketaren eta makurdura momentuaren arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar. <sup>(7)</sup> Ez da egiaztatutako behar, ez dagoelako momentu torsorerik. <sup>(8)</sup> Ez dago konbinaketa bakar bat ere ez ebaketa esfortzuaren eta momento torsorearen arteko interakzioarekin Beraz, ez da egiaztapenik egin behar.															
Oharrak: N: Erresistentzia traksiora N <sub>c</sub> : Erresistentzia konpresiora M <sub>y</sub> : Erresistentzia makurdurara. Y ardatza M <sub>z</sub> : Erresistentzia makurdurara. Z ardatza V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, Z. V <sub>y</sub> : Erresistentzia ebaketara, Y. M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Y momento makurtzailerara eta Z ebaketa esfortzura konbinatuta. M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Z momento makurtzailerara eta Y ebaketa esfortzura konbinatuta NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Erresistentzia axialera eta makurdurara NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia ebaketara, axialera eta makurdurara M <sub>t</sub> : Erresistentzia torsiora M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Erresistentzia Z ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Erresistentzia Y ebaketara eta momento torsorerara konbinatuta x: Barraren jatorriarekiko distantzia. η: Aprobetxamendu koefizientea (%) N.P.: Ez da egin behar.															

**Lerdentasun limitea – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.3.1 eta 6.3.2.1 artikulua - 6.3 taula)

Arriostremendu barra trakzionatuentzat lerdentasun murriztuaren  $\bar{\lambda}$  balioa 4 baino txikiagoa izan behar da.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$  ✓

Donde:

**A**: Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

**A**: 3.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>**: 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Gilbordura elastikoaren axial kritikoa.

**N<sub>cr</sub>**: ∞

**Erresistentzia trakziara – Giro temperatura** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.798 ✓

Erabilitako konbinaketa:

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q2(6)(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1.$$

**N<sub>t,Ed</sub>**: Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenan.

**N<sub>t,Ed</sub>**: 76.60 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia **N<sub>t,Rd</sub>**:

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

**N<sub>t,Rd</sub>**: 95.94 kN

Non:

**A**: Zeharkako sekzioaren azalera gordina.

**A**: 3.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

**f<sub>yd</sub>**: 252.38 MPa

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

Izanez:

**f<sub>y</sub>**: Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

**f<sub>y</sub>**: 265.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Materialaren seguritate koefiziente partziala.

**γ<sub>M0</sub>**: 1.05

**Trakziara erresistentzia - Sute egoera** (CTE DB SE-A, 6.2.3 artikulua, y CTE DB SI, D eranskina)

Bete behar da:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.569 ✓

Erabilitako konbinaketa: PP+0.6·Q2(6)(C)+0.5·V(180°)H3.

$N_{t,Ed}$ : Izandako trakziozko axiala egoera kritikoenean.

$N_{t,Ed}$  : 26.34 kN

Trakziozko kalkulu erresistentzia  $N_{t,Rd}$ :

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

$N_{t,Rd}$  : 46.32 kN

Non:

$A$ : Zeharkako sekzioaren azalera gordina

$A$  : 3.80 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Altzairuaren kalkulu erresistentzia.

$f_{yd}$  : 121.85 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Izanda:

$f_{y,\theta}$ : Muga elastikoa txikitua profila lortzen duen tenperaturagaitik.

$f_{y,\theta}$  : 121.85 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Muga elastikoa. (CTE DB SE-A, 4.1 taula)

$f_y$  : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$ : Muga elastikoaren txikitze faktorea profila lortzen duen tenperaturagaitik.

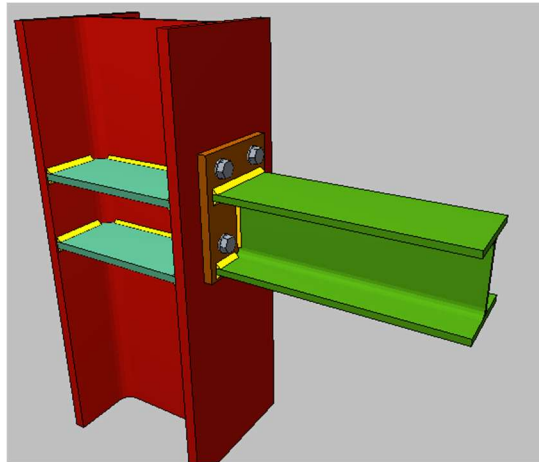
$k_{y,\theta}$  : 0.46

$\gamma_{M,\theta}$ : Materialaren seguritate koefiziente partziala.

$\gamma_{M,\theta}$  : 1.00

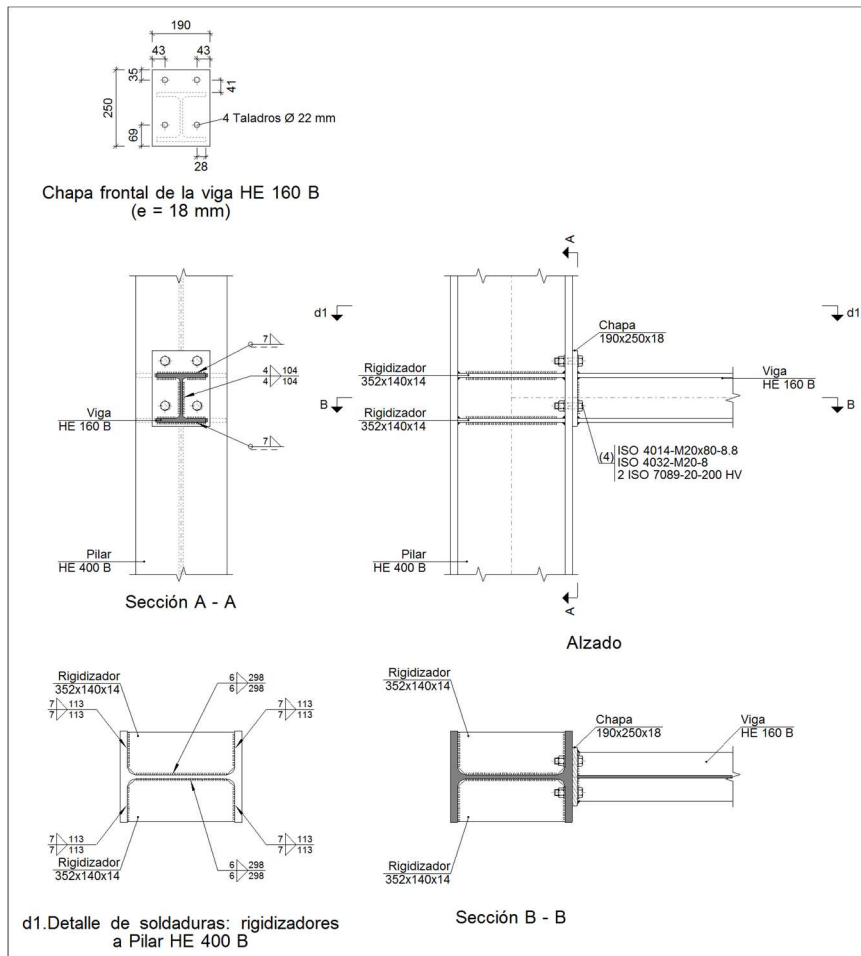
3.1.8.4 LOTUREN EGIAZTAPENAK

3.1.8.4.1 MENSULA-ZUTABEA



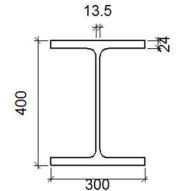
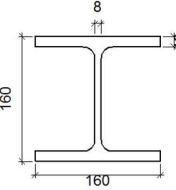
139.irudia: Mensula-zutabea

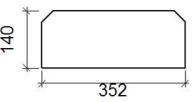
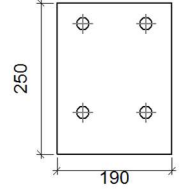
a) Xehetasuna

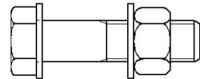




b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	275.0	410.0
Habea	HE 160 B		160	160	13	8	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zurruntzailea		352	140	14	-	-	S275	275.0	410.0
Albo xafla: Habea HE 160 B		190	250	18	4	22	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4014-M20x80-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	80	8.8	640.0	800.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Panela	Lerdentasuna	--	--	--	40.29
	Ebakitzailea	kN	121.96	734.88	16.60
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	45.51	261.90	17.37
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	37.54	261.90	14.33
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	45.51	261.90	17.37
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	37.54	261.90	14.33
Hegala Hegala	Ebakitzailea	N/mm <sup>2</sup>	43.29	261.90	16.53
	Makurduragaitik trakzioa	N/mm <sup>2</sup>	48.06	261.90	18.35
Habea HE 160 B	Trakzioa	kN	86.55	282.24	30.66
	Trakzioa	kN	18.47	395.32	4.67
	Panela	Lerdentasuna	kN	49.60	235.41

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	7	113	14.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	298	13.5	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	7	113	14.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	298	13.5	90.00	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	7	113	14.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	298	13.5	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	7	113	14.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	298	13.5	90.00	

a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	32.1	32.1	1.7	64.3	16.66	32.1	9.79	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	12.5	21.7	5.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	26.5	26.5	1.7	53.0	13.74	26.5	8.07	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	12.5	21.7	5.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	32.1	32.1	1.7	64.3	16.66	32.1	9.79	410.0	0.85

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	12.5	21.7	5.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	26.5	26.5	1.7	53.0	13.74	26.5	8.07	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	12.5	21.7	5.62	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Habea HE 160 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Aurre xafla	Makurduragaitik trakzioa	kN	86.55	203.53	42.52
Hegala	Konpresioa	kN	97.80	544.76	17.95
	Trakzioa	kN	43.27	272.38	15.89
Arima	Trakzioa	kN	6.94	228.13	3.04

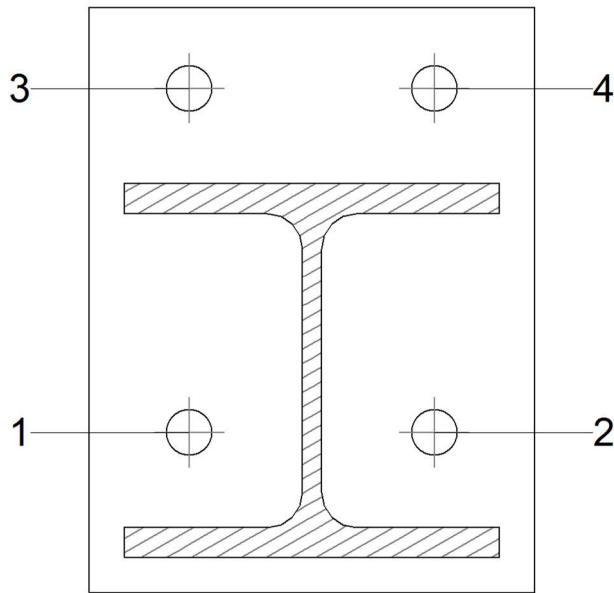
Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi hegalaren soldadura	Angeluan	7	160	13.0	90.00	
Arimaren soldadura	Angeluan	4	104	8.0	90.00	
Behe hegalaren soldadura	Angeluan	7	160	13.0	90.00	

*a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera*

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi hegalaren soldadura	54.6	54.6	1.4	109.3	28.33	54.6	16.66	410.0	0.85
Arimaren soldadura	30.1	30.1	154.5	274.4	71.10	30.2	9.19	410.0	0.85
Behe hegalaren soldadura	50.2	50.2	1.4	100.4	26.02	50.2	15.30	410.0	0.85

Torlojuentzako egiaztapenak

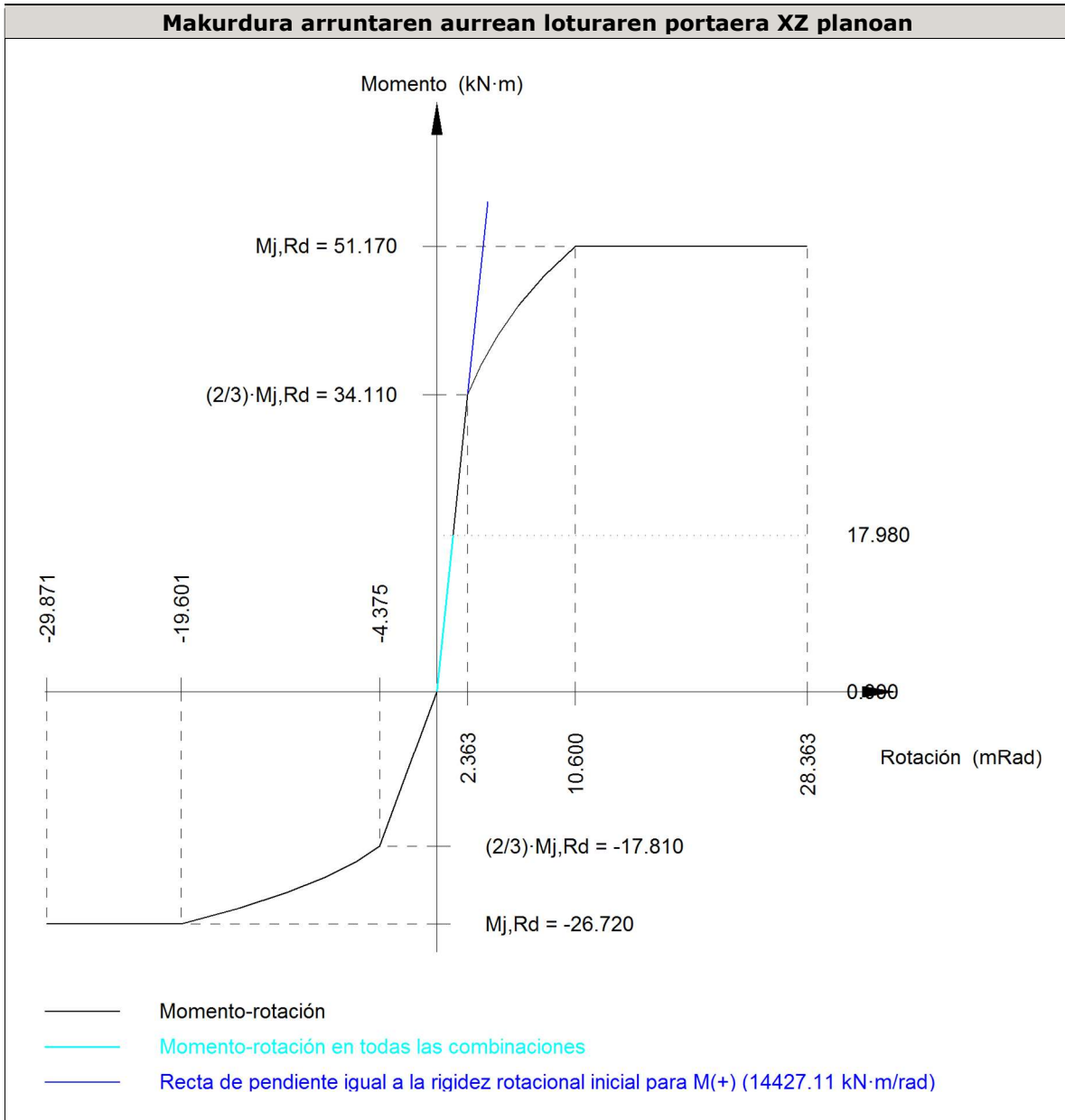


Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	43	147	105	40.5
2	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	43	147	105	40.5
3	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	35	43	147	105	34.5
4	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	35	43	147	105	34.5

--: Ez da egiaztapena egin behar.

Erresistentzia										
Torlojua	Ebakitzailea				Trakzioa				Trakzio - ebakitz aile interakzioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)	Egiaztape na	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)		
1	Zeharkako sekzioa	32.614	100.531	32.44	Zurtoina	8.504	141.120	6.03	36.75	36.75
	Zapalketa	32.614	294.469	11.08	Puntzoketa	8.504	353.506	2.41		
2	Zeharkako sekzioa	32.614	100.531	32.44	Zurtoina	8.504	141.120	6.03	36.75	36.75
	Zapalketa	32.614	294.469	11.08	Puntzoketa	8.504	353.506	2.41		
3	Zeharkako sekzioa	32.565	100.531	32.39	Zurtoina	60.008	141.120	42.52	62.77	62.77
	Zapalketa	32.565	154.325	21.10	Puntzoketa	60.008	353.506	16.98		
4	Zeharkako sekzioa	32.565	100.531	32.39	Zurtoina	60.008	141.120	42.52	62.77	62.77
	Zapalketa	32.565	154.325	21.10	Puntzoketa	60.008	353.506	16.98		

Hasierako biraketa zurruntasuna	XY planoan (kN·m/rad)	XZ planoan (kN·m/rad)
Momentu positiboentzako kalkulaturia	5824.61	14427.11
Momentu negatiboentzako kalkulaturia	5824.61	4073.61



Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
1 y 3 moduen arteko erlazioa	--	1.68	1.80	93.29
Momentu erresistentea	kNm	17.98	51.17	35.13
Biraketa ahalmena	mRad	43.928	667	6.59

d) Neurketa

<b>Soldadurak</b>				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarri lodiera (mm)	Kordioien luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	208
			6	2384
			7	2424

<b>Xaflak</b>				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Zurruntzaileak	4	352x140x14	21.66
	Xaflak	1	190x250x18	6.71
	Totala			28.38

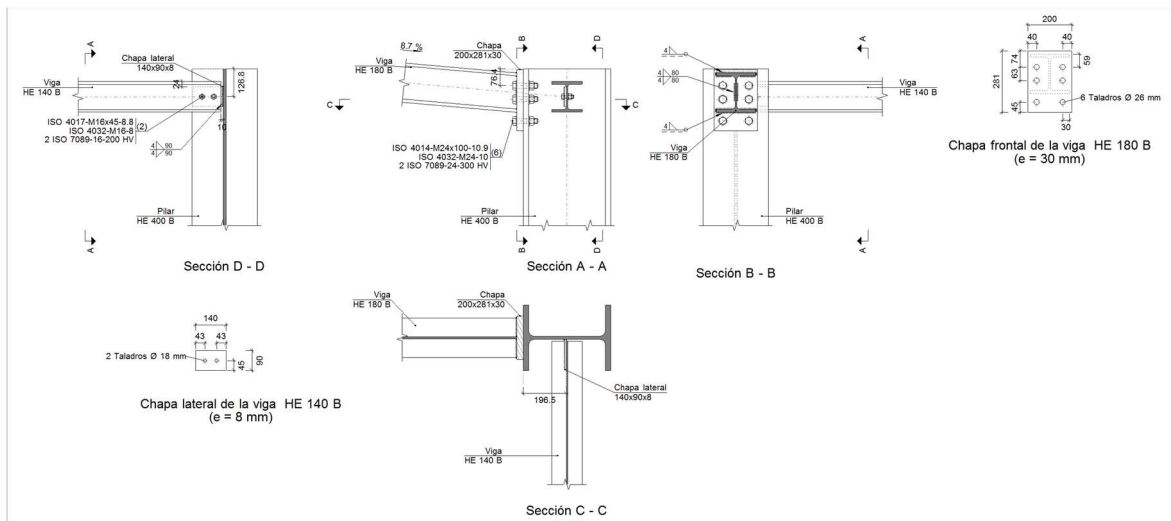
<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	8.8 klasea	4	ISO 4014-M20x80
Azkoinak	8 klasea	4	ISO 4032-M20
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	8	ISO 7089-20

3.1.8.4.2 PORTIKO HASTIALAREN ZUTABEA-HABEA

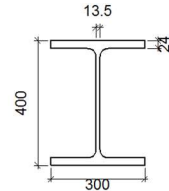
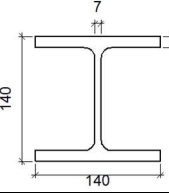
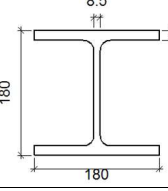


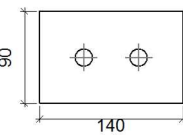
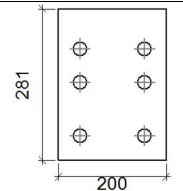
140.irudia: Portiko hastialaren zutabe-habea

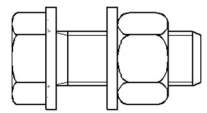
a) Xehetasuna



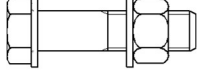
b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	275.0	410.0
Habea	HE 140 B		140	140	12	7	S275	275.0	410.0
Habea	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Albo xafla: Habea HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	275.0	410.0
Aurreko xafla: Habea HE 180 B		200	281	30	6	26	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	640.0	800.0



Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
ISO 4014-M24x100-10.9 ISO 4032-M24-10 2 ISO 7089-24-300 HV		M24	100	10.9	900.0	1000.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Panela	Lerdentasuna	--	--	--	40.29
	Ebakitzaila	kN	88.94	734.88	12.10
Arima	Zeharkako makurdura	kNm	0.12	0.72	16.67
	Zeharkako konpresioa	kN	83.41	504.74	16.53
	Karga kontzentratuak	kN	83.41	1256.10	6.64
Habea HE 180 B	Hegala Makurduragaitik trakzioa	kN	139.75	461.40	30.29
	Arima Trakzioa	kN	139.75	221.25	63.16
Habea HE 140 B	Arima Puntzonaketa	kN	49.85	520.73	9.57
	Arima Indar perpendikularraren ondoriozko makurdura	kN	49.85	131.55	37.89

2) Habea HE 180 B

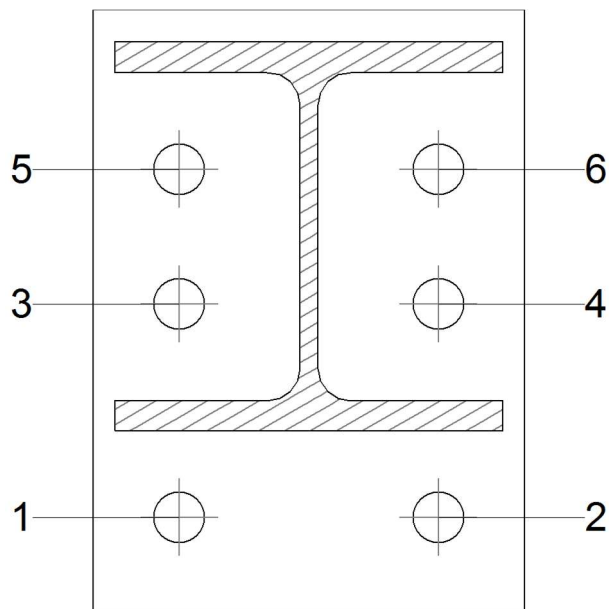
Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Aurreko xafla	Makurduragaitik trakzioa	kN	139.75	508.32	27.49
Hegala	Konpresioa	kN	209.35	662.50	31.60
	Trakzioa	kN	46.43	316.99	14.65
	Zabalera eraginkorra	mm	180.00	126.00	70.00
Arima	Trakzioa	kN	58.84	139.31	42.24

Soldadura kordoak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goiko hegala	Angeluan	4	180	14.0	85.02	
Arimaren soldadura	Angeluan	4	80	8.5	90.00	
Behe hegala	Angeluan	4	180	14.0	85.02	

Egiatzapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiatzapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goiko hegalaren soldadura	100.1	109.2	0.1	214.0	55.46	100.1	30.52	410.0	0.85
Arimaren soldadura	185.3	185.3	28.7	373.9	96.89	185.3	56.49	410.0	0.85
Behe hegalaren soldadura	74.4	81.2	0.1	159.1	41.23	74.4	22.69	410.0	0.85

Torlojuentzako egiatzapenak

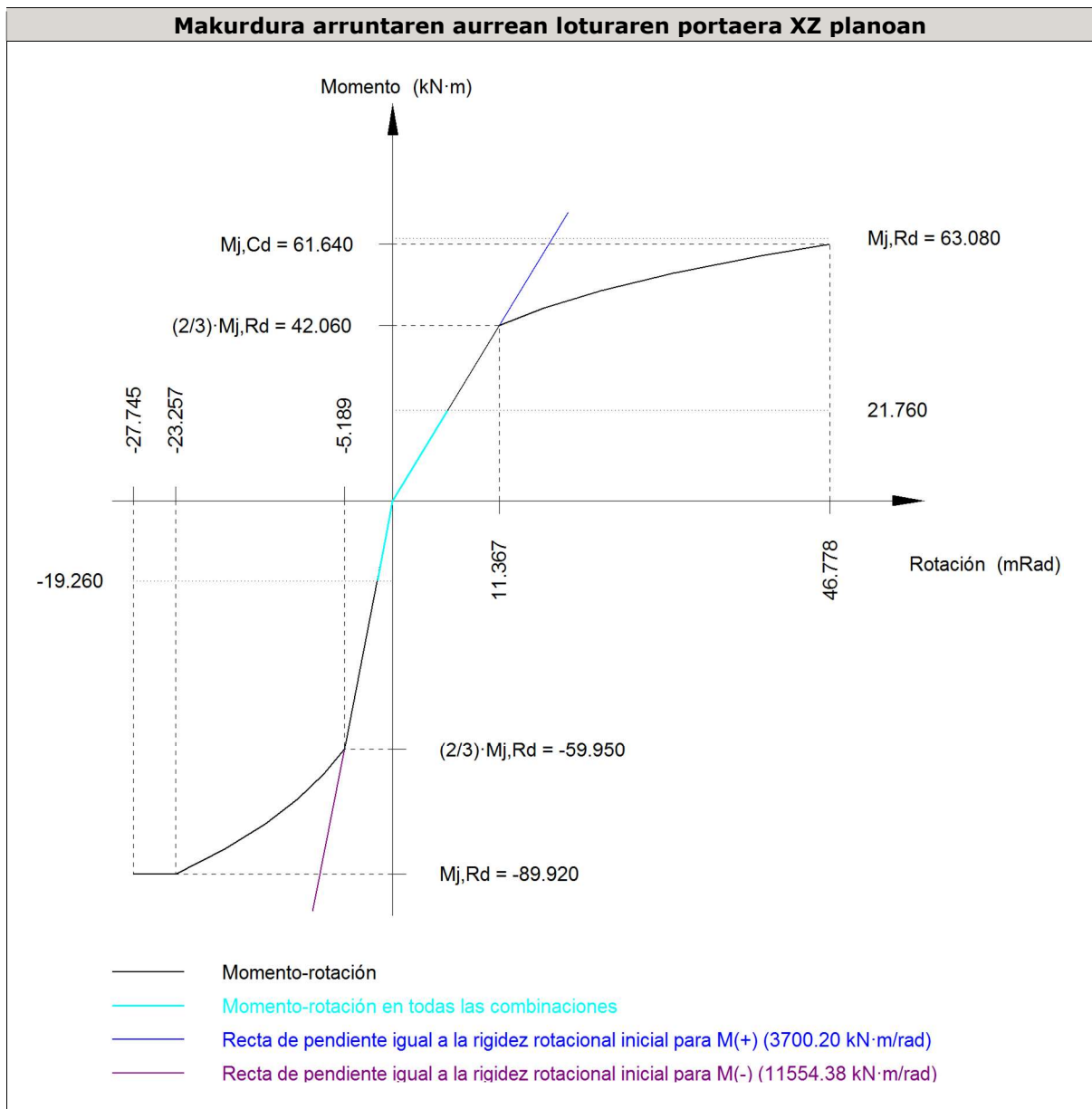


Antolaketa								
Torlojua	Izendapena	$d_0$ (mm)	$e_1$ (mm)	$e_2$ (mm)	$p_1$ (mm)	$p_2$ (mm)	$m$ (mm)	
1	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	45	40	99	120	40.0	
2	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	45	40	99	120	40.0	
3	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	--	40	63	120	40.0	
4	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	--	40	63	120	40.0	
5	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	--	40	63	120	40.0	
6	ISO 4014-M24x100-10.9	26.0	--	40	63	120	40.0	

--: Ez da egiatzapena egin behar.

Erresistentzia										
Torlojua	Ebakitzailea				Trakzioa				Trakzio - ebakitzaile interakzioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarrena (kN)	Erresistentzia (kN)	Aprob. (%)	Egiaztapena	Txarrena (kN)	Erresistentzia (kN)	Aprob. (%)		
1	Zeharkako sekzioa	9.196	180.956	5.08	Zurtoina	50.080	254.160	19.70	17.35	19.70
	Zapalketa	6.405	261.178	2.45	Puntzoketa	50.080	560.519	8.93		
2	Zeharkako sekzioa	9.196	180.956	5.08	Zurtoina	50.213	254.160	19.76	15.98	19.76
	Zapalketa	9.196	472.288	1.95	Puntzoketa	50.213	560.519	8.96		
3	Zeharkako sekzioa	9.296	180.956	5.14	Zurtoina	39.626	254.160	15.59	11.14	15.59
	Zapalketa	9.296	274.543	3.39	Puntzoketa	39.626	560.519	7.07		
4	Zeharkako sekzioa	7.783	180.956	4.30	Zurtoina	39.626	254.160	15.59	11.14	15.59
	Zapalketa	7.777	471.651	1.65	Puntzoketa	39.626	560.519	7.07		
5	Zeharkako sekzioa	11.435	180.956	6.32	Zurtoina	76.981	254.160	30.29	21.63	30.29
	Zapalketa	11.435	245.601	4.66	Puntzoketa	76.981	560.519	13.73		
6	Zeharkako sekzioa	10.243	180.956	5.66	Zurtoina	76.981	254.160	30.29	21.63	30.29
	Zapalketa	6.964	260.742	2.67	Puntzoketa	76.981	560.519	13.73		

Hasierako biraketa zurruntasuna	XY planoan (kN·m/rad)	XZ planoan (kN·m/rad)
Momentu positiboentzako kalkulaturia	7726.00	3700.20
Momentu negatiboentzako kalkulaturia	7726.00	11554.38



Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
1 y 3 moduen arteko erlazioa	--	0.91	1.80	50.43
Momentu erresistentea	kNm	21.76	63.08	34.49
Biraketa ahalmena	mRad	125.694	667	18.85

3) Habea HE 140 B

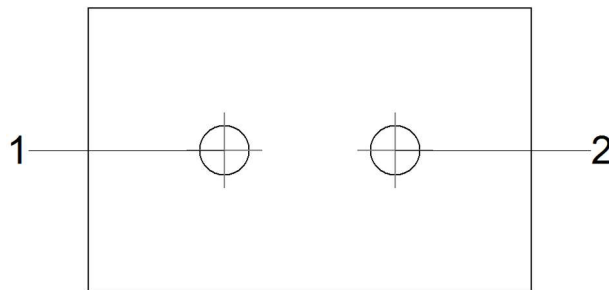
Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Albo xafila	Makurdura – ebakitzaila interakzioa	--	--	--	0.37
	Tentsio konbinatuak	--	--	--	31.54
	Gilbordura lokala	N/mm <sup>2</sup>	82.54	230.97	35.74
	Zapalketa	kN	24.93	78.72	31.66

	Urraketa	kN	49.87	87.10	57.26
Arima	Zapalketa	kN	24.97	68.93	36.22
	Urraketa	kN	49.87	161.86	30.81

Soldadura kordioak

Egiatzapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	En ángulo	4	90	8.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	52.2	52.2	1.9	104.5	27.08	52.2	15.92	410.0	0.85

Torlojuentzako egiaztapenak



Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0
--: Ez da egiaztapena egin behar.							

Erresistentzia										
Torloju ua	Ebakitzaila				Trakzioa				Trakzio - ebakitz aile interakz ioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)	Egiaztape na	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)		
1	Zeharkako sekzioa	24.97 0	50.240	49.7 0	Zurtoina	0.000	90.432	0.00	49.70	49.70
	Zapalketa	24.97 0	83.592	29.8 7	Puntzona keta	0.000	109.819	0.00		
2	Zeharkako sekzioa	24.93 1	50.240	49.6 2	Zurtoina	0.000	90.432	0.00	49.62	49.62
	Zapalketa	24.93 1	78.721	31.6 7	Puntzona keta	0.000	109.819	0.00		

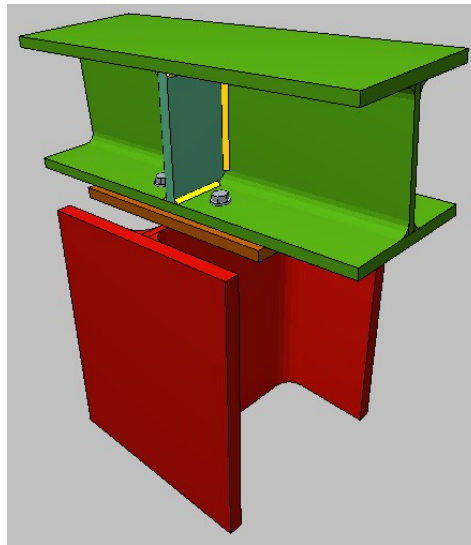
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	1039

Xaflak				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Xaflak	1	140x90x8	0.79
		1	200x281x30	13.24
	Totala			14.03

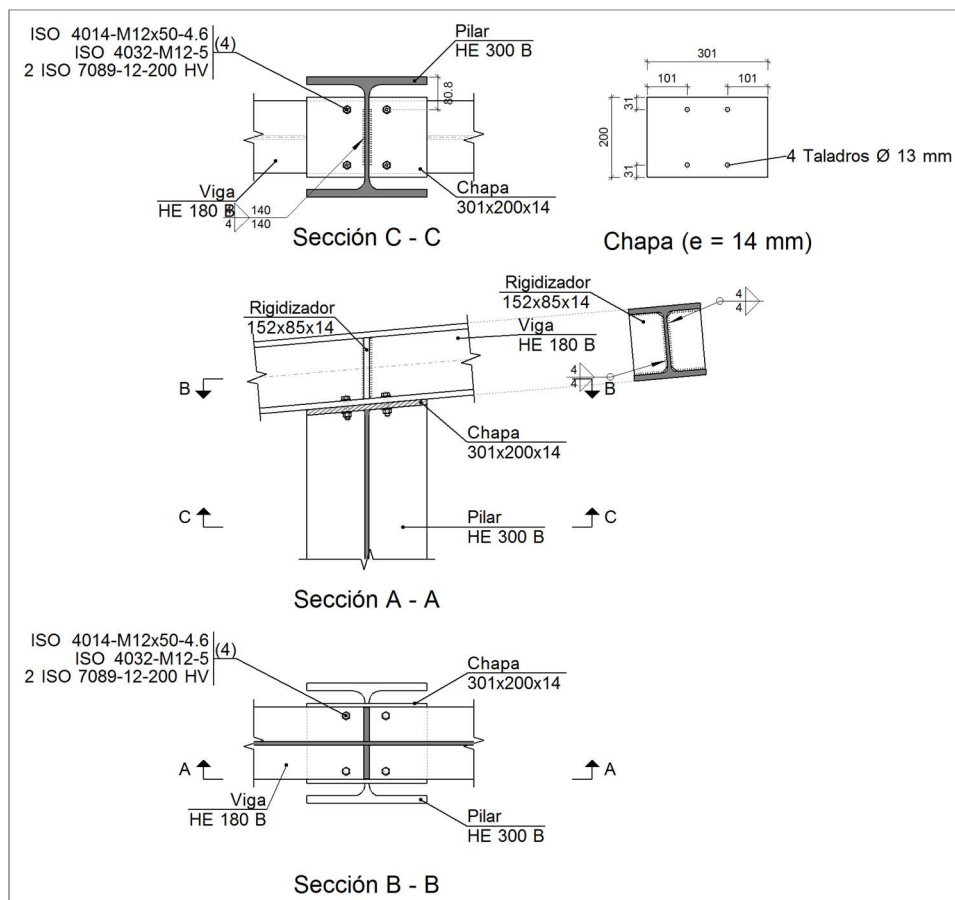
Torlojugintza elementuak			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	8.8 klasea	2	ISO 4017-M16x45
	10.9 klasea	6	ISO 4014-M24x100
Azkoinak	8 klasea	2	ISO 4032-M16
	10 klasea	6	ISO 4032-M24
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	4	ISO 7089-16
	Gogortasuna 300 HV	12	ISO 7089-24

3.1.8.4.3 ZUTABETXOA-PORTIKO HASTIALAREN HABEA

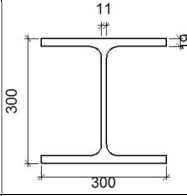
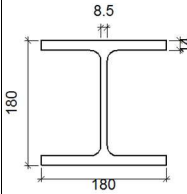


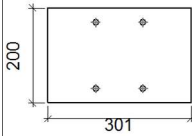
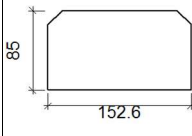
141.irudia: Zutabetxoa-habea

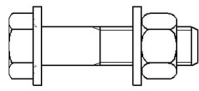
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0
Habea	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Aurreko xafla		301	200	14	4	13	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		152.6	85	14	-	-	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4014-M12x50-4.6 ISO 4032-M12-5 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	4.6	240.0	400.0



c) Egiatzena

1) Haba HE 180 B

Erresistentzia egiatzenak					
Osagaia	Egiatzena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Zurruntzaileak	Ebakitzailea	kN	19.47	293.36	6.64
	Trakzioa	kN	19.47	260.33	7.48

Soldadura kordioak

Egiatzen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	4	123	8.5	90.00				
Zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	4	66	8.5	85.02				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiatzena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	19.9	34.4	8.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Zurruntzailea-hegalak soldadura	Ez da egiatzena egin behar.							410.0	0.85

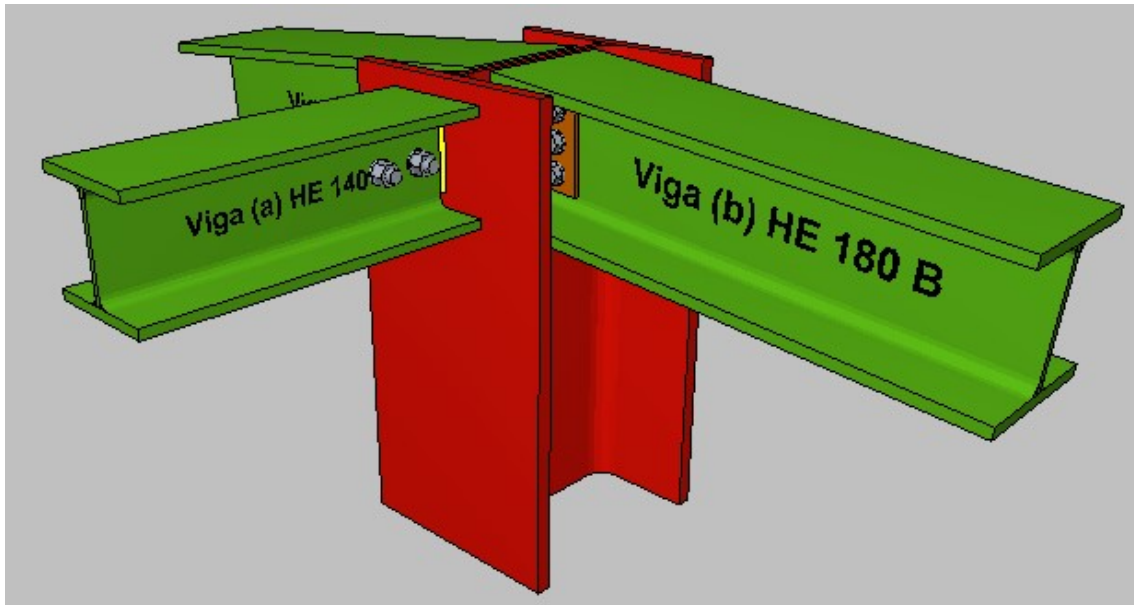
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarri lodiera (mm)	Kordioen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	1330

Xaflak				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Zurruntzaileak	2	152x85x14	2.85
	Xaflak	1	301x200x14	6.62
	Totala			9.47

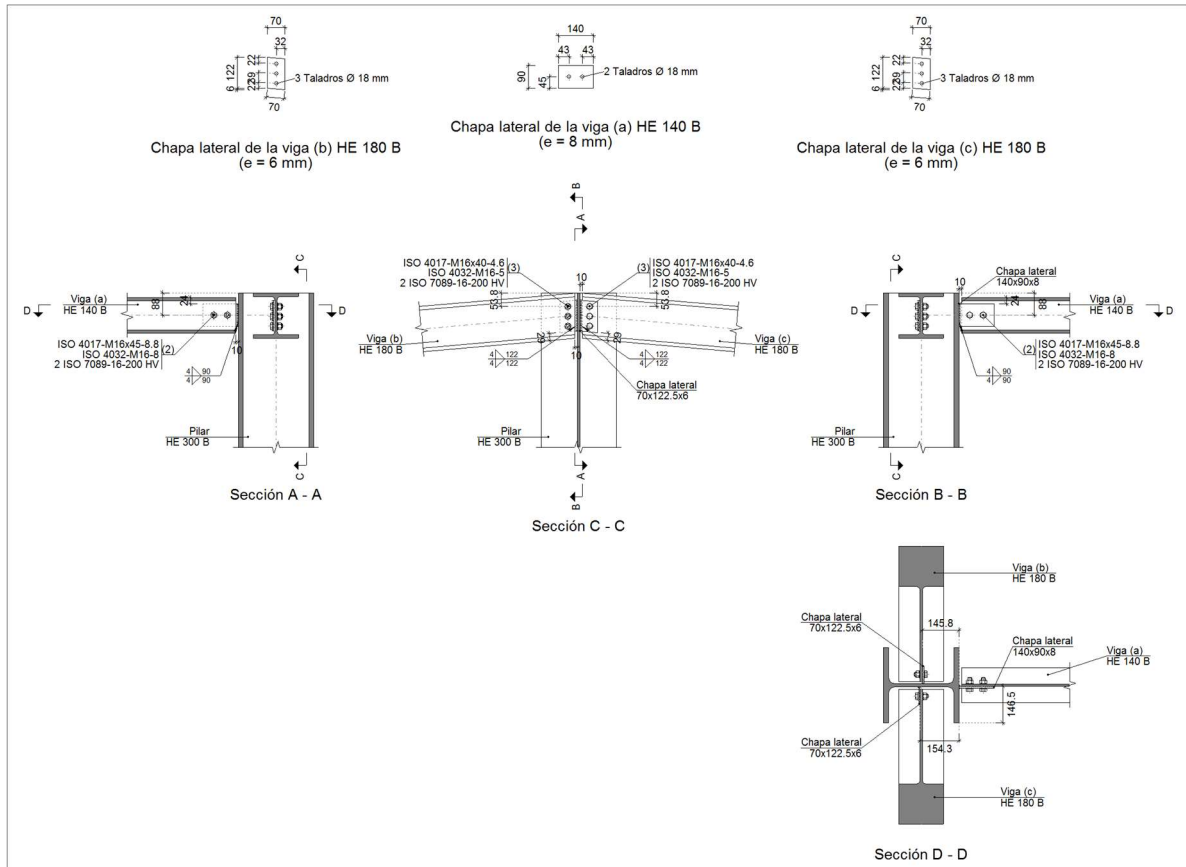
Torlojugintza elementuak			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	4.6 klasea	4	ISO 4014-M12x50
Azkoinak	5 klasea	4	ISO 4032-M12
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	8	ISO 7089-12

3.1.8.4.4 ERDIKO ZUTABETXOA-PORTIKO HASTIALAREN HABEA

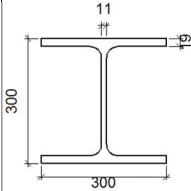
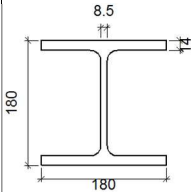
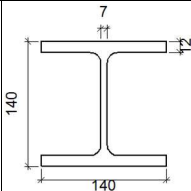


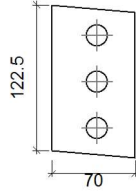
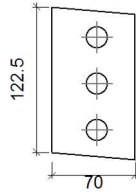
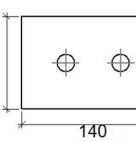
142.irudia: Erdiko zutabetxoa-habea

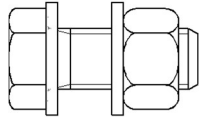
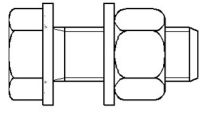
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0
Habea	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	275.0	410.0
Habea	HE 140 B		140	140	12	7	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Albo xafla: Habea (c) HE 180 B		70	122.5	6	3	18	S275	275.0	410.0
Albo xafla: Habea (b) HE 180 B		70	122.5	6	3	18	S275	275.0	410.0
Albo xafla: Habea (a) HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
ISO 4017-M16x40-4.6 ISO 4032-M16-5 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	4.6	240.0	400.0
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	640.0	800.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 300 B

Erresistentzia egiaztapenak						
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)	
Habea (c) HE 180 B	Puntzonaketa	kN	57.89	556.19	10.41	
	Indar perpendikularraren ondoriozko makurdura	kN	5.16	105.78	4.87	
Habea (b) HE 180 B	Puntzonaketa	kN	57.89	556.19	10.41	
	Indar perpendikularraren ondoriozko makurdura	kN	5.16	105.78	4.87	

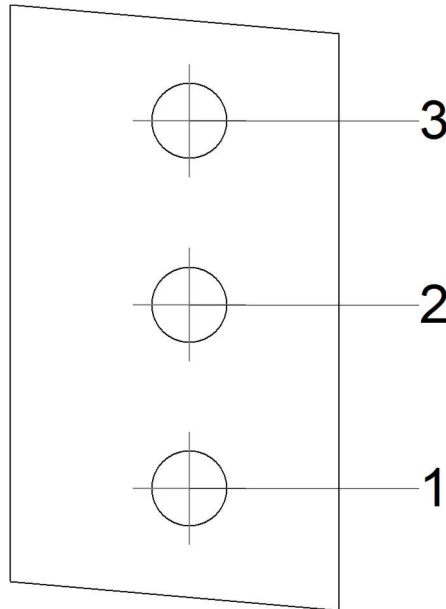
2) Habea (c) HE 180 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Albo xafila	Makurdura – ebakitzaila interakzioa	--	--	--	0.30
	Tentsio konbinatuak	--	--	--	46.15
	Gilbordura lokala	N/mm <sup>2</sup>	82.51	219.99	37.51
	Zapalketa	kN	21.95	46.26	47.45
	Urraketa	kN	57.89	61.96	93.43
Arima	Zapalketa	kN	21.95	57.82	37.96
	Urraketa	kN	57.89	183.19	31.60

Soldadura kordioak

Egiatzapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	Angeluan	4	122	6.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiatzapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	41.6	42.0	0.4	83.8	21.71	42.0	12.80	410.0	0.85

Torlojuentzako egiatzapenak



Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	$d_0$ (mm)	$e_1$ (mm)	$e_2$ (mm)	$p_1$ (mm)	$p_2$ (mm)	$m$ (mm)
1	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	22	28	39	--	22.1
2	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	--	28	39	--	31.7
3	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	22	28	39	--	22.1

--: Ez da egiatzapena egin behar.

Erresistentzia										
Torloju ua	Ebakitzaila				Trakzioa				Trakzio - ebakitz aile interakz ioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)	Egiaztape na	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)		
1	Zeharkako sekzioa	19.43 2	25.120	77.3 6	Zurtoina	0.280	45.216	0.62	77.73	77.73
	Zapalketa	19.43 2	45.929	42.3 1	Puntzona keta	0.280	94.131	0.30		
2	Zeharkako sekzioa	19.29 6	25.120	76.8 2	Zurtoina	0.276	45.216	0.61	77.17	77.17
	Zapalketa	19.29 6	46.263	41.7 1	Puntzona keta	0.276	94.131	0.29		
3	Zeharkako sekzioa	21.95 1	25.120	87.3 9	Zurtoina	0.273	45.216	0.60	87.74	87.74
	Zapalketa	21.95 1	46.262	47.4 5	Puntzona keta	0.273	94.131	0.29		

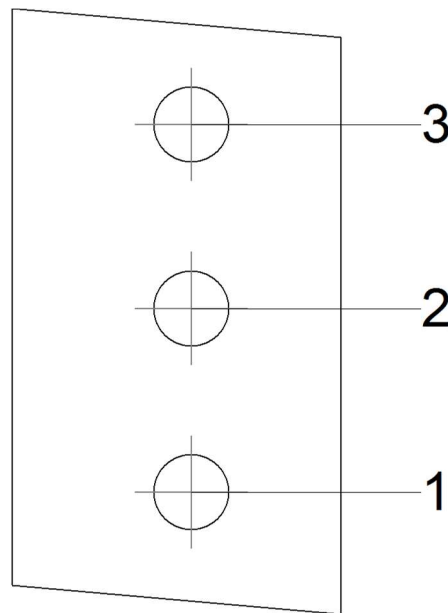
3) Haba (b) HE 180 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Albo xafla	Makurdura – ebakitzaila interakzioa	--	--	--	0.30
	Tentsio konbinatuak	--	--	--	46.15
	Gilbordura lokala	N/mm <sup>2</sup>	82.51	219.99	37.51
	Zapalketa	kN	21.95	46.26	47.45
	Urraketa	kN	57.89	61.96	93.43
Arima	Zapalketa	kN	21.95	57.82	37.96
	Urraketa	kN	57.89	183.19	31.60

### Sodladura kordioak

Egiaztapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	Angeluan	4	122	6.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>	
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )			Aprob. (%)
Soldadura xehetasuna albo xaflan.	41.6	42.0	0.4	83.8	21.71	42.0	12.80	410.0	0.85

Torlojuentzako egiaztapenak



Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	22	28	39	--	22.1
2	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	--	28	39	--	31.7
3	ISO 4017-M16x40-4.6	18.0	22	28	39	--	22.1

--: Ez da egiaztapena egin behar.

Erresistentzia										
Torlojua	Ebakitzaila				Trakzioa				Trakzio - ebakitz aile interakzioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)	Egiaztape na	Txarre na (kN)	Erresiste ntea (kN)	Apro b. (%)	Aprob. (%)	
1	Zeharkako sekzioa	19.432	25.120	77.36	Zurtoina	0.280	45.216	0.62	77.73	77.73
	Zapalketa	19.432	45.929	42.31	Puntzونا keta	0.280	94.131	0.30		
2	Zeharkako sekzioa	19.296	25.120	76.82	Zurtoina	0.276	45.216	0.61	77.17	77.17
	Zapalketa	19.296	46.263	41.71	Puntzونا keta	0.276	94.131	0.29		
3	Zeharkako sekzioa	21.951	25.120	87.38	Zurtoina	0.273	45.216	0.60	87.73	87.73
	Zapalketa	21.951	46.262	47.45	Puntzونا keta	0.273	94.131	0.29		

d) Neurketa

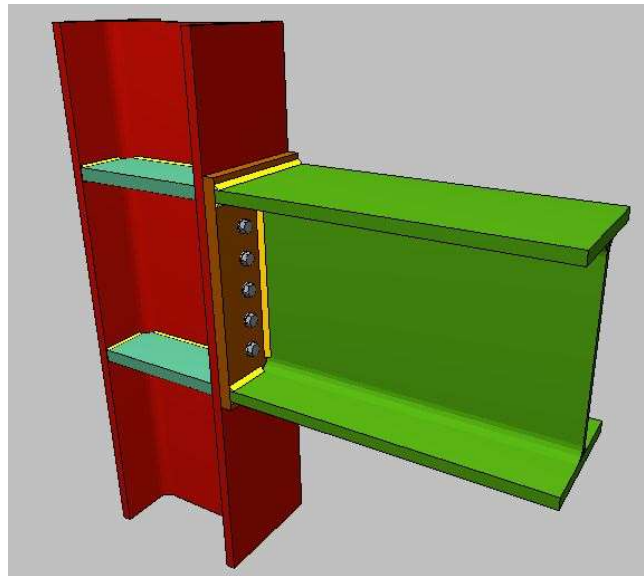
<b>Soldadurak</b>				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordioien luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	670

<b>Xaflak</b>				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Xaflak	2	70x122x6	0.81
		1	140x90x8	0.79
				Totala

<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	4.6 klasea	6	ISO 4017-M16x40
	8.8 klasea	2	ISO 4017-M16x45
Azkoinak	5 klasea	6	ISO 4032-M16
	8 klasea	2	ISO 4032-M16
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	16	ISO 7089-16

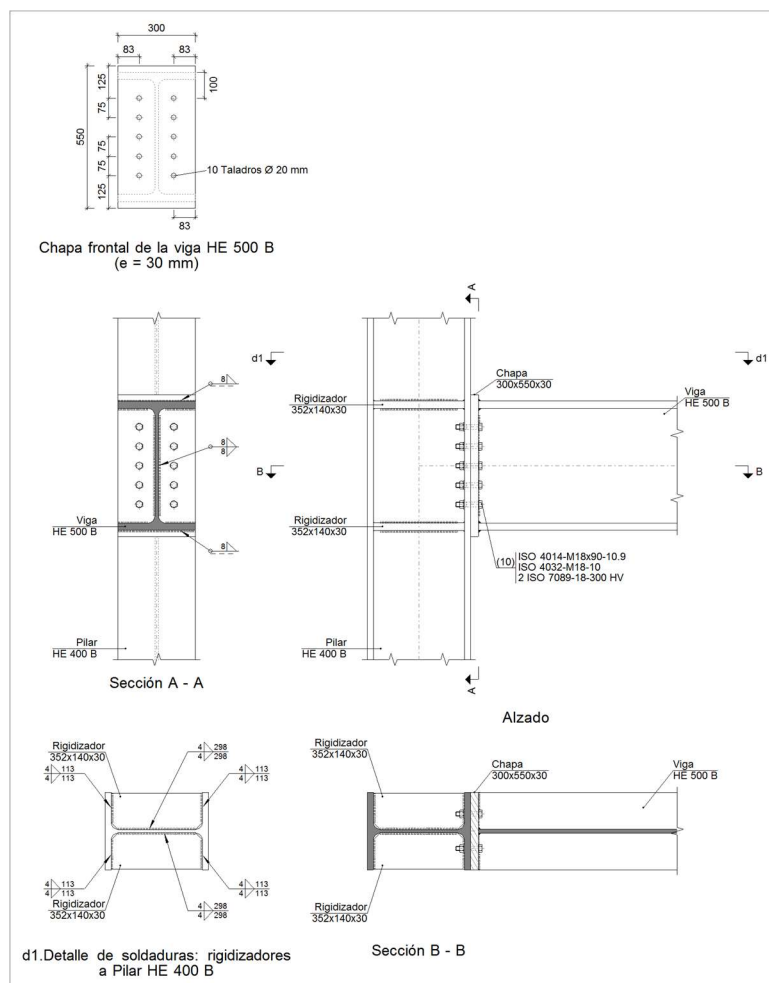


3.1.8.4.5 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-PORTIKO ZUTABEA

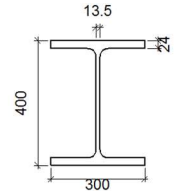
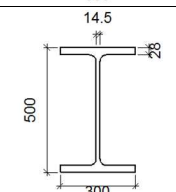


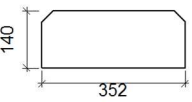
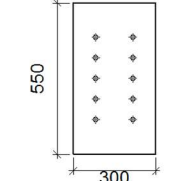
143.irudia: Goiko solairuaren habea-portiko zutabea

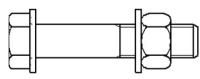
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	275.0	410.0
Habea	HE 500 B		500	300	28	14.5	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zurruntzailea		352	140	30	-	-	S275	275.0	410.0
Aurreko xafla: Habea HE 500 B		300	550	30	10	20	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4014-M18x90-10.9 ISO 4032-M18-10 2 ISO 7089-18-300 HV		M18	90	10.9	900.0	1000.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Erresistentzia egiaztapenak						
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)	
Panela	Lerdentasuna	--	--	--	40.29	
	Ebakitzailea	kN	598.17	922.28	64.86	
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	58.26	261.90	22.25	
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	59.77	261.90	22.82	
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	58.26	261.90	22.25	
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	59.77	261.90	22.82	
Hegala	Ebakitzailea	N/mm <sup>2</sup>	59.66	261.90	22.78	
Habea HE 500 B	Hegala	Makurduragaitik trakzioa	kN	264.83	947.86	27.94
		Trakzioa	kN	66.37	1153.04	5.76
	Arima	Trakzioa	kN	153.75	406.61	37.81

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	4	113	24.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	4	298	13.5	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	4	113	24.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	4	298	13.5	90.00	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	4	113	24.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	4	298	13.5	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	4	113	24.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	4	298	13.5	90.00	

*a: Eztatariaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera*

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	154.5	154.5	0.0	309.0	80.07	154.5	47.10	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	82.8	143.5	37.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	158.5	158.5	0.0	317.0	82.14	158.5	48.32	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	85.0	147.2	38.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	154.5	154.5	0.0	309.0	80.07	154.5	47.10	410.0	0.85

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	82.8	143.5	37.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	158.5	158.5	0.0	317.0	82.14	158.5	48.32	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	85.0	147.2	38.15	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Habea HE 500 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Aurre xafla	Makurduragaitik trakzioa	kN	264.83	1405.78	18.84
Hegala	Konpresioa	kN	468.71	2200.00	21.30
	Trakzioa	kN	162.79	1100.00	14.80
Arima	Trakzioa	kN	93.00	436.73	21.29

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi hegalaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00	
Arimaren soldadura	Angeluan	8	300	14.5	90.00	
Behe hegalaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00	

*a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera*

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi hegalaren soldadura	78.0	78.0	0.0	156.1	40.44	78.0	23.79	410.0	0.85
Arimaren soldadura	47.1	47.1	53.6	132.1	34.24	47.1	14.34	410.0	0.85
Behe hegalaren soldadura	79.0	79.0	0.1	158.0	40.95	79.0	24.09	410.0	0.85

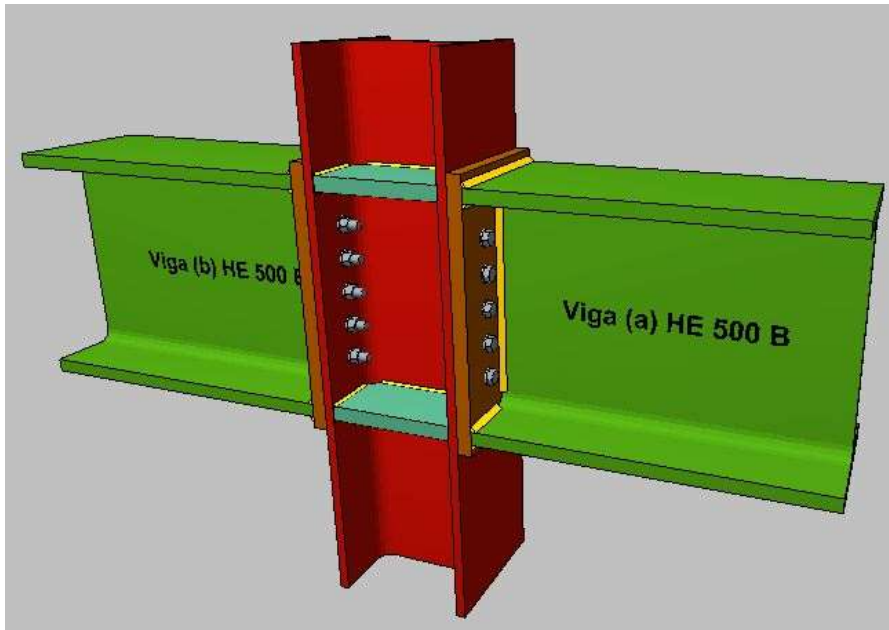
d) Neurketa

<b>Soldadurak</b>				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarri lodiera (mm)	Kordioen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	4192
			8	1775

<b>Xaflak</b>				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Rigidizadores	4	352x140x30	46.42
	Chapas	1	300x550x30	38.86
				Total

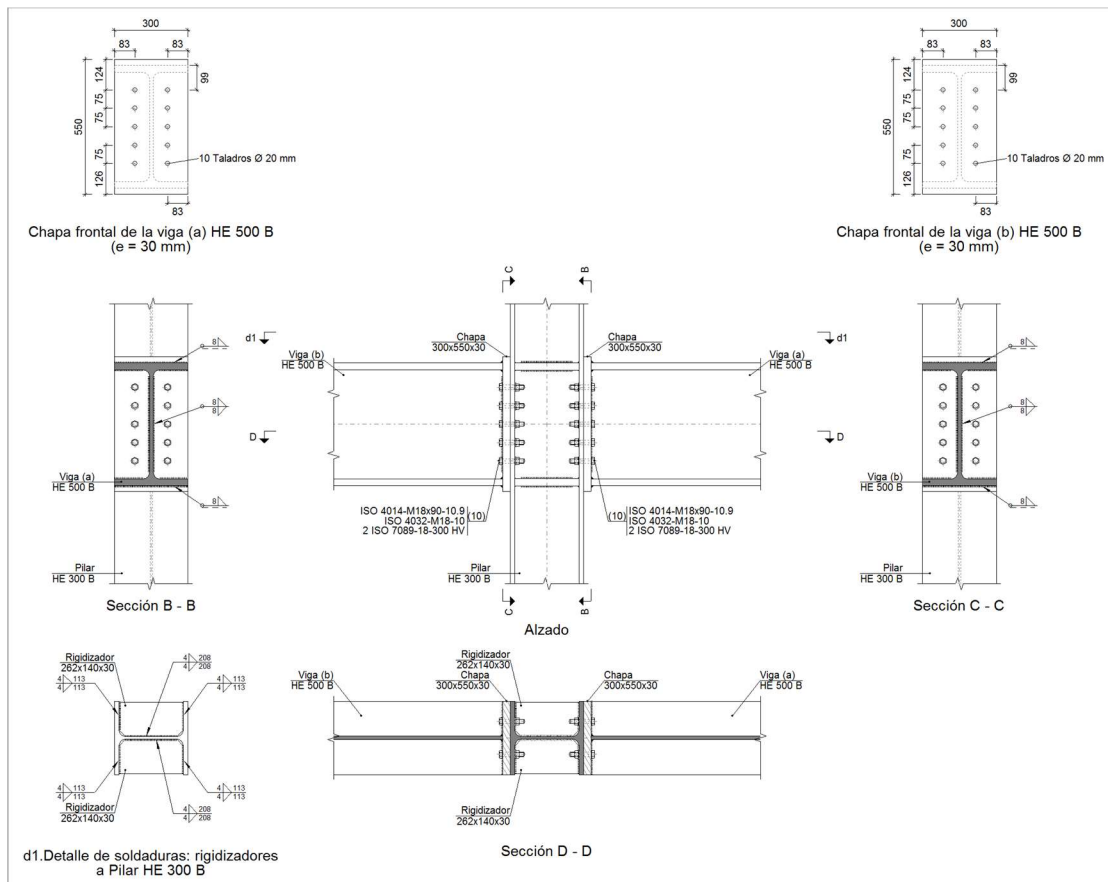
<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	10.9 klasea	10	ISO 4014-M18x90
Azkoinak	10 klasea	10	ISO 4032-M18
Zirindolak	Gogortasuna 300 HV	20	ISO 7089-18

3.1.8.4.6 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-ZUTABETXOA

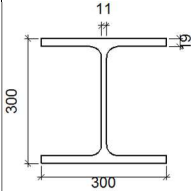
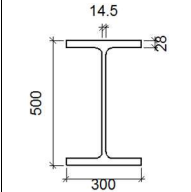


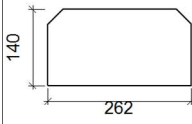
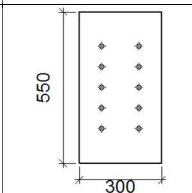
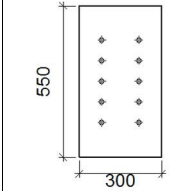
144.irudia: Goiko solairuaren habea-zutabetxoa

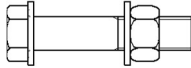
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0
Habea	HE 500 B		500	300	28	14.5	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zurruntzailea		262	140	30	-	-	S275	275.0	410.0
Aurreko xafla: Habea (a) HE 500 B		300	550	30	10	20	S275	275.0	410.0
Aurreko xafla: Habea (b) HE 500 B		300	550	30	10	20	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4014-M18x90-10.9 ISO 4032-M18-10 2 ISO 7089-18-300 HV		M18	90	10.9	900.0	1000.0

c) Egiatzapena

1) Zutabea HE 300 B

Erresistentzia egiatzapenak						
Osagaia	Egiatzapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)	
Panela	Lerdentasuna	--	--	--	36.81	
	Ebakitzailea	kN	131.05	751.49	17.44	
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	75.91	261.90	28.98	
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	88.70	261.90	33.87	
Goi zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	83.17	261.90	31.76	
Behe zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	77.63	261.90	29.64	
Hegala	Urraketa	N/mm <sup>2</sup>	59.90	261.90	22.87	
	Ebakitzailea	N/mm <sup>2</sup>	52.02	261.90	19.86	
Habea (a) HE 500 B	Hegala	Makurduragaitik trakzioa	kN	303.26	594.06	51.05
		Trakzioa	kN	67.86	1143.21	5.94
	Arima	Trakzioa	kN	190.36	262.17	72.61
Habea (b) HE 500 B	Hegala	Makurduragaitik trakzioa	kN	303.26	594.06	51.05
		Trakzioa	kN	67.86	1143.21	5.94
	Arima	Trakzioa	kN	190.36	262.17	72.61

Soldadura kordioak

Egiatzapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	19.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	8	208	11.0	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	19.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	8	208	11.0	90.00	
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	19.0	90.00	
Goi zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	8	208	11.0	90.00	
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	19.0	90.00	
Behe zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	8	208	11.0	90.00	

a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera

Erresistentzia egiatzapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	100.6	100.6	0.6	201.3	52.16	100.6	30.68	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	9.8	17.0	4.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	117.6	117.6	0.0	235.2	60.95	117.6	35.85	410.0	0.85



Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	11.1	19.2	4.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-hegalak soldadura	110.3	110.3	0.8	220.6	57.17	110.3	33.63	410.0	0.85
Goi zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	9.8	17.0	4.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-hegalak soldadura	102.9	102.9	0.0	205.9	53.35	102.9	31.38	410.0	0.85
Behe zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	11.1	19.2	4.97	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Habea (a) HE 500 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Aurre xafla	Makurduragaitik trakzioa	kN	303.26	1159.88	26.15
Hegala	Konpresioa	kN	632.13	2200.00	28.73
	Trakzioa	kN	192.25	1072.17	17.93
Arima	Trakzioa	kN	132.27	349.38	37.86

#### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goi hegalaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00	
Arimaren soldadura	Angeluan	8	300	14.5	90.00	
Behe hegalaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00	

*a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera*

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goi hegalaren soldadura	118.9	118.9	0.5	237.8	61.63	118.9	36.25	410.0	0.85
Arimaren soldadura	86.3	86.3	61.6	202.8	52.56	86.3	26.31	410.0	0.85
Behe hegalaren soldadura	123.6	123.6	0.1	247.3	64.08	123.6	37.70	410.0	0.85

3) Habea (b) HE 500 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Aurre xafla	Makurduragaitik trakzioa	kN	303.26	1159.88	26.15
Hegala	Konpresioa	kN	632.13	2200.00	28.73
	Trakzioa	kN	192.25	1072.17	17.93
Arima	Trakzioa	kN	132.27	349.38	37.86

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Goi hegaldaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00				
Arimaren soldadura	Angeluan	8	300	14.5	90.00				
Behe hegaldaren soldadura	Angeluan	8	300	28.0	90.00				
<i>a: Eztatariaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$	
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )			Aprob. (%)
Goi hegaldaren soldadura	118.9	118.9	0.5	237.8	61.63	118.9	36.25	410.0	0.85
Arimaren soldadura	86.3	86.3	61.6	202.8	52.56	86.3	26.31	410.0	0.85
Behe hegaldaren soldadura	123.6	123.6	0.1	247.3	64.08	123.6	37.70	410.0	0.85

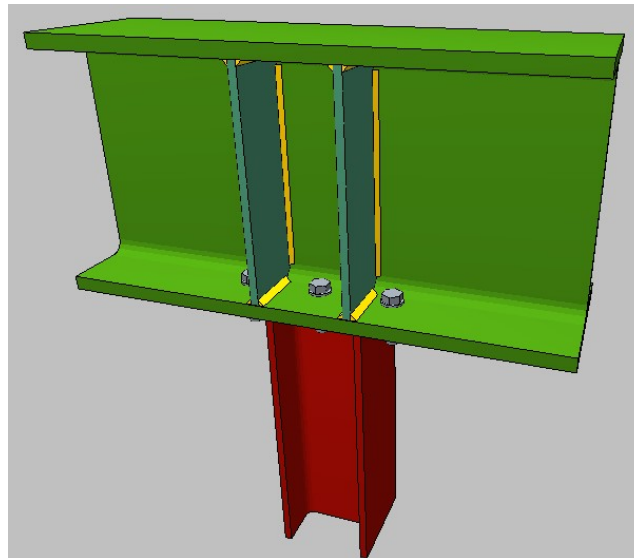
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztatari lodiera (mm)	Kordioen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	8	6798

Xaflak				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Zurruntzaileak	4	262x140x30	34.55
	Xaflak	2	300x550x30	77.72
				<b>Totala</b>

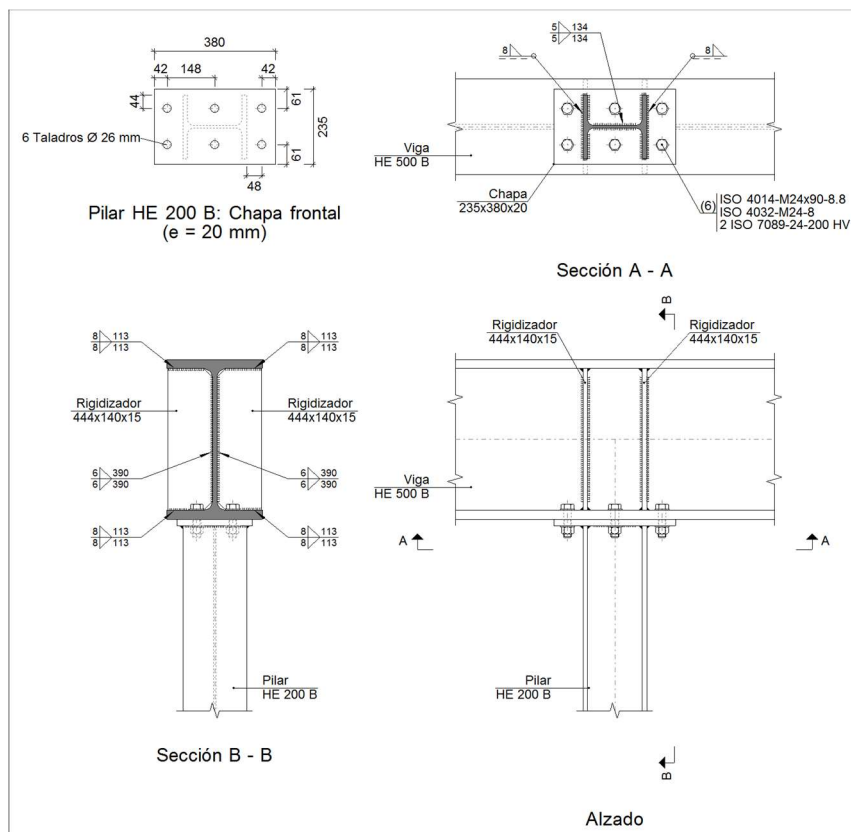
Torlojugintza elementuak			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	10.9 klasea	20	ISO 4014-M18x90
Azkoinak	10 klasea	20	ISO 4032-M18
Zirrindolak	Gogortasuna 300 HV	40	ISO 7089-18

3.1.8.4.7 GOIKO SOLAIRUAREN HABEA-GOIKO SOLAIRUAREN ZUTABEA

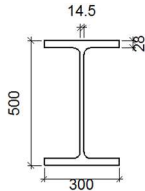
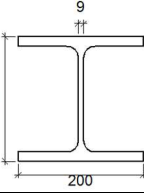


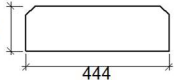
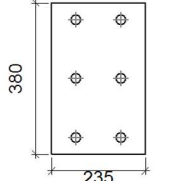
145.irudia: Goiko solairuaren habea-goiko solairuaren zutabea

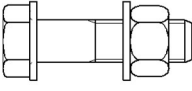
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Habea	HE 500 B		500	300	28	14.5	S275	275.0	410.0
Zutabea	HE 200 B		200	200	15	9	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zurruntzailea		444	140	15	-	-	S275	275.0	410.0
Aurreko xafla: Zutabea HE 200 B		235	380	20	6	26	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4014-M24x90-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	90	8.8	640.0	800.0

c) Egiaztapena

1) Habea HE 500 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Panela	Lerdentasuna	--	--	--	47.32
	Ebakitzailea	kN	593.04	986.65	60.11
Goiko zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	131.46	261.90	50.20
Beheko zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	131.46	261.90	50.20
Goiko zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	130.99	261.90	50.01
Beheko zurruntzailea	Von Mises tentsioa	N/mm <sup>2</sup>	130.99	261.90	50.01
Hegala	Ebakitzailea	N/mm <sup>2</sup>	121.68	261.90	46.46

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Goiko zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	15.0	90.00	
Goiko zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	390	14.5	90.00	
Beheko zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	15.0	90.00	
Beheko zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	390	14.5	90.00	
Goiko zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	15.0	90.00	
Goiko zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	390	14.5	90.00	
Beheko zurruntzailea-hegalak soldadura	Angeluan	8	113	15.0	90.00	
Beheko zurruntzailea-arima soldadura	Angeluan	6	390	14.5	90.00	

a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goiko zurruntzailea-hegalak soldadura	87.1	87.1	0.0	174.3	45.17	87.2	26.57	410.0	0.85
Goiko zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	46.9	81.2	21.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Beheko zurruntzailea-hegalak soldadura	87.1	87.1	0.0	174.3	45.17	87.2	26.57	410.0	0.85
Beheko zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	46.9	81.2	21.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Goiko zurruntzailea-hegalak soldadura	86.8	86.8	0.0	173.7	45.00	86.8	26.47	410.0	0.85
Goiko zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	46.7	80.9	20.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Beheko zurruntzailea-hegalak soldadura	86.8	86.8	0.0	173.7	45.00	86.8	26.47	410.0	0.85
Beheko zurruntzailea-arima soldadura	0.0	0.0	46.7	80.9	20.97	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Zutabea HE 200 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Hegala	Konpresioa	kN	480.95	785.71	61.21

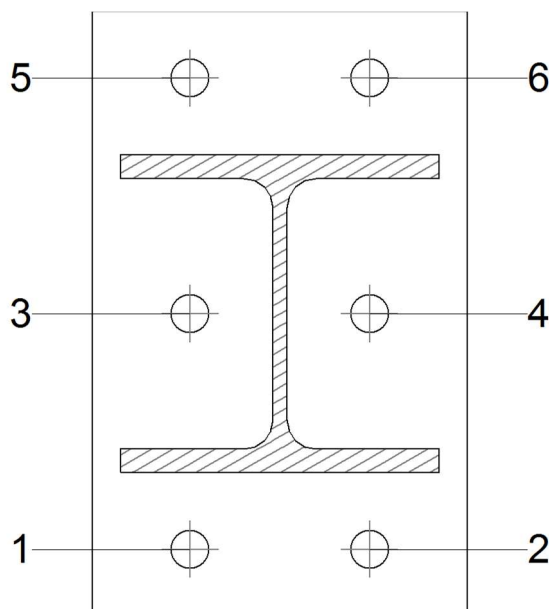
Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak					
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)
Goiko hegalaren soldadura	Angeluan	8	200	15.0	90.00
Arimaren soldadura	Angeluan	5	134	9.0	90.00
Behe hegalaren soldadura	Angeluan	8	200	15.0	90.00

a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra  
t: Piezen lodiera

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Goiko hegalaren soldadura	123.7	123.7	4.6	247.6	64.15	123.7	37.72	410.0	0.85
Arimaren soldadura	117.8	117.8	20.4	238.3	61.76	117.9	35.93	410.0	0.85
Behe hegalaren soldadura	123.7	123.7	4.6	247.6	64.15	123.7	37.72	410.0	0.85

Torlojuentzako egiaztapenak

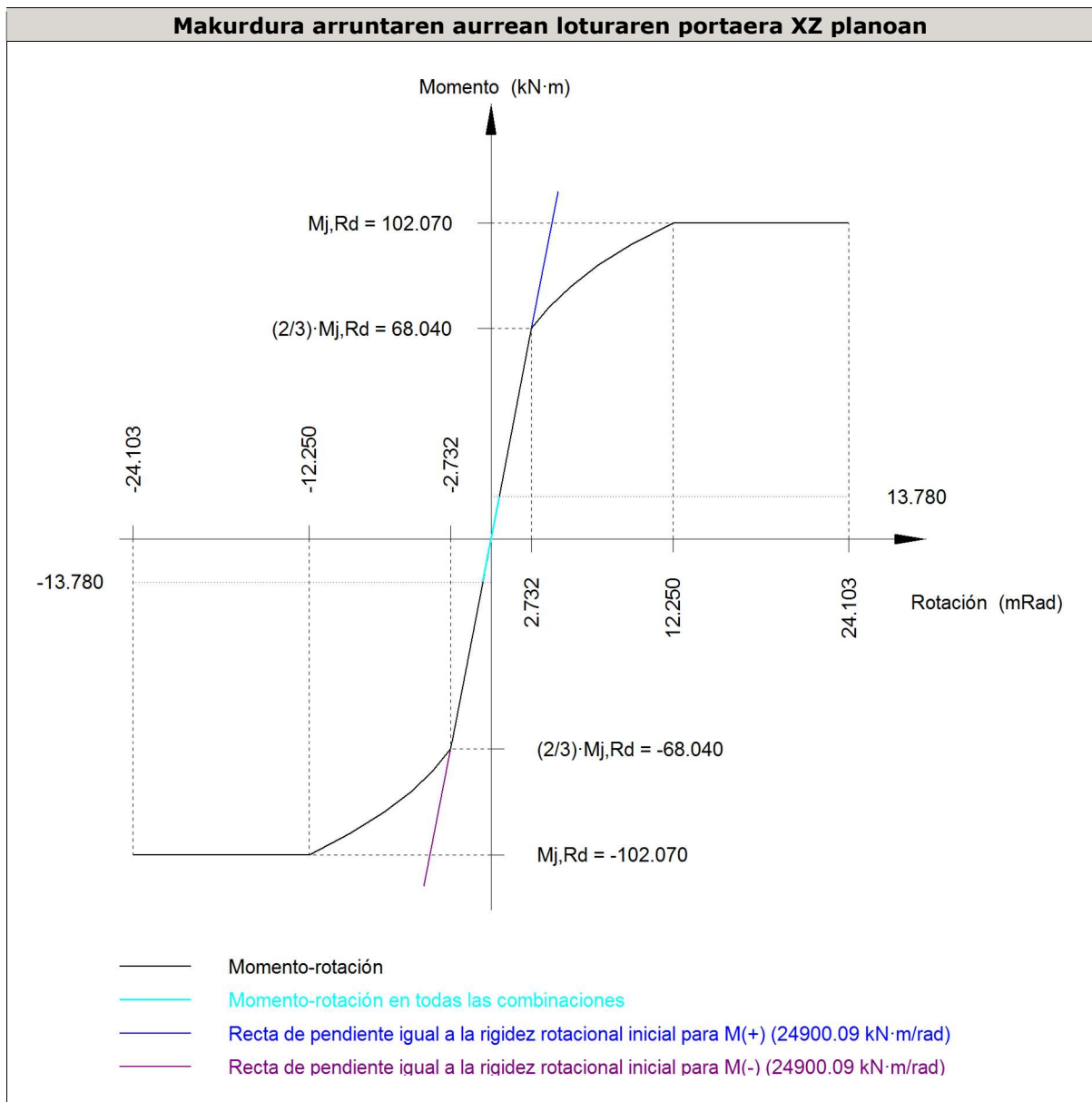


Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	61	148	113	42.0
2	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	61	148	113	42.0
3	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	61	148	113	49.0
4	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	61	148	113	49.0
5	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	61	148	113	42.0
6	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	61	148	113	42.0

--: Ez da egiaztapena egin behar.

Erresistentzia					
Torlojua	Ebakitzailea				Aprob. Máx. (%)
	Egiaztapena	Txarrena (kN)	Erresistentea (kN)	Aprob. (%)	
1	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	211.938	0.55	
2	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	211.938	0.55	
3	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	393.600	0.30	
4	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	393.600	0.30	
5	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	211.938	0.55	
6	Zeharkako sekzioa	1.172	144.765	0.81	0.81
	Zapalketa	1.172	211.938	0.55	

Hasierako biraketa zurruntasuna	XY planoan (kN·m/rad)	XZ planoan (kN·m/rad)
Momentu positiboentzako kalkulatua	12309.90	24900.09
Momentu negatiboentzako kalkulatua	12309.90	24900.09



Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
1 y 3 moduen arteko erlazioa	--	0.77	1.80	42.56
Momentu erresistentea	kNm	13.78	102.07	13.50
Biraketa ahalmena	mRad	22.959	667	3.44

d) Neurketa

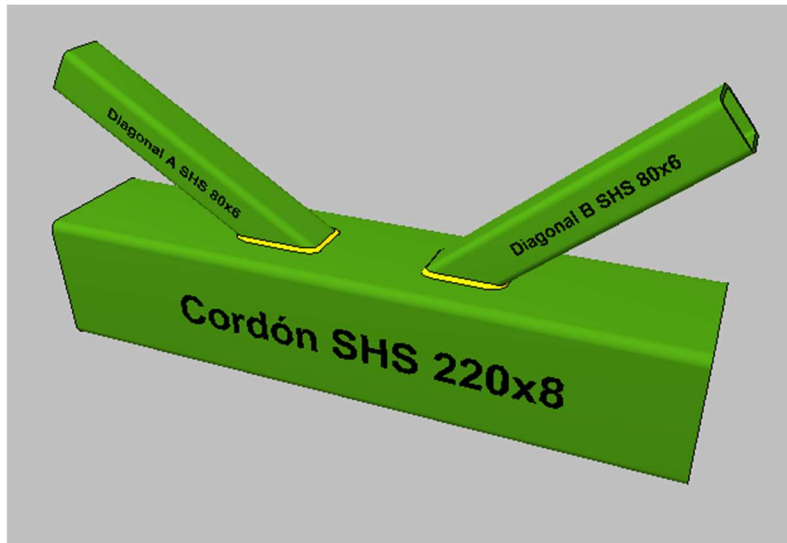
Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordioien luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	268
			6	3120
			8	2578



<b>Xaflak</b>				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Zurruntzaileak	4	444x140x15	29.28
	Xaflak	1	235x380x20	14.02
	Totala			43.30

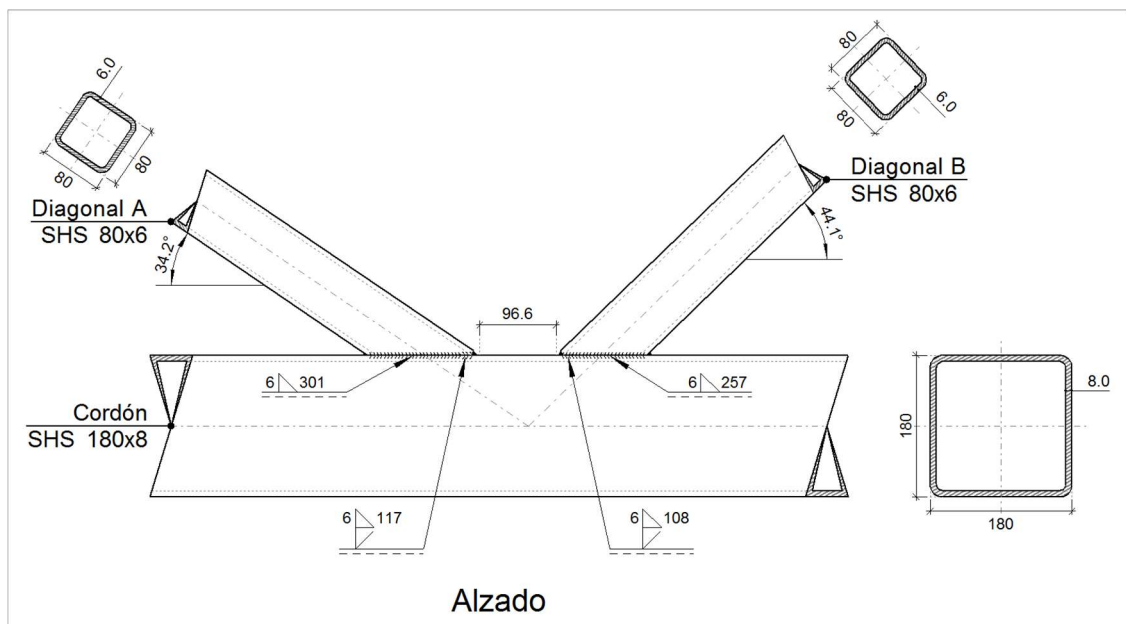
<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	8.8 klasea	6	ISO 4014-M24x90
Azkoinak	8 klasea	6	ISO 4032-M24
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	12	ISO 7089-24

3.1.8.4.8 SARETAREN GOIKO KORDOIA-DIAGONALA

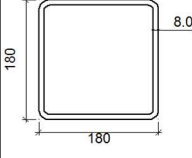
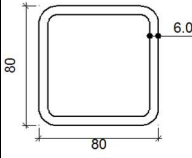


146.irudia: Saretaren goiko kordoia-diagonala

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Barne akordio erradioa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Kordoia	SHS 180x8		180	180	8	8	S275	275.0	410.0
Diagonala	SHS 80x6		80	80	6	6	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Kordoia SHS 180x8

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	18.50	--	30.51 (1 klasea)
Lodiera	mm	8.0	2.5	25.0
$h_0/b_0$	--	1.00	0.50	2.00
$b_0/t_0$	--	22.50	--	35.00
$h_0/t_0$	--	22.50	--	35.00

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Kordoiaren plastifikazioa	kN	25.092	219.026	11.46
Axial eta ebakitzailaren arteko interakzioa	--	--	--	18.86

2) Diagonala A SHS 80x6

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	9.33	--	30.51 (1 klasea)
Lodiera	mm	6.0	2.5	25.0
Angelua	graduak	34.18	30.00	--
Distantzia	mm	96.6	12.0	--
$b_i/b_0$	--	0.44	0.35	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatua	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
$b_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$h_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$g/b_o$	--	0.54	0.28	--

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Kordoiaren plastifikazioa	kN	161.467	356.450	45.30
Esfortzu ebakitzaileran ondoriozko puntzonaketa	kN	161.467	904.984	17.84

### Soldadura kordioiak

Egiaztapen geometrikoak				
Erref.	Mota	a (mm)	Ertzen prestaketa (mm)	l (mm)
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan	6	6	117
Soldadura angeluan	Angeluan	6	--	301

a: Eztarriaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura, piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85
Soldadura angeluan	Eztarriaren lodiera hartzen da, bere erresistentzia piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85

### 3) Diagonala B SHS 80x6

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	9.33	--	30.51 (Clase 1)
Lodiera	mm	6.0	2.5	25.0
Angelua	graduak	44.13	30.00	--
Distantzia	mm	96.6	12.0	--
$b_i/b_o$	--	0.44	0.35	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$h_i/t_i$	--	13.33	--	35.00

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
$g/b_0$	--	0.54	0.28	--

Erresistentzia egiaztapenak					
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)	
Kordioaren plastifikazioa	kN	81.607	335.333	24.34	
Esfortzu ebakitzaileran ondoriozko puntzonaketa	kN	81.607	629.904	12.96	

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak					
Erref.	Mota	a (mm)	Ertzen prestaketa (mm)	l (mm)	
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan	6	6	108	
Soldadura angeluan	Angeluan	6	--	257	

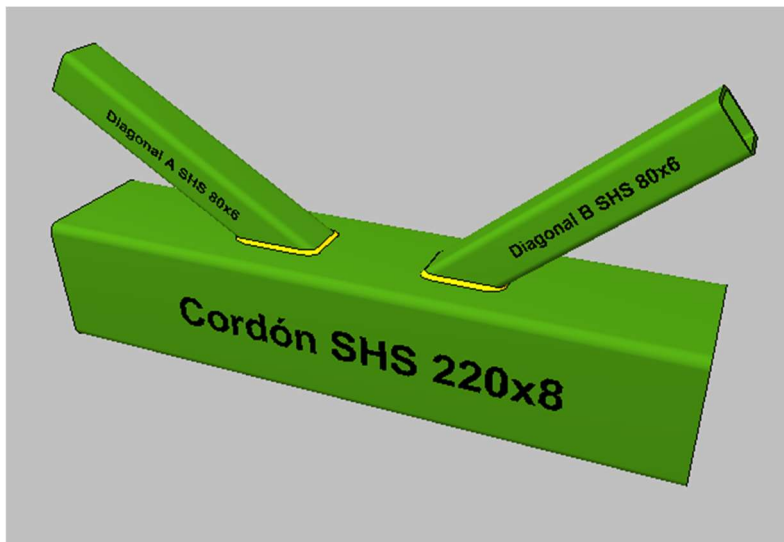
a: Eztatariaren lodiera  
l: Luzera eraginkorra

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioak					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura, piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85
Soldadura angeluan	Eztatariaren lodiera hartzen da, bere erresistentzia piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85

d) Neurketa

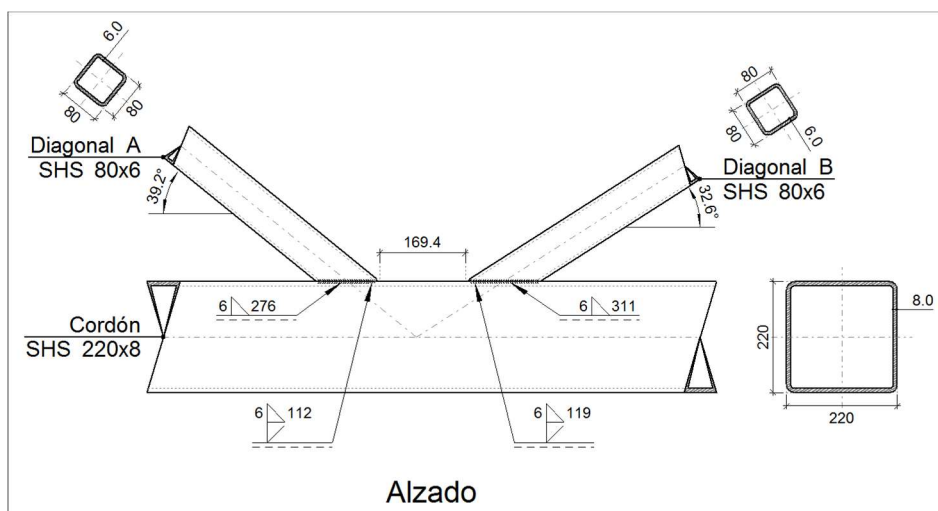
Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztatariaren lodiera (mm)	Kordioen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	6	558
		Toperaino alaka arruntan eta angeluan kobinatuta	6	225

3.1.8.4.9 SARETAREN BEHEKO KORDOIA-DIAGONALA



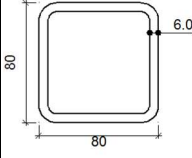
147.irudia: Saretaren beheko kordoa-diagonala

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

		<b>Profilak</b>							
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Barne akordio erradioa (mm)	Mota	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Kordoa	SHS 220x8		220	220	8	8	S275	275.0	410.0

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Barne akordio erradioa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Diagonala	SHS 80x6		80	80	6	6	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Kordoia SHS 220x8

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	23.50	--	30.51 (1 klasea)
Lodiera	mm	8.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	27.50	--	35.00
$h_o/t_o$	--	27.50	--	35.00

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Kordoiaren plastifikazioa	kN	2.499	200.005	1.25
Axial eta ebakitzailaren arteko interakzioa	--	--	--	18.43

2) Diagonala A SHS 80x6

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatua	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	9.33	--	30.51 (1 klasea)
Lodiera	mm	6.0	2.5	25.0
Angelua	graduak	39.15	30.00	--
Distantzia	mm	169.4	12.0	--
$b_i/b_o$	--	0.36	0.35	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$h_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$g/b_o$	--	0.77	0.32	--

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Kordoiaren plastifikazioa	kN	161.723	334.538	48.34

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Esfortzu ebakitzaileran ondoriozko puntzonaketa	kN	161.723	729.306	22.17

Soldadura kordoiak

Egiaztapen geometrikoak				
Erref.	Mota	a (mm)	Ertzen prestaketa (mm)	l (mm)
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan	6	6	112
Soldadura angeluan	Angeluan	6	--	276

a: Eztarriaren lodiera

l: Luzera eraginkorra

Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura, piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85
Soldadura angeluan	Eztarriaren lodiera hartzen da, bere erresistentzia piezen erresistentzia txikienaren berdina da.							410.0	0.85

3) Diagonala B SHS 80x6

Egiaztapen geometrikoak				
Egiaztapena	Unitateak	Kalkulatuta	Mugak	
			Minimoa	Maximoa
Muga elastikoa	MPa	275.0	--	460.0
Sekzio mota ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	9.33	--	30.51 (1 klasea)
Lodiera	mm	6.0	2.5	25.0
Angelua	graduak	32.63	30.00	--
Distantzia	mm	169.4	12.0	--
$b_i/b_o$	--	0.36	0.35	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$h_i/t_i$	--	13.33	--	35.00
$g/b_o$	--	0.77	0.32	--

Erresistentzia egiaztapenak				
Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Kordoiaren plastifikazioa	kN	192.671	391.733	49.18
Esfortzu ebakitzaileran ondoriozko puntzonaketa	kN	192.671	956.062	20.15



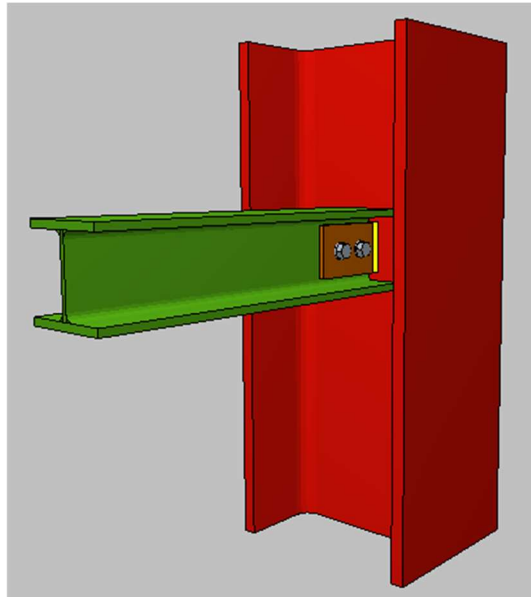
Soldadura kordoak

Egiatzapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	Ertzen prestaketa (mm)	l (mm)				
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan	6	6	119				
Soldadura angeluan	Angeluan	6	--	311				
a: Eztatariaren lodiera l: Luzera eraginkorra								
Erresistentzia egiatzapenak								
Erref.	Von Mises tentsioak				Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura	Toperaino alaka arruntan eta angeluan konbinatutako soldadura, piezen erresistentzia txikienaren berdina da.						410.0	0.85
Soldadura angeluan	Eztatariaren lodiera hartzen da, bere erresistentzia piezen erresistentzia txikienaren berdina da.						410.0	0.85

d) Neurketa

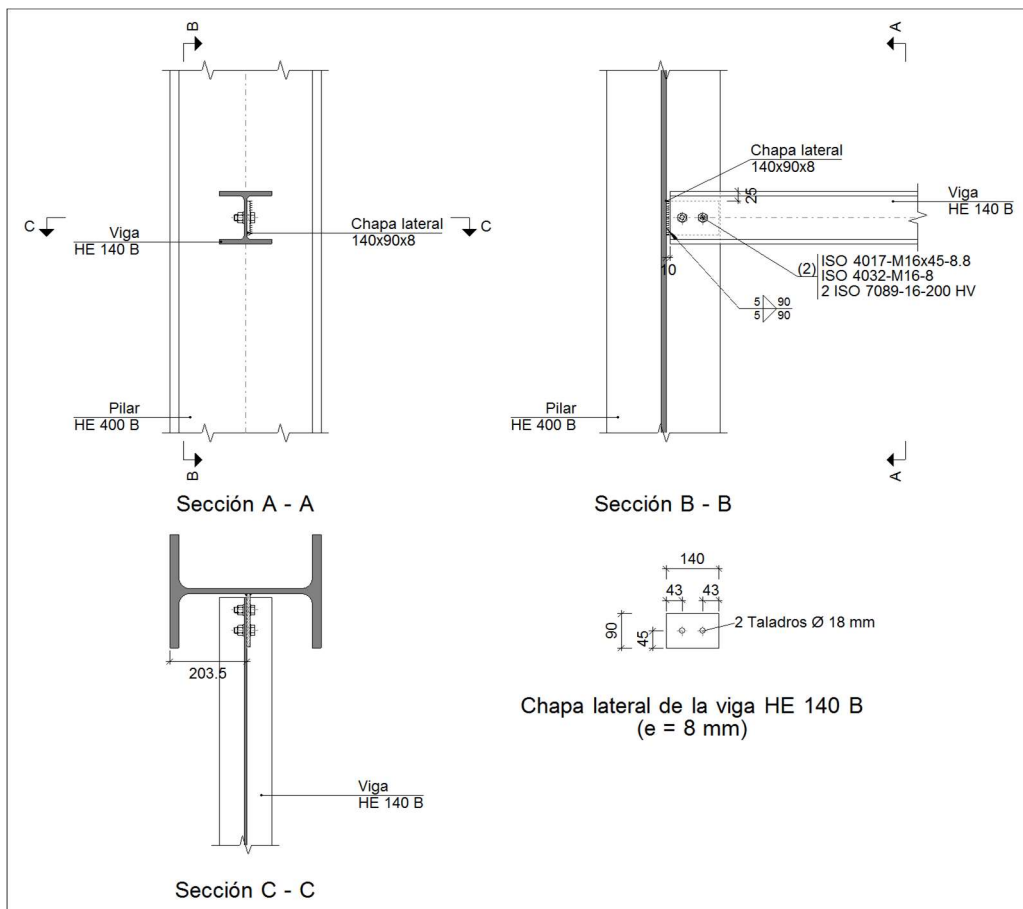
Soldadurak				
f <sub>u</sub> (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztatariaren lodiera (mm)	Kordoiaren luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	6	586
		Toperaino alaka arruntan eta angeluan kobinatuta	6	231

3.1.8.4.10 ARRIOSTRAMENDU HABEA-ZUTABEA

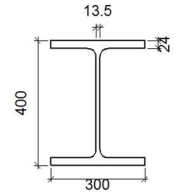
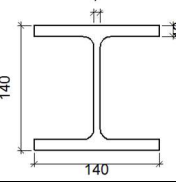


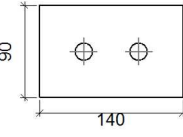
148.irudia: Arriostramendu habea-zutabea

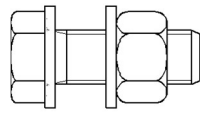
a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Profilak									
Pieza	Deskribapena	Geometria					Altzairua		
		Eskema	Ertz osoa (mm)	Hegalaren zabalera (mm)	Hegalaren lodiera (mm)	Arimaren lodiera (mm)	Mota	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zutabea	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	275.0	410.0
Habea	HE 140 B		140	140	12	7	S275	275.0	410.0

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertza (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Albo xafla: Habea HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	275.0	410.0

Torlojugintza elementuak						
Deskribapena	Geometria			Altzairua		
	Eskema	Diametroa	Luzera (mm)	Klasea	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	640.0	800.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Erresistentzia egiaztapenak						
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)	
Habea HE 140 B	Arima	Puntzonaketa	kN	69.43	520.73	13.33
	Makurudura indar perpendikularragaitik	kN	69.43	233.11	29.79	

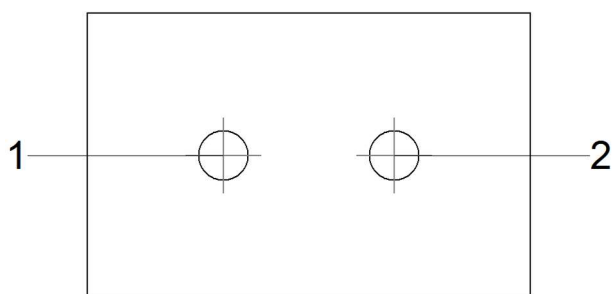
2) Haba HE 140 B

Erresistentzia egiaztapenak					
Osagaia	Egiaztapena	Unitateak	Txarrrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Alboko xafila	Makurdura-ebakitzailea interakzioa	--	--	--	0.37
	Tentsio konbinatuak	--	--	--	40.16
	Gilbordura lokala	N/mm <sup>2</sup>	105.13	230.97	45.52
	Zapalketa	kN	34.73	78.73	44.12
	Urraketa	kN	69.45	87.10	79.73
Arima	Zapalketa	kN	34.80	68.95	50.47
	Urraketa	kN	69.45	162.91	42.63

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Albo xaflaren soldaduraren xehetasuna	Angeluan	5	90	8.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapenak									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Albo xaflaren soldaduraren xehetasuna	54.6	54.6	1.5	109.1	28.28	54.6	16.63	410.0	0.85

Torlojuentzako egiaztapenak



Antolaketa							
Torlojua	Izendapena	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: Ez da egiaztapena egin behar.

Erresistentzia										
Torlojua	Ebakitzailea				Trakzioa				Trakzio - ebakitzaile interakzioa	Aprob. Max. (%)
	Egiaztapena	Txarrena (kN)	Erresistentea (kN)	Aprob. (%)	Egiaztapena	Txarrena (kN)	Erresistentea (kN)	Aprob. (%)	Aprob. (%)	
1	Zeharkako sekzioa	34.800	50.240	69.27	Zurtoina	0.000	90.432	0.00	69.27	69.27
	Zapalketa	34.800	83.597	41.63	Puntzoketa	0.000	109.819	0.00		
2	Zeharkako sekzioa	34.733	50.240	69.13	Zurtoina	0.000	90.432	0.00	69.13	69.13
	Zapalketa	34.733	78.727	44.12	Puntzoketa	0.000	109.819	0.00		

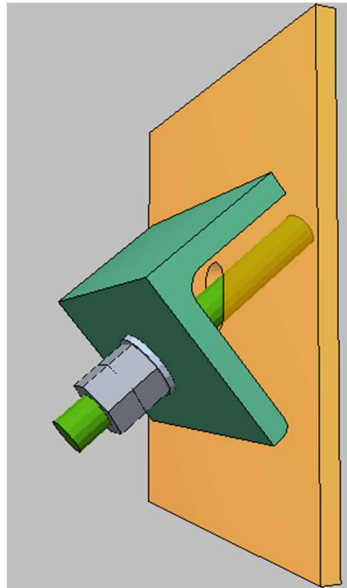
d) Neurketa

Soldadurak				
f <sub>u</sub> (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarri lodiera (mm)	Kordoiaren luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	180

Xaflak				
Materiala	Mota	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Xaflak	1	140x90x8	0.79
				Totala

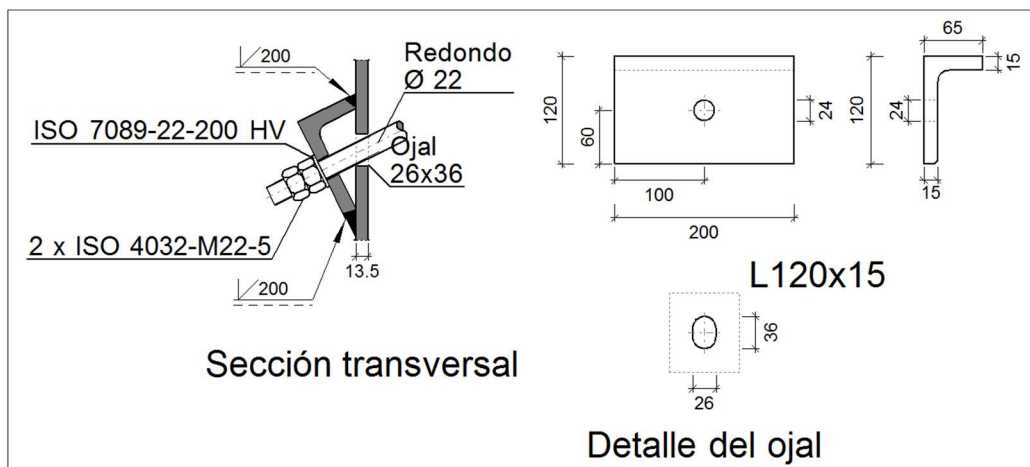
Torlojugintza elementuak			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Torlojuak	8.8 klasea	2	ISO 4017-M16x45
Azkoinak	8 klasea	2	ISO 4032-M16
Zirindolak	Gogortasuna 200 HV	4	ISO 7089-16

3.1.8.4.11 ALBOETAKO ARRIOSTRAMENDU TIRANTEAK



149.irudia: Alboko arriostramendu tirantea

a) Xehetasuna



b) Egiaztapena

1) L120x15 (S275)

Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Zeharkako sekzioaren ebakitzaila	kN	40.22	399.20	10.07
Makurtzaila	--	--	--	57.38

### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak									
Erref.	Mota				Ertzen prestaketa (mm)	l (mm)			
Piezaren angeluarren toperainoko soldadurak	Toperaino alaka arruntan				14	200			
<i>l: Luzera eraginkorra</i>									
Erresistentziaren egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Piezaren angeluarren toperainoko soldadurak	Ez da egiaztapen egin behar.							410.0	0.85

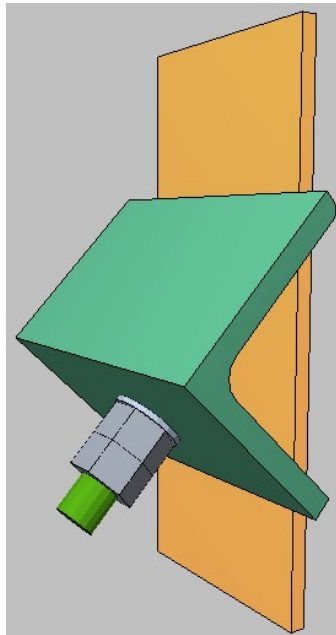
c) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordioien luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Toperaino alaka arruntan	15	400

Angularrak				
Materiala	Mota	Deskribapena (mm)	Luzera (mm)	Pisua (kg)
S275	Tiranteen ainguraketa	L120x15	200	5.30
	Totala			5.30

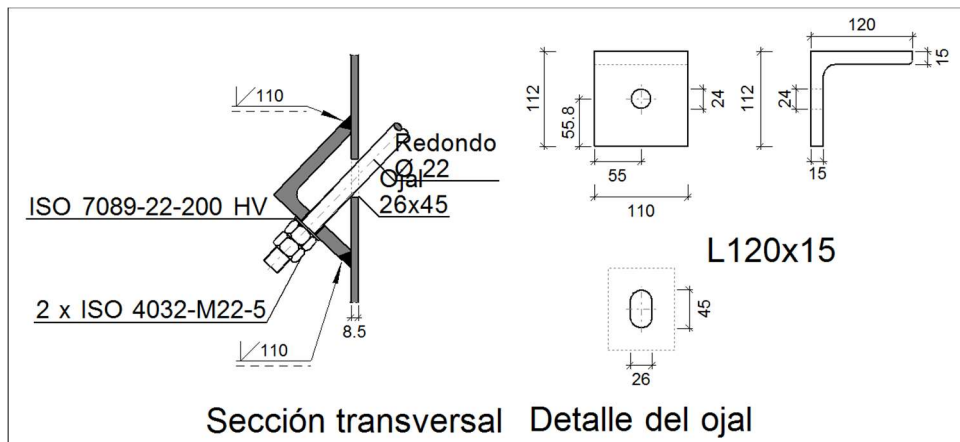
Torlojugintza elementuak			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	5 klasea	2	ISO 4032-M22
Zirindolak	Gogortasuna 200 HV	1	ISO 7089-22

3.1.8.4.12 GOIKO ARRIOSTRAMENDU TIRANTEAK



150.irudia: Goiko arriostramendu tirantea

a) Xehetasuna





b) Egiaztapena

1) L120x15 (S355)

Egiaztapena	Unitateak	Txarrena	Erresistentea	Aprob. (%)
Zeharkako sekzioaren ebakitzaila	kN	35.56	251.81	14.12
Makurtzaila	--	--	--	59.42

**Soldadura kordioak**

<b>Egiaztapen geometrikoak</b>									
Erref.	Mota				Ertzen prestaketa (mm)		l (mm)		
Piezaren angeluarren toperainoko soldadurak	Toperaino alaka arruntan				9		110		
<i>l: Luzera eraginkorra</i>									
<b>Erresistentziaren egiaztapena</b>									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normala		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Piezaren angeluarren toperainoko soldadurak	Ez da egiaztapen egin behar.						410.0	0.85	

c) Neurketa

<b>Soldadurak</b>				
f <sub>u</sub> (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordioien luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Toperaino alaka arruntan	15	220

<b>Angularrak</b>					
Materiala	Mota	Deskribapena (mm)	Luzera (mm)	Pisua (kg)	
S355	Tiranteen ainguraketa		L120x15	110	2.91
				Totala	2.91

<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	5 klasea	2	ISO 4032-M22
Zirrindolak	Gogortasuna 200 HV	1	ISO 7089-22

### 3.1.8.4.13 SARETAREN KORDOIAK-PORTIKOEN ZUTABEAK

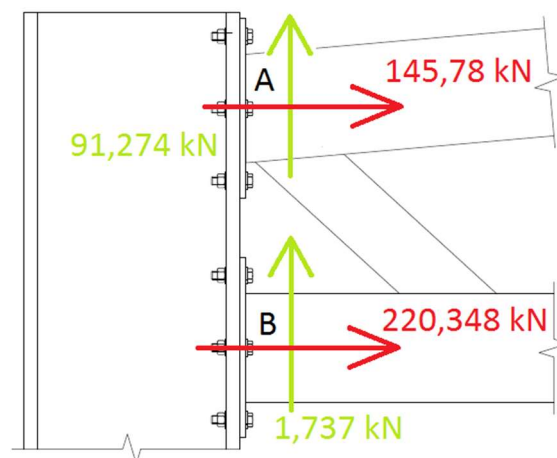
Ezinezkoa da CYPE software-aren bitartez profil tubular baten eta HEB profil baten arteko lotura diseinatzea. Hortaz, eskuz egingo da kalkulua, horretarako **CTE DB SE-A dokumentuaren** 8.5.2 puntua jarraituko da, bai torlojuen bai lotura xaflaren egiaztapenak gauzatzeko.

Erabiliko diren torlojuak ISO 4014 serieko M14 izango dira, 8.8 kalitatea dutenak. Azkoinei dagokionez, ISO 4032 serieko M14 izango dira, 8 kalitatearekin. Zirrindolak ISO 7089 seriekoak izango dira 14 mm-tako barne diametroarekin eta 200 HV gogortasunarekin. Xaflak S275 altzairuzkoak izango dira, 24 mm-tako lodierarekin.

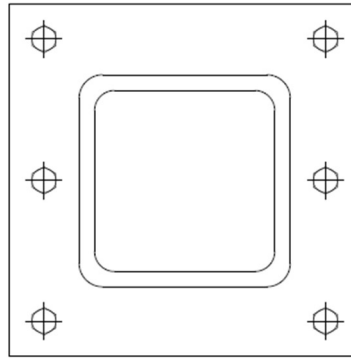
Goiko kordioaren eta zutabearen arteko lotura, A lotura izango da. B lotura, aldiz, beheko kordioaren eta zutabearen arteko lotura.

Indarrak kalkulatzeko erabiliko diren konbinaketak hurrengokoak dira:

- A loturaren indar axialerako:  
 $0,8 \cdot PP \quad 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 1,5 \cdot V(180^\circ)H3$
- A loturaren indar ebakitzailerako:  
 $1,35 \cdot PP \quad 1,5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$
- B loturaren indar axialerako:  
 $1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0,75 \cdot N(EI)$
- B loturaren indar ebakitzailerako:  
 $1,35 \cdot PP + 1,05 \cdot Q_2(2)(C) + 1,5 \cdot V(270^\circ)H2 + 1,5 \cdot N(EI)$



151.irudia: Loturen indarrak



152.irudia: Torlojuen kokapena

Loturak jasaten dituen indarrak, 151. irudian ikusi ahal den moduan hurrengoko hauek dira:

- $F_{vA} = 91,274 \text{ kN}$
- $F_{tA} = 145,78 \text{ kN}$
- $F_{vB} = 1,737 \text{ kN}$
- $F_{tB} = 220,345 \text{ kN}$

Indarrak lotura bakoitzean dauden 6 torlojuen artean bananduko dira, hortaz, egiaztapena gauzatzekoan erabiliko diren indarrak hurrengokoak dira:

$$F_{v,EdA} = \frac{F_{vA}}{6} = \frac{91,274}{6} = 15,212 \text{ kN}$$

$$F_{t,EdA} = \frac{F_{tA}}{6} = \frac{145,78}{6} = 24,297 \text{ kN}$$

$$F_{v,EdB} = \frac{F_{vB}}{6} = \frac{1,737}{6} = 0,289 \text{ kN}$$

$$F_{t,EdB} = \frac{F_{tB}}{6} = \frac{220,345}{6} = 34,724 \text{ kN}$$

- **Ebaketara erresistentzia**

Torlojuaren zeharkako sekzioaren erresistentzia ebakitzailera:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ud} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

Non:

- $n$ : Ebaketa plano kopurua.
- $f_{ub}$ : Torlojuaren altzairuaren azken erresistentzia.
- $A_s$ : Torlojuaren azalera erresitentea.
- $\gamma_{M2}$ : Seguritate koefizientea.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 800 \cdot 115,5}{1,25} = 36960 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = 36,96 \text{ kN}$$

Ikusi ahal denez  $F_{v,Rd} > F_{vA}$  eta  $F_{v,Rd} > F_{vB}$ , beraz erresistentzia ebakitzailera onargarria da.

- **Zapalketara erresistentzia**

Lotura ahalbidetzen duen xaflaren erresistentzia zapalketara:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Non:

- $\alpha$ : Koefiziente bat hurrengoko balioetatik minimoena hartzen duena:  $\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0$ .
- $f_u$ : Xaflaren altzairuaren azken erresistentzia.

- $f_{ub}$ : Torlojuaren altzairuaren azken erresistentzia.
- $d$ : Torlojuaren zurtoinarearen diametroa.
- $t$ : Xaflaren lodiera.
- $\gamma_{M2}$ : Seguritate koefizientea.
- $d_o$ : Zuloaren diametroa.
- $e_1$ : Indarrak transmititzen diren norabidean, zuloaren ardatzetik xaflaren ertzeraino dagoen distantzia.
- $p_1$ : Indarrak transmititzen diren norabidean, zuloen ardatzen arteko distantzia.

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_o} = \frac{20}{3 \cdot 16} = 0,417$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_o} - \frac{1}{4} = \frac{120}{3 \cdot 16} - \frac{1}{4} = 2,25$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{800}{410} = 1,951$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,417 \cdot 410 \cdot 14 \cdot 24}{1,25} = 114892 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = 114,89 \text{ kN}$$

Ikusi ahal denez  $F_{b,Rd} > F_{vA}$  eta  $F_{b,Rd} > F_{vB}$ , beraz erresistentzia zapalketara onargarria da.

- **Trakziora erresistentzia**

Torlojuen erresistentzia trakziora:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

Non:

- $f_{ub}$ : Torlojuaren altzairuaren azken erresistentzia.
- $A_s$ : Torlojuaren azalera erresistentea.
- $\gamma_{M2}$ : Seguritate koefizientea.

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 115,5}{1,25} = 66528 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} = 66,528 \text{ kN}$$

Ikusi ahal denez  $F_{t,Rd} > F_{tA}$  eta  $F_{t,Rd} > F_{tB}$ , beraz erresistentzia zapalketara onargarria da.

- **Puntzonaketara erresistentzia**

Erresistentzia kalkulatu beharrean, beharrezko lodiera minimoa kalkulatu da.

Gainera, lotura xaflaren eta zutabearen hegaldaren egiaztapena egin behar da. Hortaz, xaflaren lodierarekin (24 mm) eta zutabearen hegaldaren lodierarekin (24 mm) konparatu behar da lodiera minimoa.

$$t_{min} \geq \frac{d}{6} \cdot \frac{f_{ub}}{f_u}$$

Non:

- $d$ : Torlojuaren zurtoinaren diametroa.
- $f_{ub}$ : Torlojuaren altzairuaren azken erresistentzia.
- $f_u$ : Xaflaren edo hegaldaren altzairuaren azken erresistentzia.

$$t_{min} \geq \frac{14}{6} \cdot \frac{800}{410} \rightarrow t_{min} \geq 4,558 \text{ mm}$$

Ikusi ahal denez,  $24\text{ mm} \geq 4,558\text{ mm}$ , beraz lotura xaflaren eta hegalaren lodierak onargarriak dira.

- **Trakziora + ebakitzailera erresistentzia**

Trakziozko eta ebaketa indarren egiaztapen konbinatua gauzatu behar da torlojuentzako:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

A loturaren egiaztapena:

$$\frac{15,212}{36,96} + \frac{24,297}{1,4 \cdot 66,528} \leq 1$$

$$0,67 \leq 1$$

B loturaren egiaztapena:

$$\frac{0,289}{36,96} + \frac{34,724}{1,4 \cdot 66,528} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1$$

Ikusi ahal denez, bai A loturan bai B loturan, egiaztapenen emaitzak onargarriak dira.

- **Zurruntzaileak**

Zutabearen zurruntzaileen kalkulua gauzatzeko, egiaztatu behar da ea zurruntzaileak behar diren ala ez. Horretarako **CTE DB SE-A dokumentuaren** 6.3.3.4 puntua jarraituko da, indar ebakitzaileren ondoriozko makadurara arimaren erresistentzia kalkulatzeko.

Lehenengo eta behin begiratu behar da arimaren erresistentzia makadurara egiaztatu behar den ala ez. Hurrengoko baldintza betetzen bada ez da egiaztatuko:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

Non:

- $d$ : Arimaren altuera.
- $t$ : Arimaren lodiera.
- $\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$  ; ( $f_{ref} = 235 \text{ N/mm}^2$ )

Zutabearen profila HE 360 B dela kontuan izanda:

$$\frac{315}{12,5} < 70 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}$$

$$25,2 < 64,71 \rightarrow \text{Betetzen da}$$

Argi ikusten da ez dela makaduraren egiaztapena egin behar. Hortaz, **EZ** dira zurruntzaileak behar.

### 3.1.9 ZIMENTAZIOA

#### 3.1.9.1 AINGURAKETA PLAKAK

Eraikinaren zutabeak ezin dira zimentazioaren hormigoia gainean eutsi, hormigoia ezin dituelako jasan sortutako tentsioak. Arazo honen aurrean altzairuzko ainguraketa plakak erabiliko dira, eraikinaren zutabeen eta zapaten arteko lotura gauzatzeko.

Ainguraketa plaken helburu nagusia tentsioen zabalketa izango da, hormigoia hauek jasan ahal izateko. Zutabeak transmititutako konpresiozko tentsioak, hormigoizko gainazal batetan bananduko dute, hormigoia kalkulatu erresistentzia ez gaintzeko.



Oinarri plakaren eta zapataren arteko lotura ainguraketa pernoen bitartez gauzatuko da, hauen helburua indarren edo momentuen aurrean zutabea ibilgetutzea da. Pernoak azkoinen bitartez lotuko dira oinarri plaketara. Plakak, uzkuertzen ez den berdinketa mortero baten gainean asentatuko dira.

Plaketan erabilitako materiala S275 izango da, pernoak, aldiz, B 400 S motako barra korrugatuak izango dira.

#### 3.1.9.1.1 TALDEKATZEA

Muntaketa lanak errazteko asmoz, 153. irudian ikusi ahal den moduan, ainguraketa plakak 6 taldetan taldekatu dira:

- 1. taldea ● (berdea):

Aurrealdeko zutabetxoak eusten dituzte. N102, N104 eta N106 korapiloetan kokatuta daude.

- 2. taldea ● (gorria):

Atzealdeko zutabetxoak eusten dituzte. N103, N105 eta N107 korapiloetan kokatuta daude.

- 3. taldea ● (urdina):

Eskinetako zutabeak eusten dituzte. N1, N3, N71 eta N73 korapiloetan kokatuta daude.

- 4. taldea ● (horia):

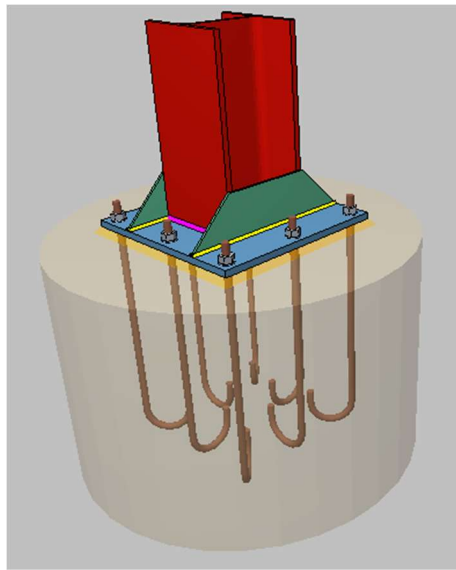
Zubi garabia eusten duten portikoen zutabeak eusten dituzte. N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51, N53, N56 eta N58 korapiloetan kokatuta daude.

- 5. taldea ● (laranja):

Goiko solairua eusten duten portikoen zutabeak eusten dituzte. N61, N63, N66 eta N68 korapiloetan kokatuta daude.

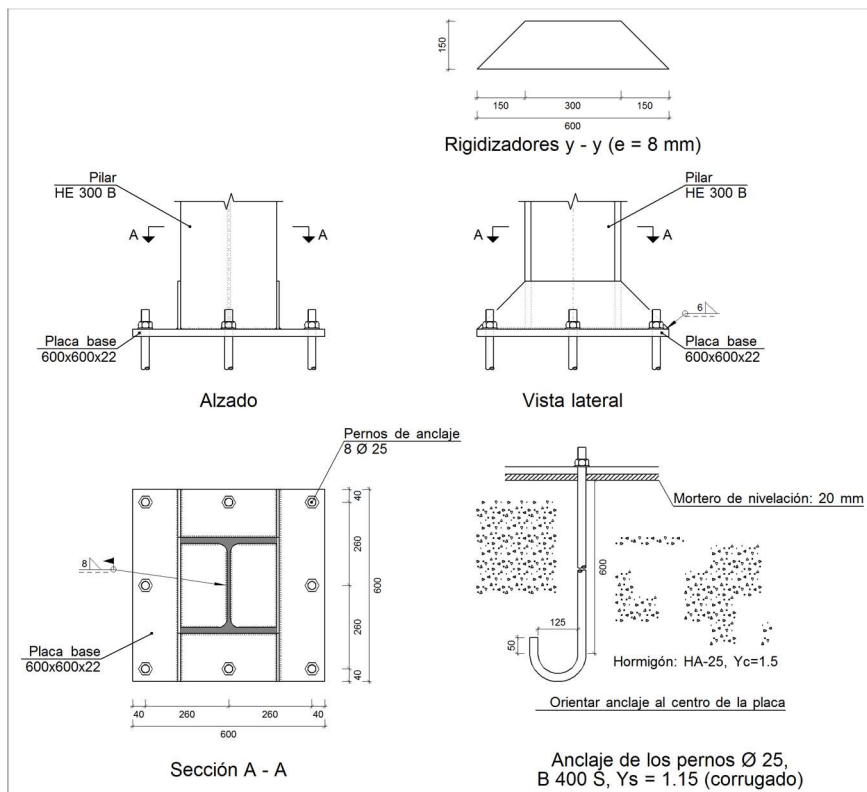


3.1.9.1.2.1 AINGURAKETA PLAKEN 1. TALDEA

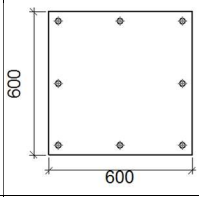
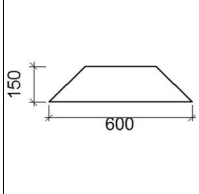


154.irudia: 1. taldearen lotura

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Oinarri plaka		600	600	22	8	25	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		600	150	8	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 300 B

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	8	1486	11.0	90.00			
<i>a: Eztatariaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85

2) Ainguraketa plaka

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 75 mm Kalkulatua: 261 mm	Betetzen da
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 103 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 40 mm	Betetzen da

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Zurruntzaileen lerdentasuna: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 45.9	Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 60 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa:	Maximoa: 166.68 kN Kalkulatua: 107.7 kN	Betetzen da
- Ebakitzaille:	Maximoa: 116.68 kN Kalkulatua: 8.06 kN	Betetzen da
- Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 166.68 kN Kalkulatua: 119.21 kN	Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 124.92 kN Kalkulatua: 101.33 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 208.484 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 288.1 kN Kalkulatua: 7.55 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 190.047 MPa	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 190.048 MPa	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 245.557 MPa	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 249.725 MPa	Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i>	Minimoa: 250	
- Eskuman:	Kalkulatua: 1074.9	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 1074.89	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 3240.2	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 2987.72	Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 227.504 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	6	600	8.0	90.00	
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	6	600	8.0	90.00	
<i>a: Eztarriaren lodiera l: Luzera eraginkorra t: Piezen lodiera</i>						

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

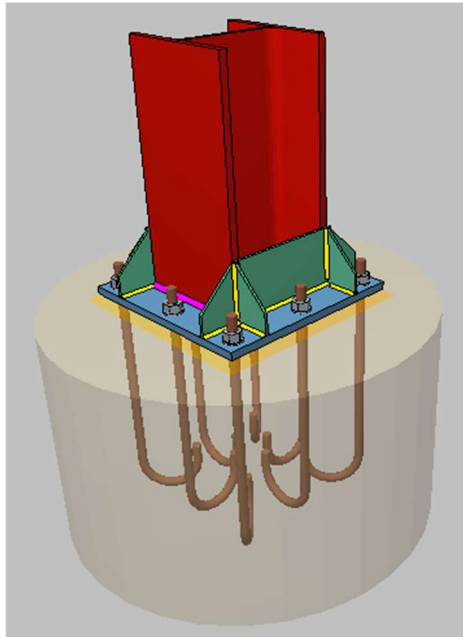
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	6	2324
	Muntaketa tokian	Angeluan	8	1486

Normalizatuta ez dauden torlojugintza elementuak		
Mota	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	8	T25
Zirindolak	8	A25

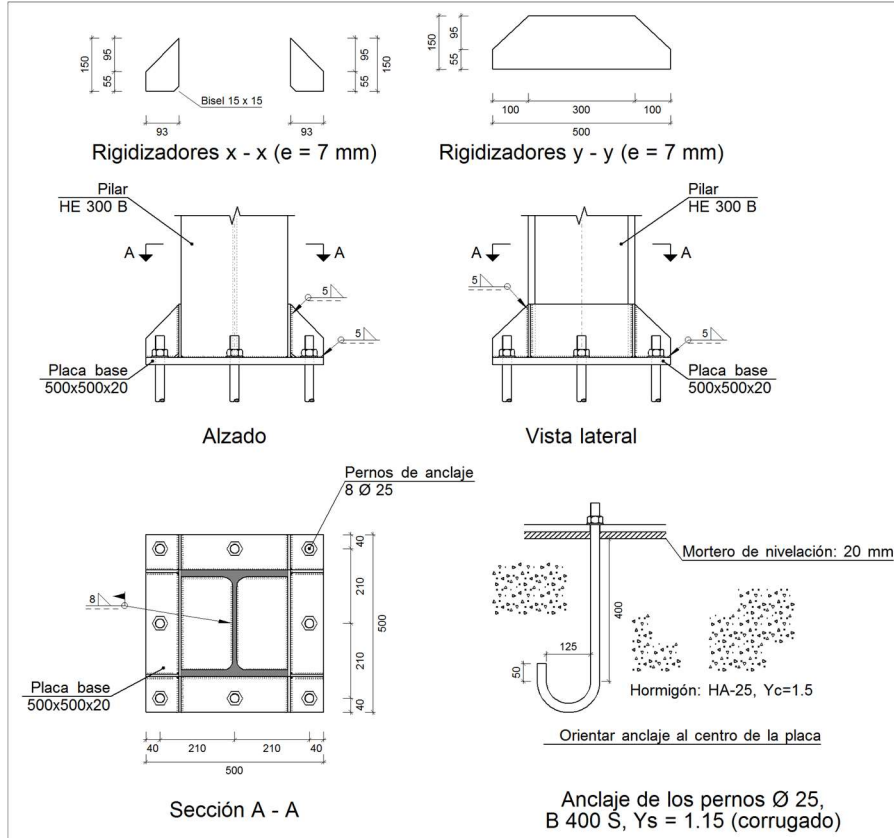
Ainguraketa plakak				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	600x600x22	62.17
	Alderik aldeko zurruntzaileak	2	600/300x150/0x8	8.48
	Totala			70.65
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	8	$\varnothing 25 - L = 667 + 286$	29.37
	Totala			29.37

3.1.9.1.2.2 AINGURAKETA PLAKEN 2. TALDEA

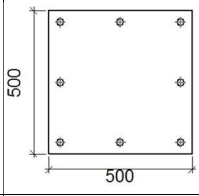
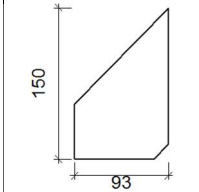
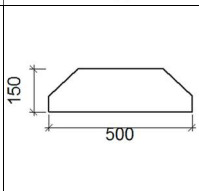


155.irudia: 2. taldearen lotura

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Zurruntzailea		500	500	20	8	25	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		93	150	7	-	-	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		500	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 300 B

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	8	1486	11.0	90.00			
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85



2) Ainguraketa plaka

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 75 mm Kalkulatua: 210 mm	Betetzen da
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 53 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 40 mm	Betetzen da
Zurruntzaileen lerdentasuna: - X-rekiko paraleloak: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 44.6 Kalkulatua: 44.6	Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 40 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa: - Ebakitzaille: - Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 111.12 kN Kalkulatua: 73.97 kN Maximoa: 77.78 kN Kalkulatua: 7.29 kN Maximoa: 111.12 kN Kalkulatua: 84.39 kN	Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 124.92 kN Kalkulatua: 74.19 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 153.458 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 261.9 kN Kalkulatua: 6.84 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman: - Ezkerran: - Goian: - Behean:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 184.066 MPa Kalkulatua: 160.625 MPa Kalkulatua: 82.7814 MPa Kalkulatua: 82.7809 MPa	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i> - Eskuman: - Ezkerran: - Goian: - Behean:	Minimoa: 250 Kalkulatua: 8375.76 Kalkulatua: 9518.22 Kalkulatua: 20523 Kalkulatua: 20523.1	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 249.164 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Zurruntzailea x-x (y = -147): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	93	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Angeluan	5	135	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -147): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	93	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Angeluan	5	135	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 147): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	93	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Angeluan	5	135	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 147): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	93	7.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Angeluan	5	135	7.0	90.00				
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	500	7.0	90.00				
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	500	7.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea x-x (y = -147): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = -147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = -147): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = -147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = 147): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = 147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = 147): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea x-x (y = 147): Zurruntzailera soldadura ertzan	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

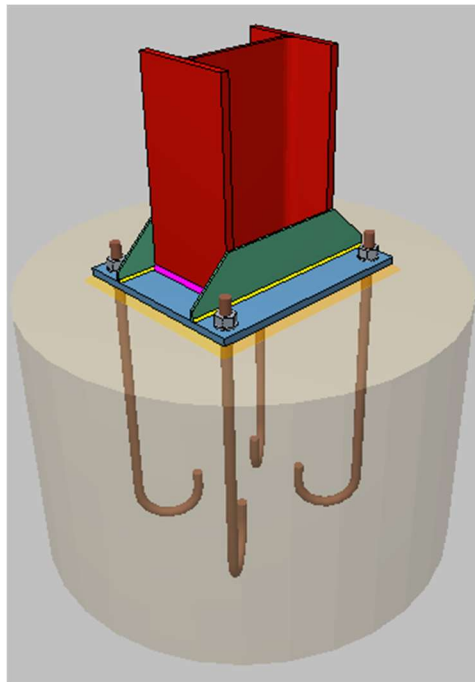
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	3088
	Muntaketa tokian	Angeluan	8	1486

Normalizatuta ez dauden torlojugintza elementuak		
Mota	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	8	T25
Zirindolak	8	A25

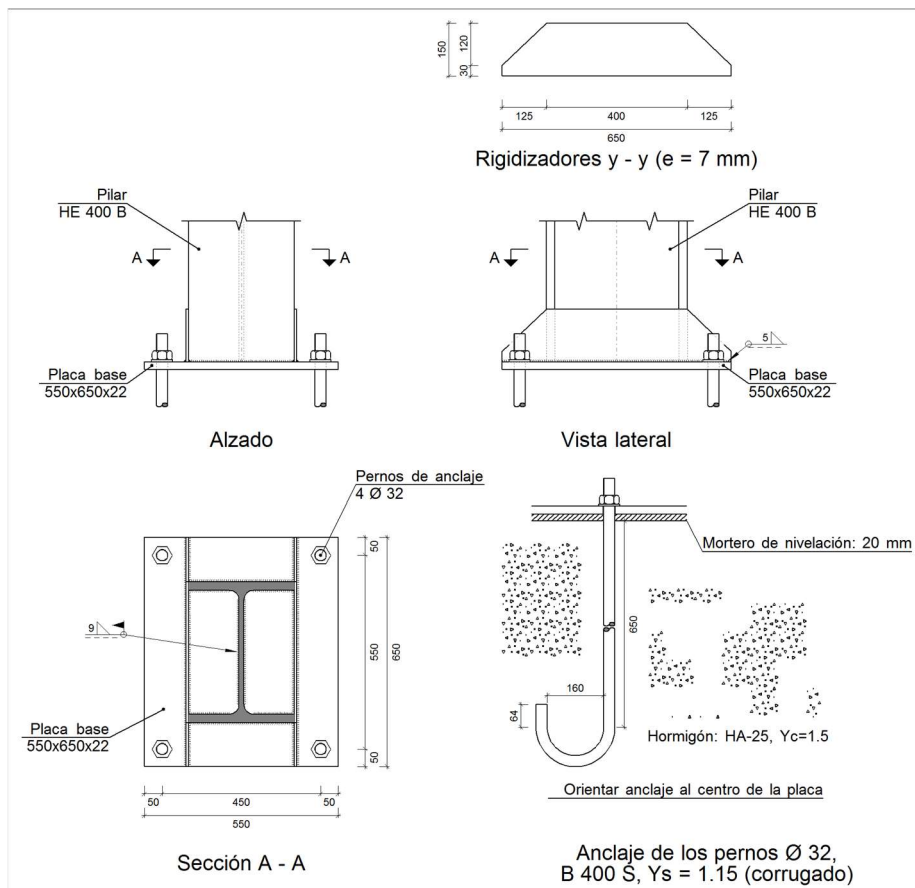
Ainguraketa plakak				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	500x500x20	39.25
	Alderik aldeko zurruntzailea	2	500/300x150/55x7	7.20
	Alderik alde ez den zurruntzailea	4	93/0x150/55x7	2.10
				Total
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	8	$\varnothing 25 - L = 465 + 286$	23.14
				Totala

3.1.9.1.2.3 AINGURAKETA PLAKEN 3. TALDEA

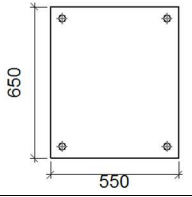
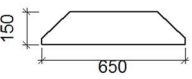


156.irudia: 3. taldearen lotura

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Oinarri plaka		550	650	22	4	32	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	9	1661	13.5	90.00			
<i>a: Eztatariaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85

2) Ainguraketa plaka

Referencia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 96 mm Kalkulatua: 451 mm	Betetzen da
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 48 mm Kalkulatua: 69 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 48 mm Kalkulatua: 50 mm	Betetzen da

Referencia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Zurruntzaileen lerdentasuna: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 48.3	Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 32 cm Kalkulatua: 65 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa:	Maximoa: 231.13 kN Kalkulatua: 134.97 kN	Betetzen da
- Ebakitzaille:	Maximoa: 161.79 kN Kalkulatua: 21.88 kN	Betetzen da
- Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 231.13 kN Kalkulatua: 166.23 kN	Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 204.55 kN Kalkulatua: 127.54 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 160.776 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 368.76 kN Kalkulatua: 20.51 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 214.432 MPa	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 210.307 MPa	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 148.248 MPa	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 148.25 MPa	Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i>	Minimoa: 250	
- Eskuman:	Kalkulatua: 408.149	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 581.711	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 7064.61	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 7064.52	Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 0 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	650	7.0	90.00	
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	650	7.0	90.00	
<i>a: Eztarriaren lodiera l: Luzera eraginkorra t: Piezen lodiera</i>						

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

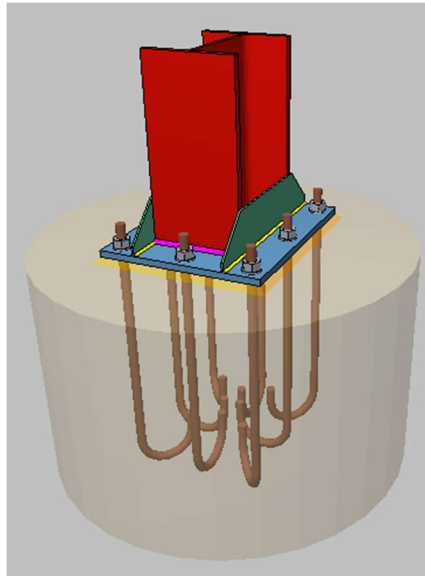
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	2504
	Muntaketa tokian	Angeluan	9	1661

Normalizatuta ez dauden torlojugintza elementuak		
Mota	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	4	T32
Zirrindolak	4	A32

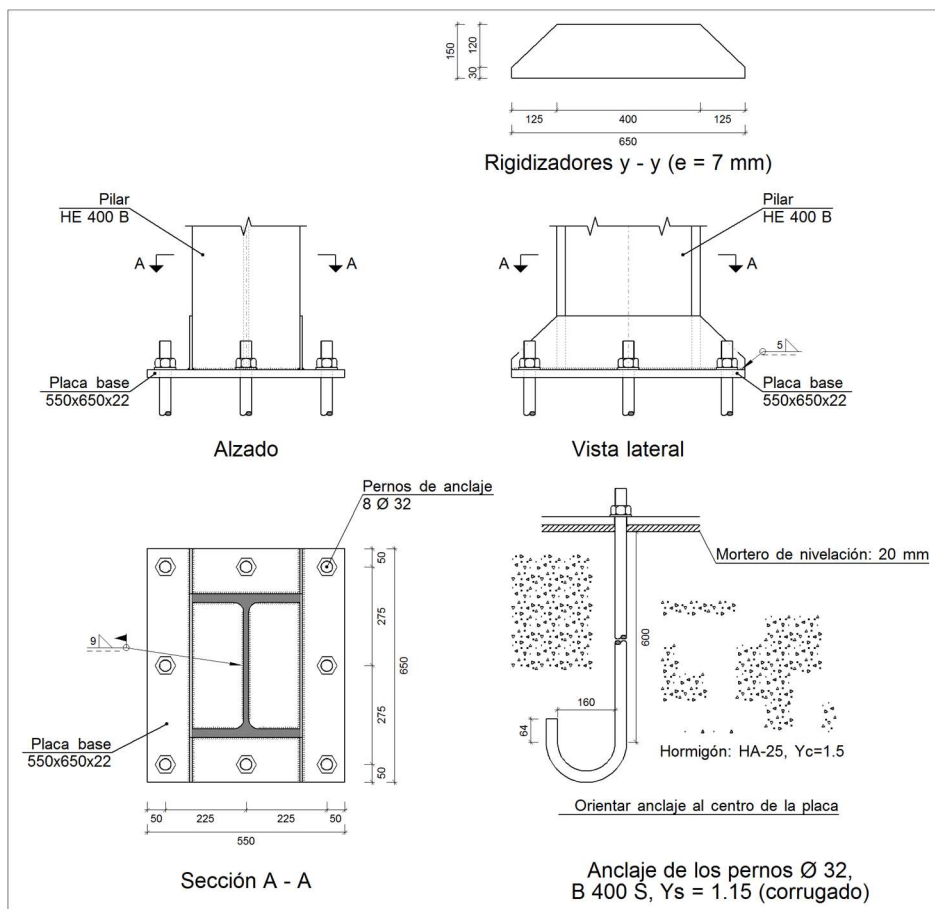
Ainguraketa plakak				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	550x650x22	61.74
	Alderik aldeko zurruntzaileak	2	650/400x150/30x7	9.07
	Totala			70.81
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	4	$\varnothing 32 - L = 724 + 366$	27.52
	Totala			27.52

3.1.9.1.2.4 AINGURAKETA PLAKEN 4. TALDEA



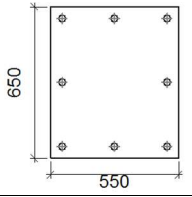
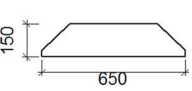
157.irudia: 4. taldearen lotura

a) Xehetasuna





b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Oinarri plaka		550	650	22	8	32	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

#### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	9	1661	13.5	90.00			
<i>a: Eztatariaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85

2) Ainguraketa plaka

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 96 mm Kalkulatua: 226 mm	Betetzen da
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 48 mm Kalkulatua: 69 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 48 mm Kalkulatua: 50 mm	Betetzen da

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Zurruntzaileen lerdentasuna: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 48.3	Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 32 cm Kalkulatua: 60 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa:	Maximoa: 213.35 kN Kalkulatua: 141.92 kN	Betetzen da
- Ebakitzaille:	Maximoa: 149.35 kN Kalkulatua: 12.83 kN	Betetzen da
- Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 213.35 kN Kalkulatua: 160.25 kN	Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 204.55 kN Kalkulatua: 134.93 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 170.044 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 368.76 kN Kalkulatua: 12.07 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 251.248 MPa	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 164.377 MPa	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 228.097 MPa	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 228.095 MPa	Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i>	Minimoa: 250	
- Eskuman:	Kalkulatua: 619.151	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 619.151	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 4617.54	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 4617.56	Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 258.106 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	650	7.0	90.00	
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	650	7.0	90.00	
<i>a: Eztarriaren lodiera l: Luzera eraginkorra t: Piezen lodiera</i>						

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

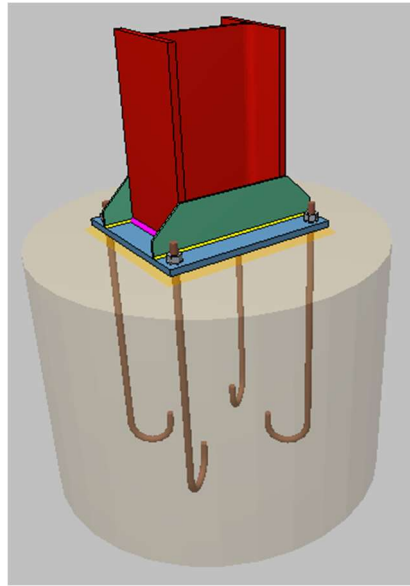
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	2504
	Muntaketa tokian	Angeluan	9	1661

Normalizatuta ez dauden torlojugintza elementuak		
Mota	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	8	T32
Zirindolak	8	A32

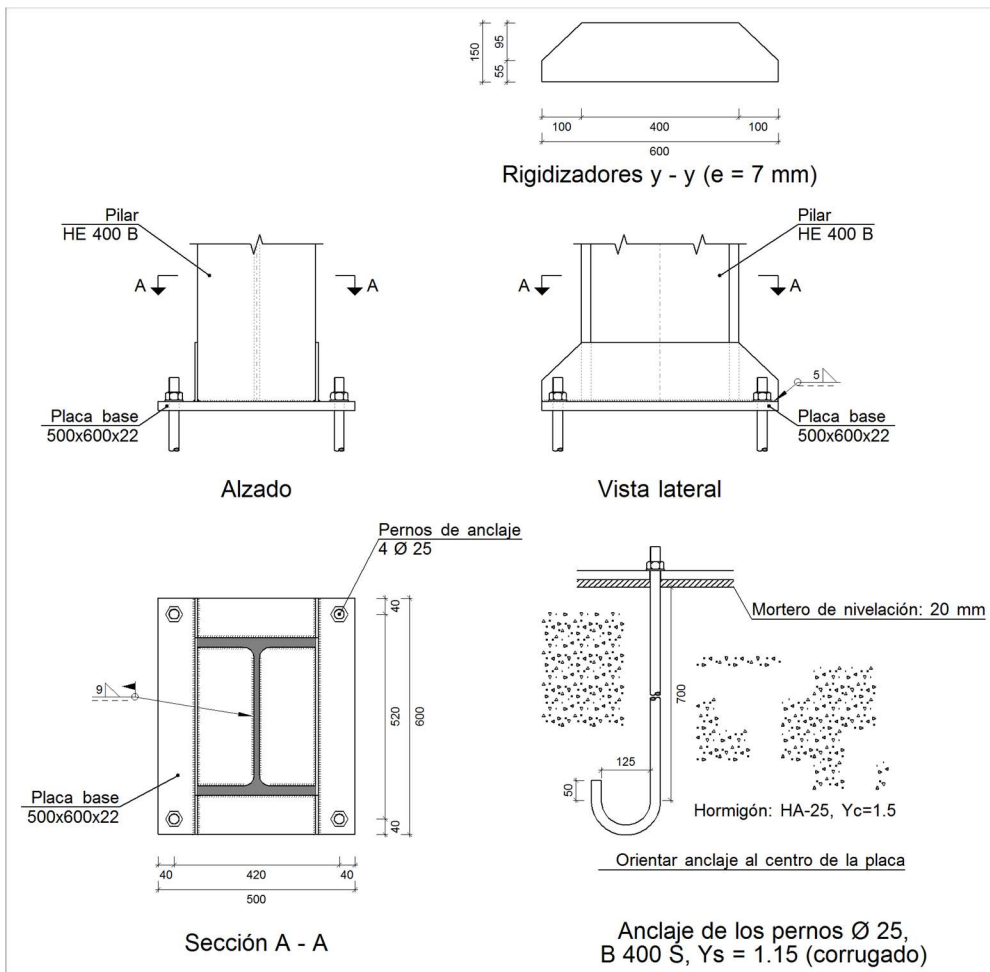
Ainguraketa plakak				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	550x650x22	61.74
	Alderik aldeko zurruntzaileak	2	650/400x150/30x7	9.07
	Totala			70.81
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	8	$\varnothing 32 - L = 674 + 366$	52.51
	Totala			52.51

3.1.9.1.2.5 AINGURAKETA PLAKEN 5. TALDEA

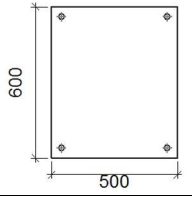
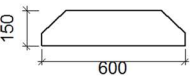


158.irudia: 5. taldearen lotura

a) Xehetasuna



b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Oinarri plaka		500	600	22	4	25	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 400 B

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	9	1661	13.5	90.00			
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85

2) Ainguraketa plaka

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 75 mm Kalkulatua: 420 mm	Betetzen da
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 53 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 37 mm Kalkulatua: 40 mm	Betetzen da

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Zurruntzaileen lerdentasuna: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 44.6	Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 70 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa:	Maximoa: 194.46 kN Kalkulatua: 93.38 kN	Betetzen da
- Ebakitzaille:	Maximoa: 136.12 kN Kalkulatua: 35.12 kN	Betetzen da
- Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 194.46 kN Kalkulatua: 143.55 kN	Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 124.92 kN Kalkulatua: 90.25 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 206.766 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 288.1 kN Kalkulatua: 31.27 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 169.937 MPa	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 179.324 MPa	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 160.807 MPa	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 160.807 MPa	Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i>	Minimoa: 250	
- Eskuman:	Kalkulatua: 788.293	Betetzen da
- Ezkerran:	Kalkulatua: 1171.58	Betetzen da
- Goian:	Kalkulatua: 10555.4	Betetzen da
- Behean:	Kalkulatua: 10555.4	Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 0 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

### Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak						
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)	
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	600	7.0	90.00	
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	5	600	7.0	90.00	
<i>a: Eztarriaren lodiera l: Luzera eraginkorra t: Piezen lodiera</i>						

Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea y-y (x = -154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85
Zurruntzailea y-y (x = 154): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.							410.0	0.85

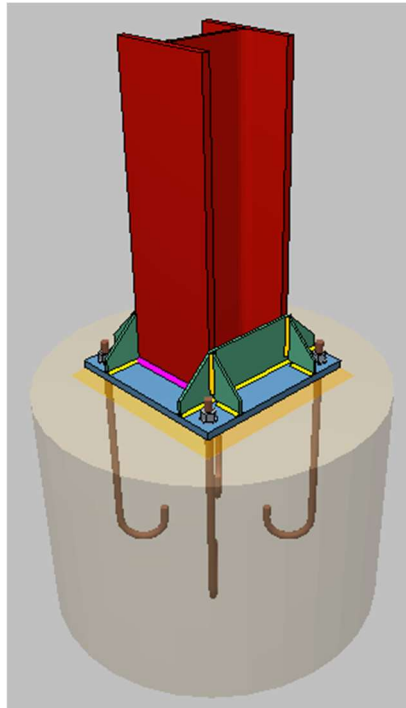
d) Neurketa

Soldadurak				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoen luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	5	2304
	Muntaketa tokian	Angeluan	9	1661

Normalizatuta ez dauden torlojugintza elementuak		
Mota	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	4	T25
Zirindolak	4	A25

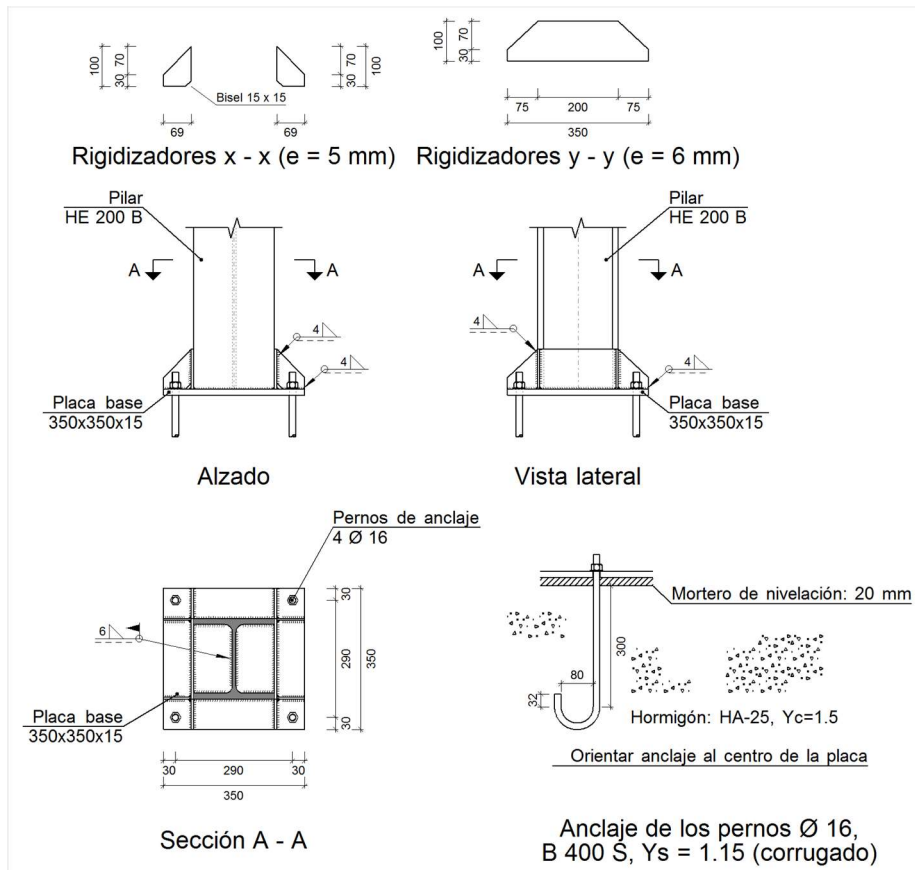
Ainguraketa plakak				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	500x600x22	51.81
	Alderik aldeko zurruntzaileak	2	600/400x150/55x7	8.85
	Totala			60.66
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	4	$\varnothing 25 - L = 767 + 286$	16.22
	Totala			16.22

3.1.9.1.2.6 AINGURAKETA PLAKEN 6. TALDEA



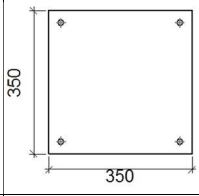
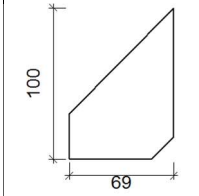
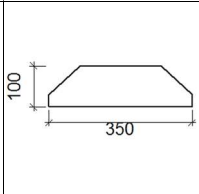
159.irudia: 6. taldearen lotura

a) Xehetasuna





b) Loturaren osagaien deskribapena

Elementu osagarriak									
Pieza	Geometria				Zulagailuak		Altzairua		
	Eskema	Zabalera (mm)	Ertz (mm)	Lodiera (mm)	Kantitatea	Diametroa (mm)	Mota	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Oinarri plaka		350	350	15	4	16	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		69	100	5	-	-	S275	275.0	410.0
Zurruntzailea		350	100	6	-	-	S275	275.0	410.0

c) Egiaztapena

1) Zutabea HE 200 B

Soldadura kordioak

Egiaztapen geometrikoak								
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)			
Plakaren inguruko soldadura	Angeluan	6	978	9.0	90.00			
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>								
Erresistentziaren egiaztapena								
Erref.	Von Mises tentsioa				Tentsio normala		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Plakaren inguruko soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85

2) Ainguraketa plaka

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen arteko tarte minimoa: <i>3 diametro</i>	Minimoa: 48 mm Kalkulatua: 291 mm	Betetzen da

Erreferentzia:		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Pernoen eta profila arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 24 mm Kalkulatua: 40 mm	Betetzen da
Pernoen eta ertzaren arteko tarte minimoa: <i>1.5 diametro</i>	Minimoa: 24 mm Kalkulatua: 30 mm	Betetzen da
Zurruntzaileen lerdentasuna: - X-rekiko paraleloak: - Y-rekiko paraleloak:	Maximoa: 50 Kalkulatua: 43.3 Kalkulatua: 36.1	Betetzen da Betetzen da
Pernoaren luzera minimoa: <i>Beharrezko ainguraketa luzera kalkulatzen da.</i>	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 30 cm	Betetzen da
Pernoaren ainguraketa hormigoian: - Trakzioa: - Ebakitzaille: - Trakzioa + Ebakitzaillea:	Maximoa: 53.34 kN Kalkulatua: 0 kN Maximoa: 37.34 kN Kalkulatua: 1.88 kN Maximoa: 53.34 kN Kalkulatua: 2.69 kN	Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Trakzioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 51.14 kN Kalkulatua: 0 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioa pernoen zurtoinean:	Maximoa: 380.952 MPa Kalkulatua: 16.829 MPa	Betetzen da
Pernoaren zapalketa plakan: <i>Ebakitzaillearen limitea perno batetan plakaren kontra</i>	Maximoa: 125.71 kN Kalkulatua: 1.76 kN	Betetzen da
Von Mises tentsioak sekzio orokorretan: - Eskuman: - Ezkerran: - Goian: - Behean:	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 247.183 MPa Kalkulatua: 243.664 MPa Kalkulatua: 227.936 MPa Kalkulatua: 227.936 MPa	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Gezi orokor baliokidea: <i>Hegalen deformazio mugak</i> - Eskuman: - Ezkerran: - Goian: - Behean:	Minimoa: 250 Kalkulatua: 5308.63 Kalkulatua: 5361.02 Kalkulatua: 5654.08 Kalkulatua: 5654.08	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Von Mises tentsio lokala: <i>Mugetatik irtendako plaken gaineko pernoen trakzioaren ondoriozko tentsioa</i>	Maximoa: 261.905 MPa Kalkulatua: 0 MPa	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		

Soldadura kordioak

Egiatzapen geometrikoak									
Erref.	Mota	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angelua (graduak)				
Zurruntzailea x-x (y = -98): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	69	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Angeluan	4	85	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -98): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	69	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = -98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Angeluan	4	85	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 98): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	69	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Angeluan	4	85	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 98): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	69	5.0	90.00				
Zurruntzailea x-x (y = 98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Angeluan	4	85	5.0	90.00				
Zurruntzailea y-y (x = -103): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	350	6.0	90.00				
Zurruntzailea y-y (x = 103): Oinarri plakara soldadura	Angeluan	4	350	6.0	90.00				
<i>a: Eztarriaren lodiera</i> <i>l: Luzera eraginkorra</i> <i>t: Piezen lodiera</i>									
Erresistentzia egiaztapena									
Erref.	Von Mises tentsioa					Tentsio normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Balioa (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprob. (%)		
Zurruntzailea x-x (y = -98): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = -98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = -98): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = -98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = 98): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = 98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = 98): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea x-x (y = 98): Zurruntzaileari soldadura ertzean	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea y-y (x = -103): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	
Zurruntzailea y-y (x = 103): Oinarri plakara soldadura	Ez da egiaztapena egin behar.						410.0	0.85	

d) Neurketa

<b>Soldadurak</b>				
$f_u$ (MPa)	Gauzatzea	Mota	Eztarriaren lodiera (mm)	Kordoiaren luzera (mm)
410.0	Tailerrean	Angeluan	4	2112
	Muntaketa tokian	Angeluan	6	978

<b>Torlojugintza elementuak</b>			
Mota	Materiala	Kantitatea	Deskribapena
Azkoinak	5 klasea	4	ISO 4032-M16
Zirindolak	Gogortasuna 200 HV	4	ISO 7089-16

<b>Ainguraketa plakak</b>				
Materiala	Elementuak	Kantitatea	Neurriak (mm)	Pisua (kg)
S275	Oinarri plaka	1	350x350x15	14.42
	Alderik aldeko zurruntzaileak	2	350/200x100/30x6	2.80
	Alderik alde ez diren zurruntzaileak	4	69/0x100/30x5	0.70
	Totala			17.93
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (korrugatua)	Ainguraketa pernoak	4	$\emptyset 16 - L = 351 + 183$	3.37
	Totala			3.37

### 3.1.9.2 ZAPATAK

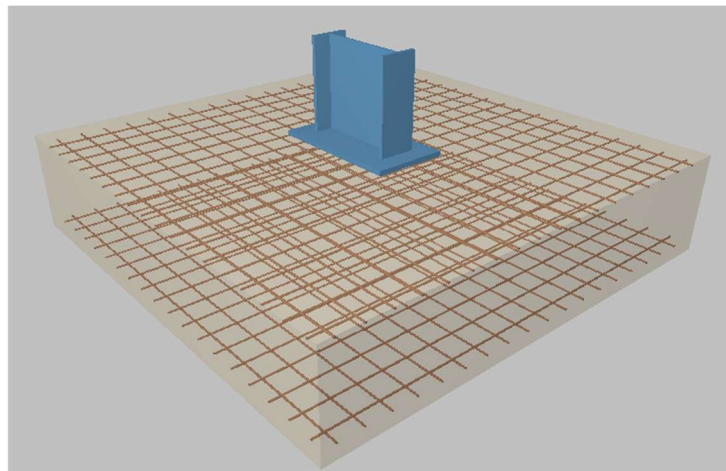
Zapatetan erabilitako hormigoia HA-25 izango da, agregakinaren tamaina maximoa 30 mm-takoa izanda. Erabilitako armadurak B 500 S motatakoak izango dira. Esposizio mota orokorra IIa izango da, lurperatuta daudelako, eta gainera Basaurin urtero 600 mm-tako prezipitazioak gaintitzen direlako.

Zapatak ere taldekatuko dira muntai lanak errazteko asmoz. 3.1.9.1 puntuan ainguraketa plakak taldekatzean adierazitako talde berdinak erabiliko dira zapatekin.

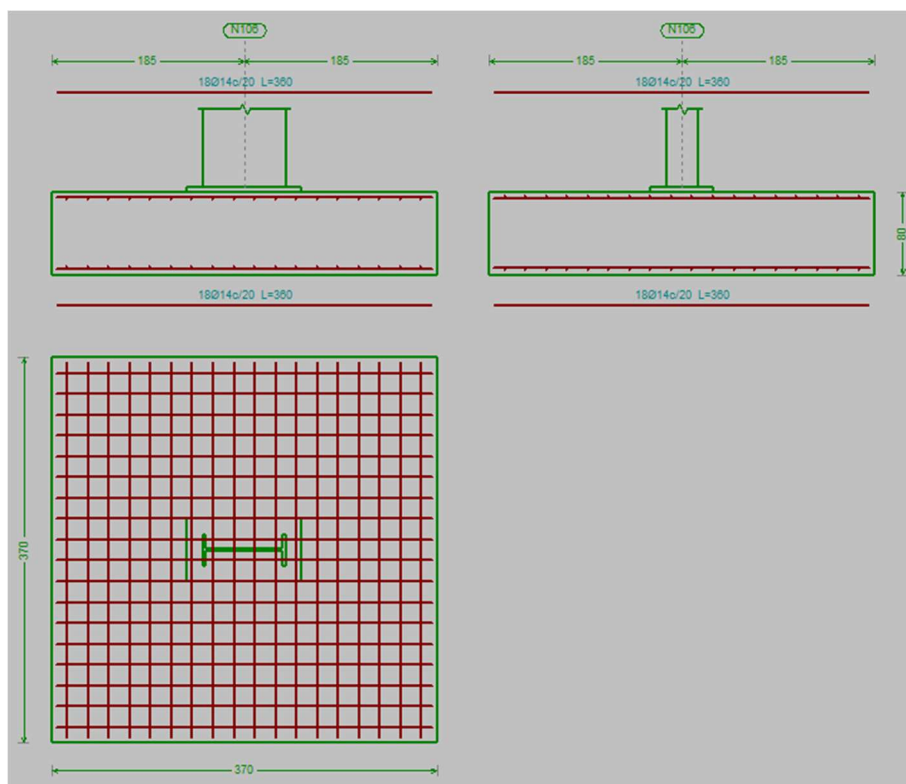
#### 3.1.9.2.1 ZAPATEN EGIAZTAPENAK

Egiaztapenak CYPE software-aren bitartez egingo dira. Talde bakoitzeko, zapata desfaboragarrienaren egiaztapenak soilik erakutsiko dira.

3.1.9.2.1.1 ZAPATEN 1. TALDEA



160.irudia: 1. taldearen 3Da



161.irudia: 1. taldearen plano

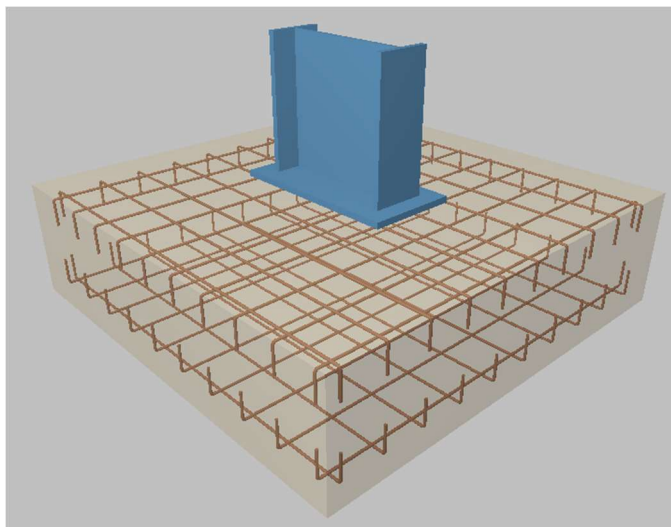
Erreferentzia: N104		
Neurriak: 370 x 370 x 80		
Armadura: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batazbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.1962 MPa Kalkulatua: 0.0297243 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.025506 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.059841 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>		
- X norabidean:	Segurtasun erreserba: 24.9 %	Betetzen da
- Y norabidean:	Segurtasun erreserba: 2084.3 %	Betetzen da
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momentua: 228.65 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momentua: 39.60 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzaila:		
- X norabidean:	Ebakitzaila: 195.12 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Ebakitzaila: 27.17 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Maximoa: 5000 kN/m <sup>2</sup> Kalkulatua: 38.9 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 80 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea :		
- N104:	Minimoa: 70 cm Kalkulatua: 73 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Minimoa: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Kalkulatua: 0.001	
- Behe armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0004	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0001	Betetzen da

Erreferentzia: N104		
Neurriak: 370 x 370 x 80		
Armadura: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Goi armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0002	Betetzen da
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Minimoa: 12 mm	
- Behe parrilla:	Kalkulatua: 14 mm	Betetzen da
- Goi parrilla:	Kalkulatua: 14 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>	Minimoa: 10 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>		
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 67 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 67 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 92 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 92 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 67 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 67 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 92 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 92 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		
- Mota zurruneke zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua)		

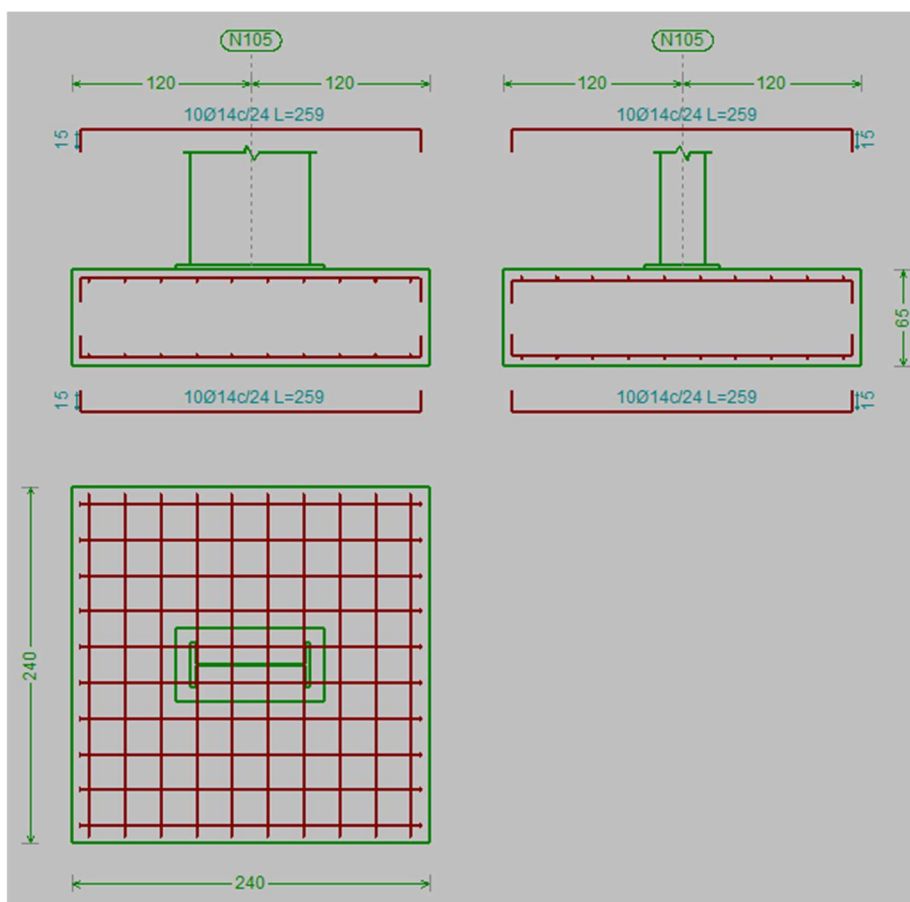
Erreferentzia: N104		
Neurriak: 370 x 370 x 80		
Armadura: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.30		
- Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.06		
- Neke ebakitzaila (X norabidean): 1277.46 kN		
- Neke ebakitzaila (Y norabidean): 1277.46 kN		



3.1.9.2.1.2 ZAPATEN 2. TALDEA



162.irudia: 2. taldearen 3Da



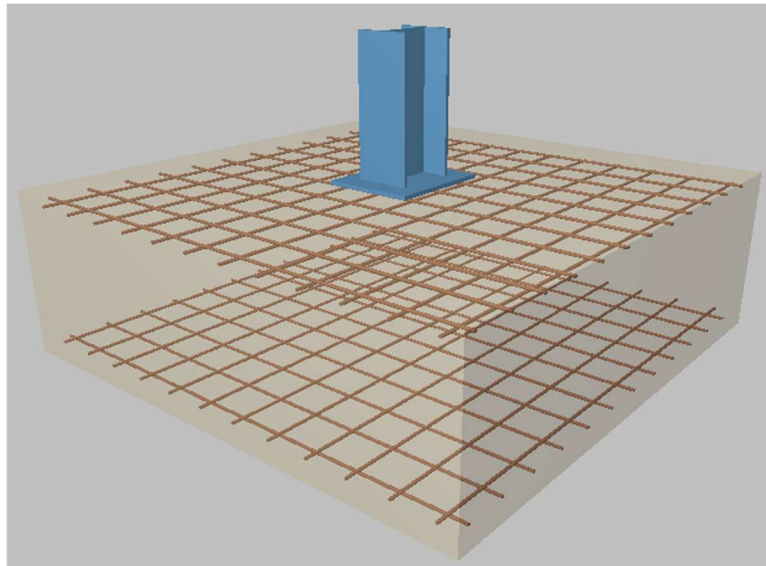
163.irudia: 2. taldearen plano

Erreferentzia: N105		
Neurriak: 240 x 240 x 65		
Armadura: Xi:Ø14c/24 Yi:Ø14c/24 Xs:Ø14c/24 Ys:Ø14c/24		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batzbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0988848 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0958437 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.206108 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>		
- X norabidean:	Reserva seguridad: 37.7 %	Betetzen da
- Y norabidean:	Reserva seguridad: 2046.2 %	Betetzen da
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momento: 183.41 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momento: 150.13 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzailea:		
- X norabidean:	Cortante: 132.93 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Cortante: 125.27 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 448.7 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea :		
- N107:	Mínimo: 49 cm Calculado: 58 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Mínimo: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Calculado: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Calculado: 0.001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Calculado: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Calculado: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Calculado: 0.001	
- Behe armadura X norabidean:	Mínimo: 0.0008	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Mínimo: 0.0007	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Mínimo: 0.0001	Betetzen da

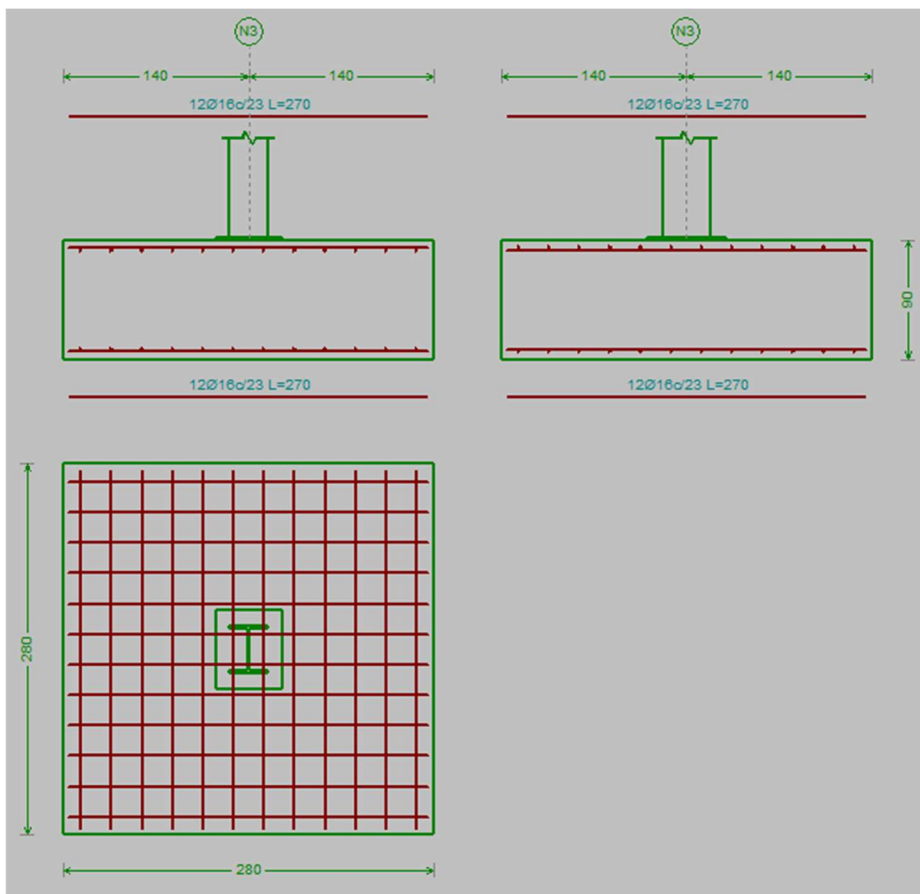
Erreferentzia: N105		
Neurriak: 240 x 240 x 65		
Armadura: Xi:Ø14c/24 Yi:Ø14c/24 Xs:Ø14c/24 Ys:Ø14c/24		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Mínimo: 12 mm	
- Behe parrilla:	Calculado: 14 mm	Betetzen da
- Goi parrilla:	Calculado: 14 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Máximo: 30 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>	Mínimo: 10 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Calculado: 24 cm	Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>		
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Mínimo: 31 cm Calculado: 32 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Mínimo: 15 cm Calculado: 57 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Mínimo: 15 cm Calculado: 57 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Mínimo: 17 cm Calculado: 32 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkerrerantz:	Mínimo: 17 cm Calculado: 32 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Mínimo: 17 cm Calculado: 57 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Mínimo: 17 cm Calculado: 57 cm	Betetzen da
Patillen luzera minimoa:	Mínimo: 14 cm	
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da

Erreferentzia: N105		
Neurriak: 240 x 240 x 65		
Armadura: Xi:Ø14c/24 Yi:Ø14c/24 Xs:Ø14c/24 Ys:Ø14c/24		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkererantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Calculado: 15 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		
- Mota zurruneke zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua)		
- Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.56		
- Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.46		
- Neke ebakitzaila (X norabidean): 701.12 kN		
- Neke ebakitzaila (Y norabidean): 701.12 kN		

3.1.9.2.1.3 ZAPATEN 3. TALDEA



164.irudia: 3. taldearen 3Da



165.irudia: 3. taldearen plano

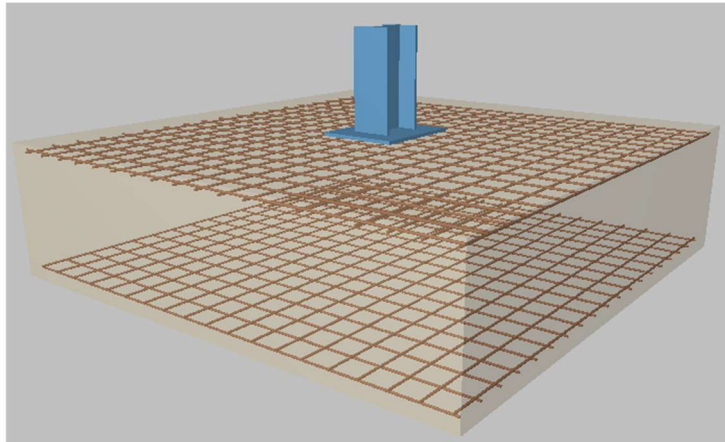
Erreferentzia: N3		
Neurriak: 280 x 280 x 90		
Armadura: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batzbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.1962 MPa Kalkulatua: 0.0320787 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.0285471 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.0687681 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>		
- X norabidean:	Segurtasun erreserba: 108.7 %	Betetzen da
- Y norabidean:	Segurtasun erreserba: 49.4 %	Betetzen da
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momentua: -41.31 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momentua: 108.99 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzaila:		
- X norabidean:	Ebakitzaila: 24.23 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Ebakitzaila: 69.36 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Maximoa: 5000 kN/m <sup>2</sup> Kalkulatua: 65.4 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 90 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea:		
- N3:	Minimoa: 54 cm Kalkulatua: 82 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Minimoa: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Kalkulatua: 0.001	
- Behe armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0003	Betetzen da

Erreferentzia: N3		
Neurriak: 280 x 280 x 90		
Armadura: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Goi armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0002	Betetzen da
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Minimoa: 12 mm	
- Behe parrilla:	Kalkulatua: 16 mm	Betetzen da
- Goi parrilla:	Kalkulatua: 16 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>	Minimoa: 10 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>		
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 42 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 42 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 42 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 42 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		

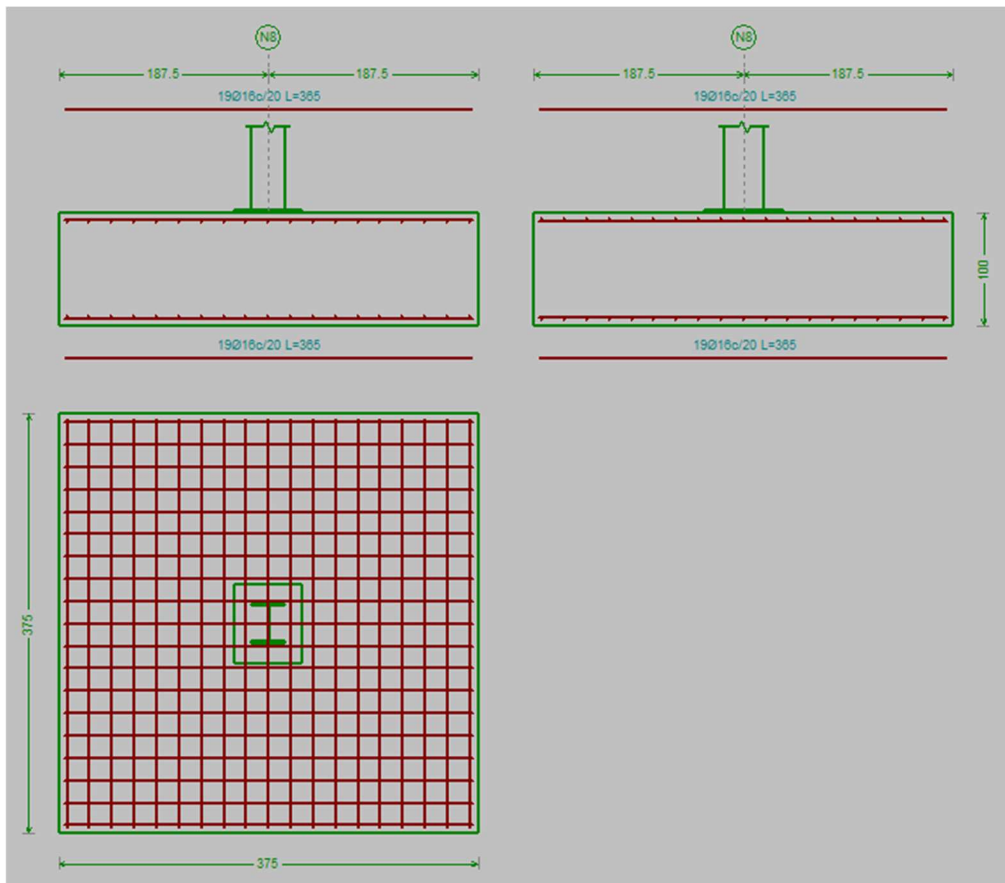
Erreferentzia: N3		
Neurriak: 280 x 280 x 90		
Armadura: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23		
Egiatzapena	Balioak	Egoera
- Mota zurrunekeo zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua)		
- Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.06		
- Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.15		
- Neke ebakitzaila (X norabidean): 1061.54 kN		
- Neke ebakitzaila (Y norabidean): 1061.54 kN		



3.1.9.2.1.4 ZAPATEN 4. TALDEA



166.irudia: 4. taldearen 3Da



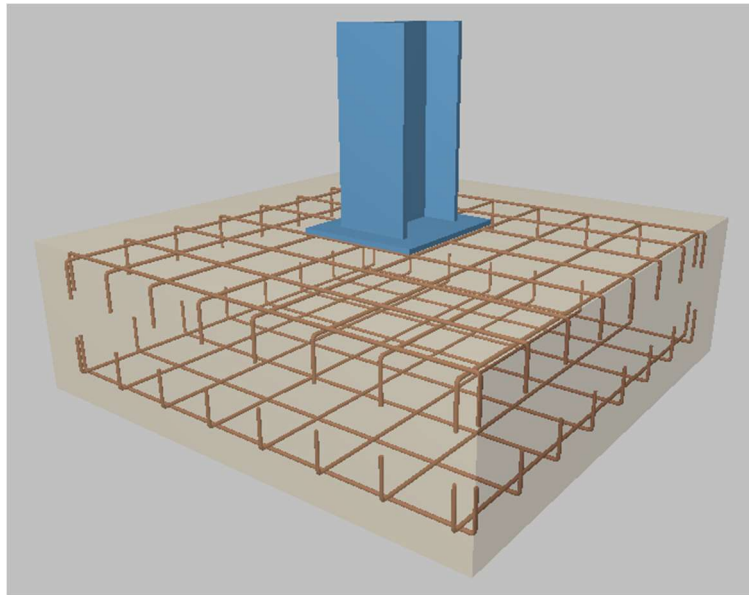
167.irudia: 4. taldearen planoa

Erreferentzia: N8		
Neurriak: 375 x 375 x 100		
Armadura: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batzbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.1962 MPa Kalkulatua: 0.0381609 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.0415944 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.0573885 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>		
- X norabidean:	Segurtasun erreserba: 539.0 %	Betetzen da
- Y norabidean:	Segurtasun erreserba: 68.9 %	Betetzen da
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momentua: 100.57 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momentua: 175.71 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzaila:		
- X norabidean:	Ebakitzaila: 53.27 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Ebakitzaila: 98.69 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Maximoa: 5000 kN/m <sup>2</sup> Kalkulatua: 126.2 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 100 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea:		
- N8:	Minimoa: 90 cm Kalkulatua: 92 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Minimoa: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Kalkulatua: 0.0011	
- Behe armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0002	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0002	Betetzen da

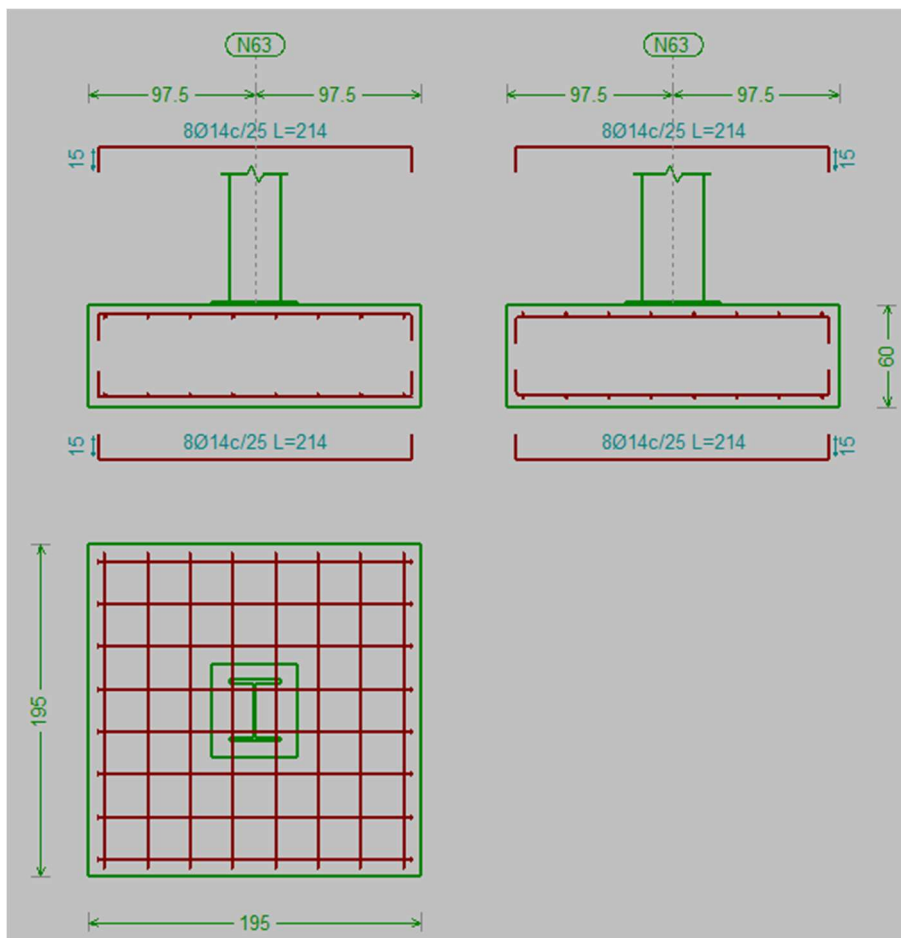
Erreferentzia: N8		
Neurriak: 375 x 375 x 100		
Armadura: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Goi armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0002	Betetzen da
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Minimoa: 12 mm	
- Behe parrilla:	Kalkulatua: 16 mm	Betetzen da
- Goi parrilla:	Kalkulatua: 16 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>	Minimoa: 10 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 20 cm	Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>		
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 79 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 79 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 75 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 16 cm Kalkulatua: 75 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 79 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 79 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 75 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 19 cm Kalkulatua: 75 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		

Erreferentzia: N8		
Neurriak: 375 x 375 x 100		
Armadura: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Mota zurrunekeo zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua)		
- Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.08		
- Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.14		
- Neke ebakitzaila (X norabidean): 1549.10 kN		
- Neke ebakitzaila (Y norabidean): 1549.10 kN		

3.1.9.2.1.5 ZAPATEN 5. TALDEA



168.irudia: 5. taldearen 3Da



169.irudia: 5. taldearen plano

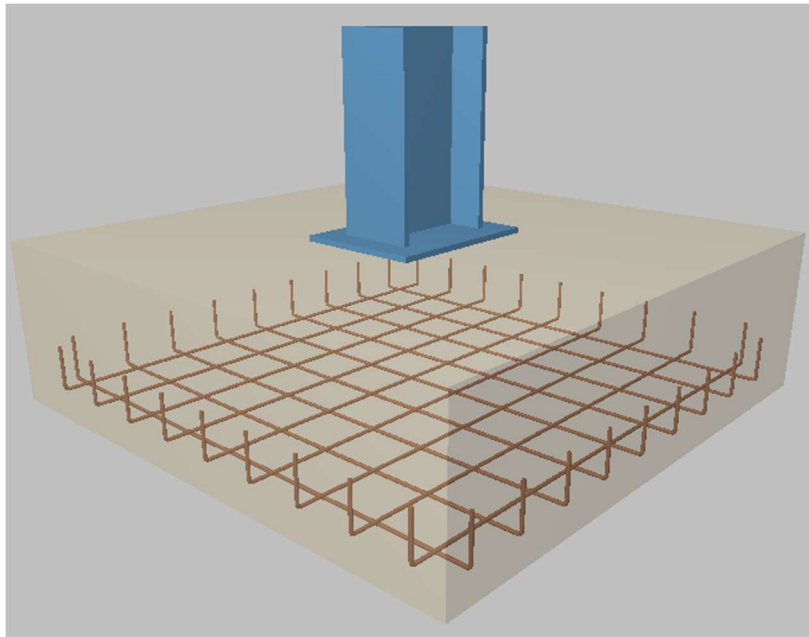
Erreferentzia: N63		
Neurriak: 195 x 195 x 60		
Armadura: Xi:Ø14c/25 Yi:Ø14c/25 Xs:Ø14c/25 Ys:Ø14c/25		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batzbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.1962 MPa Kalkulatua: 0.0946665 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.110657 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.12959 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
- X norabidean <sup>(1)</sup>		Ez da egin behar
- Y norabidean:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>	Segurtasun erreserba: 102.1 %	Betetzen da
<i>(1) Ez dago iraulketa momenturik</i>		
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momentua: 67.90 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momentua: 86.83 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzaila:		
- X norabidean:	Ebakitzaila: 54.05 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Ebakitzaila: 69.36 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Maximoa: 5000 kN/m <sup>2</sup> Kalkulatua: 450.4 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 60 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea:		
- N68:	Minimoa: 30 cm Kalkulatua: 53 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Minimoa: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Kalkulatua: 0.0011	
- Behe armadura X norabidean:	Minimoa: 0.0005	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0006	Betetzen da

Erreferentzia: N63		
Neurriak: 195 x 195 x 60		
Armadura: Xi:Ø14c/25 Yi:Ø14c/25 Xs:Ø14c/25 Ys:Ø14c/25		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Goi armadura Y norabidean:	Minimoa: 0.0001	Betetzen da
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Minimoa: 12 mm	
- Behe parrilla:	Kalkulatua: 14 mm	Betetzen da
- Goi parrilla:	Kalkulatua: 14 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>	Minimoa: 10 cm	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>		
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Behe armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 36 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 15 cm Kalkulatua: 36 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkerrerantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 38 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 36 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Minimoa: 17 cm Kalkulatua: 36 cm	Betetzen da
Patillen luzera minimoa:	Minimoa: 14 cm	
- Behe armadura X norabidean eskumarantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da

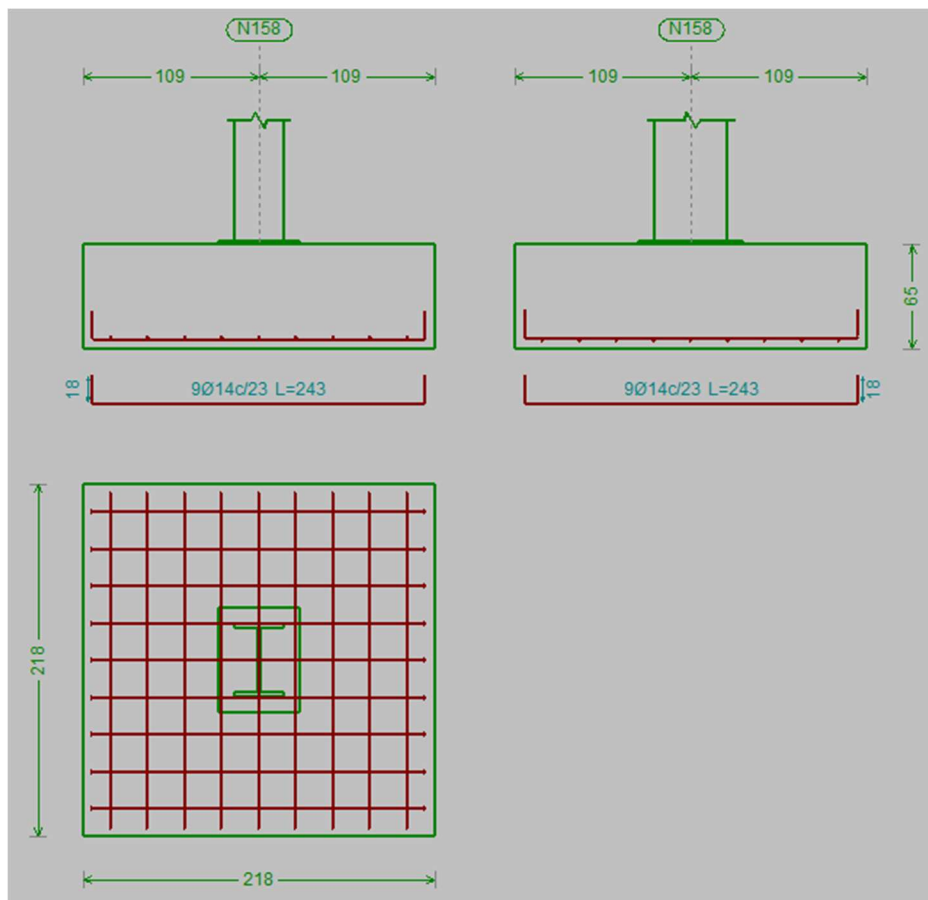
Erreferentzia: N63		
Neurriak: 195 x 195 x 60		
Armadura: Xi:Ø14c/25 Yi:Ø14c/25 Xs:Ø14c/25 Ys:Ø14c/25		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
- Behe armadura X norabidean ezkererantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean gorantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean beherantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean eskumarantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean ezkererantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean gorantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
- Goi armadura Y norabidean beherantz:	Kalkulatua: 15 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		
- Mota zurrunekeo zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua)		
- Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.29		
- Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.37		
- Neke ebakitzaila (X norabidean): 534.25 kN		
- Neke ebakitzaila (Y norabidean): 534.25 kN		



3.1.9.2.1.6 ZAPATEN 6. TALDEA



170.irudia: 6. taldearen 3Da



171.irudia: 6. taldearen plano

Erreferentzia: N158		
Neurriak: 218 x 218 x 65		
Armadura: Xi:Ø14c/23 Yi:Ø14c/23		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Lurrazalaren tentsioak:		
- Batzbesteko tentsioa egoera iraunkorretan:	Maximoa: 0.1962 MPa Kalkulatua: 0.19002 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haize gabeko egoera iraunkorretan:	Máximo: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.209542 MPa	Betetzen da
- Tentsio maximoa haizedun egoera iraunkorretan:	Máximo: 0.24525 MPa Kalkulatua: 0.235636 MPa	Betetzen da
Zapataren iraulketa:		
<i>Segurtasun erreserbaren % 0 baino handiagoa bada, esan nahi du seguritate koefizienteak beharrezkoak baino handiagoak direla.</i>		
- X norabidean:	Segurtasun erreserba: 24602.1 %	Betetzen da
- Y norabidean:	Segurtasun erreserba: 797.9 %	Betetzen da
Zapataren makurdura:		
- X norabidean:	Momentua: 240.69 kN·m	Betetzen da
- Y norabidean:	Momentua: 231.52 kN·m	Betetzen da
Zapataren ebakitzaila:		
- X norabidean:	Ebakitzaila: 184.92 kN	Betetzen da
- Y norabidean:	Ebakitzaila: 164.12 kN	Betetzen da
Zapataren konpresio zehiarra:		
- Egoera inraunkorrak:	Maximoa: 5000 kN/m <sup>2</sup> Kalkulatua: 1126.9 kN/m <sup>2</sup>	Betetzen da
Ertz minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 58.8.1 artikulua</i>	Minimoa: 25 cm Kalkulatua: 65 cm	Betetzen da
Zimentazioan abiaguneak ainguratzeko tartea:		
- N158:	Minimoa: 30 cm Kalkulatua: 58 cm	Betetzen da
Kantitate geometriko minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.5 artikulua</i>	Minimoa: 0.0009	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
- Goi armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.001	Betetzen da
Makurduragaitik beharrezko kantitate minimoa:		
<i>EHE-08 araudiaren 42.3.2 artikulua</i>	Minimoa: 0.001	
- Behe armadura X norabidean:	Kalkulatua: 0.0011	Betetzen da
- Behe armadura Y norabidean:	Kalkulatua: 0.0011	Betetzen da

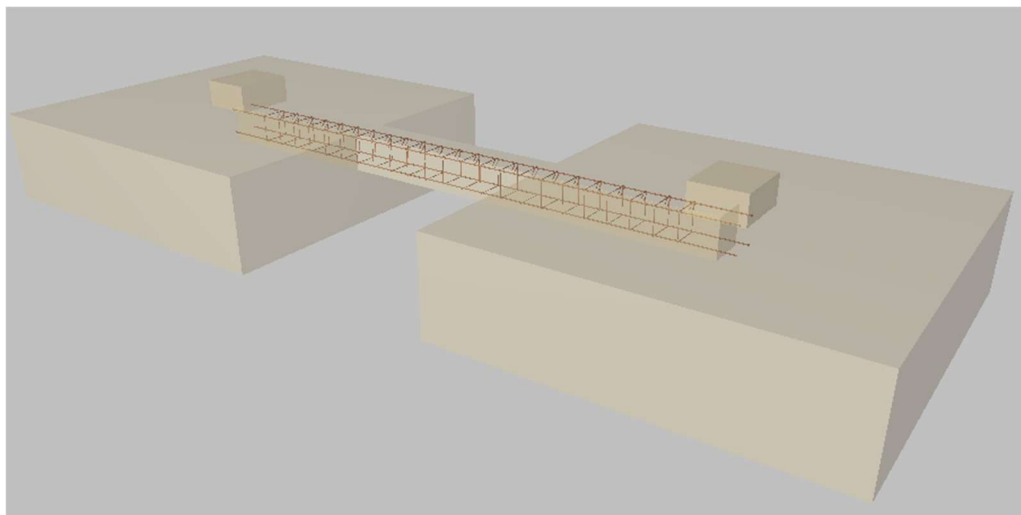
Erreferentzia: N158		
Neurriak: 218 x 218 x 65		
Armadura: Xi:Ø14c/23 Yi:Ø14c/23		
Egiatzapena	Balioak	Egoera
Barren diametro minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>  - Behe parrilla:	Minimoa: 12 mm Kalkulatua: 14 mm	Betetzen da
Barren arteko tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua</i>  - Behe armadura X norabidean: - Behe armadura Y norabidean:	Maximoa: 30 cm Kalkulatua: 23 cm Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da Betetzen da
Barren arteko tarte minimoa: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>  - Behe armadura X norabidean: - Behe armadura Y norabidean:	Minimoa: 10 cm Kalkulatua: 23 cm Kalkulatua: 23 cm	Betetzen da Betetzen da
Ainguraketa luzera: <i>"Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 liburuaren irizpidea</i>  - Behe armadura X norabidean eskumarantz: - Behe armadura X norabidean ezkerrerantz: - Behe armadura Y norabidean gorantz: - Behe armadura Y norabidean beheerantz:	Minimoa: 26 cm Kalkulatua: 49 cm Minimoa: 26 cm Kalkulatua: 49 cm Minimoa: 21 cm Kalkulatua: 41 cm Minimoa: 37 cm Kalkulatua: 41 cm	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Patillen luzera minimoa:  - Behe armadura X norabidean eskumarantz: - Behe armadura X norabidean ezkerrerantz: - Behe armadura Y norabidean gorantz: - Behe armadura Y norabidean beheerantz:	Minimoa: 14 cm Kalkulatua: 18 cm Kalkulatua: 18 cm Kalkulatua: 18 cm Kalkulatua: 18 cm	Betetzen da Betetzen da Betetzen da Betetzen da
Egiatzapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria: - Mota zurrunekeo zapata (EHE-08 araudiaren 58.2 artikulua) - Haustura erlazio txarrena (X norabidean): 0.77 - Haustura erlazio txarrena (Y norabidean): 0.74 - Neke ebakitzaila (X norabidean): 636.87 kN - Neke ebakitzaila (Y norabidean): 636.87 kN		

### 3.1.9.3 LOTURA HABEAK

Lotura habeak, trakziozko indarrak jasan ahal dituzten hormigoi armatuzko elementuak dira. Zapatak lotzen dituzte. Bere helburua zapaten desplazamendu horizontala ekiditzea da.

Eraikin honetan, erabilitako lotura habe guztiak berdinak izango dira, soilik ezberdinduko dira bere luzera dela eta (6,30 m eta 6,55 m). Hauen profila 40x40 cm<sup>2</sup>-koa izango da, eta armadurak Ø12-ko 4 barra korrugatu izango dira. Estriboak 25 cm-ka jarritako Ø8 barrak izango dira.

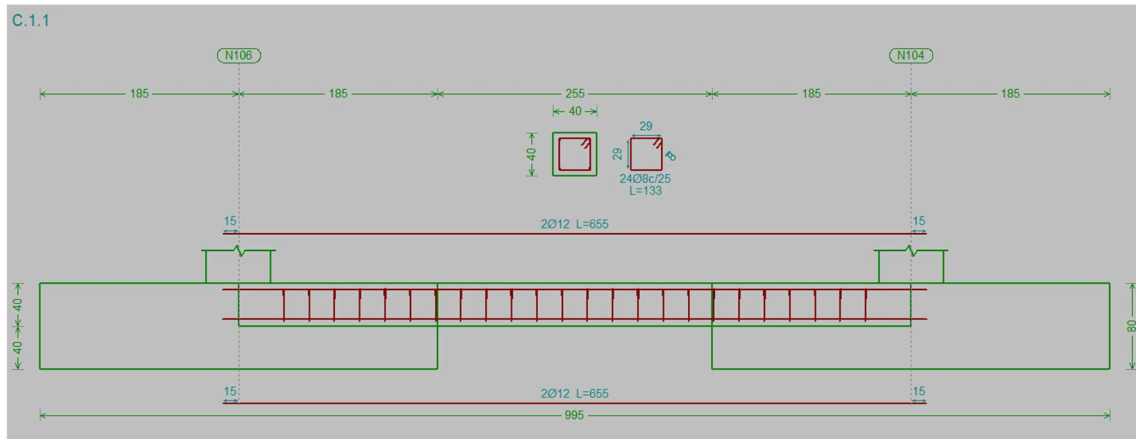
Lotura habeetan erabilitako hormigoia HA-25 izango da, agregakinaren tamaina maximoa 30 mm-takoa izanda. Erabilitako armadurak B 500 S motatakoak izango dira. Esposizio mota orokorra IIa izango da, lurperatuta daudelako, gainera Basaurin urtero 600 mm-tako prezipitazioak gaitzen direlako.



172.irudia: Lotura haben 3Da

#### 3.1.9.3.1 LOTURA HABEEN EGIAZTAPENAK

Egiaztapenak CYPE software-aren bitartez egingo dira. Lotura haben kasuan soilik profil bat erabiltzen denez, soilik egiaztapen bat adieraziko da.



173.irudia: Aurretiko portiko hastialaren lotura habearen plano

Erreferentzia: C.1.1 (Lotura habea) -Neurriak: 40.0 cm x 40.0 cm -Goi armadura: 2Ø12 -Behe armadura: 2Ø12 -Estriboak: 1xØ8c/25		
Egiaztapena	Balioak	Egoera
Estriboen diametro minimoa:	Minimoa: 6 mm Kalkulatua: 8 mm	Betetzen da
Estriboen arteko distantzia minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 69.4.1 artikulua</i>	Minimoa: 3.7 cm Kalkulatua: 24.2 cm	Betetzen da
Luzetarako armaduraren tarte minimoa: <i>EHE-08 araudiaren 69.4.1 artikulua</i>	Minimoa: 3.7 cm	
- Goi armadura:	Kalkulatua: 26 cm	Betetzen da
- Behe armadura:	Kalkulatua: 26 cm	Betetzen da
Estriboen arteko distantzia maximoa:		
- Ebakitzailerik gabe: <i>EHE-08 araudiaren 44.2.3.4.1 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm Kalkulatua: 25 cm	Betetzen da
Luzetarako armaduraren tarte maximoa: <i>EHE-08 araudiaren 42.3.1 artikulua</i>	Maximoa: 30 cm	
- Goi armadura:	Kalkulatua: 26 cm	Betetzen da
- Behe armadura:	Kalkulatua: 26 cm	Betetzen da
Egiaztapen guztiak betetzen dira		
Informazio gehigarria:		
- Luzetarako armaduraren diametro minimoa (EHE-08 araudiaren 58.8.2 artikulua): Minimoa: 12.0 mm, Kalkulatua: 12.0 mm (Betetzen du)		
- Ez dira karga zimentaziora ailegatzten.		

### 3.1.10 UREN EBAKUAZIOA

Uren ebakuazio sistemaren dimentsionamendua zehazteko **CTE DB HS dokumentua** jarraituko da. Batez ere HS 5 sekzioa eta beharrezko eranskinak.

Dimentsionamenduan bi sare bereiziko dira, lehenengoa hondakin-uren ebakuazioa izango da eta bigarrena euri-uren ebakuazioa.

Hondakin-uren sarearen funtzioa, sortutako hondakin-urak lurpean dagoen hondakin-uren arketaraino garraiatzea da, ondoren Basauriko A.H.V. industrialdeko hondakin-uren sare orokorrera bidaltzeko.

Beste aldetik, euri-uren sarearen funtzioa, eraikinaren estalkian jausitako euri-uren ebakuazioa gauzatzea da, horretarako lurpean dagoen euri-uren arketaraino garraiatzen dira, ondoren A.H.V. industrialdeko estolderia saretara bidaltzeko.

#### 3.1.10.1 HONDAKIN-UREN EBAKUAZIOA

Hondakin-uren sarea dimentsionatzeko, lehenengo eta behin zehaztu behar dira hondakin-urak sortuko dituzten elementuen ezaugarriak eta kopurua. Eraikin honen kasuan, bitan bananduko dira, beheko solairuko eta beheko solairuko elementuak.

Komun kopurua zehaztu da **1997ko apirilaren 14ko 486/1997 Errege Dekretuaren** jarraituz, 15 emakumeko komun bat jarri behar da gutxienez, gizonetzkoeei dagokionez komun bi jarri behar dira 25 gizonetzko.

Dutxa kopurua ere zehaztu da **486/1997 Errege Dekretua** jarraituz, gutxienez dutxa bat jarri behar da 10 langileentzako.

Komun bakoitzeko konketa bat jarri beharko da **486/1997 Errege Dekretuaren** arabera.

Hortaz, kontuan izanda solairu bakoitzean gehienez 20 langile egongo direla:

- **Beheko solairuan:**
  - 4 konketa (2 gizonentzako eta 2 emakumentzako).
  - 4 komun (2 gizonentzako eta 2 emakumentzako).
  - 6 dutxa (3 gizonentzako eta 3 emakumentzako).
  
- **Goiko solairuan:**
  - 4 konketa (2 gizonentzako eta 2 emakumentzako).
  - 4 komun (2 gizonentzako eta 2 emakumentzako).

3.1.10.1.1 ISURBIDE KOPURUA

Isurbide kopuru totalaren kalkulua egiteko, **CTE DB HS dokumentuaren HS 5** sekzioaren 4.1 taula (60. taula) erabiliko da.

60. taula: Gailu-sanitarioen isurbideak

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Konketa, komun eta dutxa kopurua eta erabilera publikoko edo pribatukoak diren jakinda, taularen bitartez isurbide kopuru totala lortuko da. Kasu honetan erabilera pribatua izango dutela esan ahal da. Beheko solairuko isurbide kopurua eta goiko solairuko isurbide kopuruak bereiziko dira.

61. taula: Beheko solairuko isurbide kopurua

Beheko solairua	Kopurua	Isurbide kop. (mm)	Diametro min. (mm)
Konketa	4	1	32
Dutxa	6	2	40
Komuna (zisternarekin)	4	4	100

61. taulan ikusi ahal diren balioekin beheko solairuko isurbide kopurua kalkulatu da.

$$\text{Beheko solairuko isurbide kop.} = 4 \cdot 1 + 6 \cdot 2 + 4 \cdot 4 = 32 \text{ isurbide}$$

62. taula: Goiko solairuko isurbide kopurua

Goiko solairua	Kopurua	UD kopurua	Diametro minimoa (mm)
Konketa	4	1	32
Komuna (zisternarekin)	4	4	100

62. taulan ikusi ahal diren balioekin goiko solairuko isurbide kopurua kalkulatu da.

$$\text{Goiko solairuko isurbide kop.} = 4 \cdot 1 + 4 \cdot 4 = 20 \text{ isurbide}$$

Behoko eta goiko solairuetako isurbide kopuruak jakinda, isurbide kopuru totala kalkulatu da.

$$\text{Isurbide kopuru totala} = 32 + 20 = 52 \text{ isurbide}$$

Komunen hodieriaren diametro minimoa 100 mm-takoa dela kontuan izanda, aukeratu da 110 mm-tako hodieria erabiltzea.

### 3.1.10.1.2 BILTEGIRATZE ADARRAK

Isurbide kopuru totala jakinda, biltegitratze adarren malda eta diametroa kalkulatzeko, **CTE DB HS dokumentuaren** HS 5 sekzioaren 4.3 taula (63. taula) erabiliko da.

63. taula: Biltegitratze adarren malda eta diametro minimoak

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente		
	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200



Aurretik kalkulatu isurbide kopuru totala 52 dela kontuan izanda, biltegiratze adarren ezaugarri minimoak %2-ko malda 90 mm-tako diametroarekin izango dira.

Erabiliko diren komun hodiak 110 mm-tako diametroa dute, hortaz, biltegiratze adarren ezaugarriak %1-ko malda 110 mm-tako diametroarekin izango dira.

64. taula: Biltegiratze adarren malda eta diametroa

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

### 3.1.10.1.3 HONDAKIN-UREN ZORROTENA

Isurbide kopurua eta solairu kopurua jakinda, hondakin-uren zotorren diametroa kalkulatu ahal izateko, **CTE DB HS dokumentuaren HS 5** sekzioaren 4.4 taula (65. taula) erabiliko da.

65. taula: Hondakin-uren zorrotenean diametro minimoa

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Goiko solairuko isurbide kopurua 20 dela kontuan izanda zotorren diametro minimoa 75 mm-takoa izango da.

Erabiliko diren komun hodiak 110 mm-tako diametroa dute, beraz, ur-hondakinen zorrotenean erabilitako hodiak ere 110 mm-tako diametroa izango du.

66. taula: Hondakin-uren zorrotzen diametroa

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

### 3.1.10.1.4 HONDAKIN-UREN BILTZAILE HORIZONTALAK

Hondakin-uren biltzaile horizontalen diametroa kalkulatzeko isurbide kopuru totala izan behar da kontuan. Horretarako, **CTE DB HS dokumentuaren HS 5** sekzioaren 4.5 taula (67. taula) erabiliko da.

67. taula: Hondakin-uren biltzaile horizontalen malda eta diametro minimoak

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Isurbide kopuru totala 52 dela jakinda, ondorioztatuko da ezaugarri minimoak %4-ko malda eta 75 mm-tako diametroa direla.

Erabiliko diren komunen hodiak 110 mm-tako diametroa dute, hortaz, biltegitratze horizontalen hodieriaren ezaugarriak %1-ko malda eta 110 mm-tako diametroa izango dira.

68. taula: Hondakin-uren biltzaile horizontalen malda eta diametroa

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

### 3.1.10.1.5 HONDAKIN-UREN ARKETA

Hondakin-uren arketa kalkulatzeko, **CTE DB HS dokumentuaren** HS 5 sekzioaren 4.13 taula (69. taula) erabiliko da.

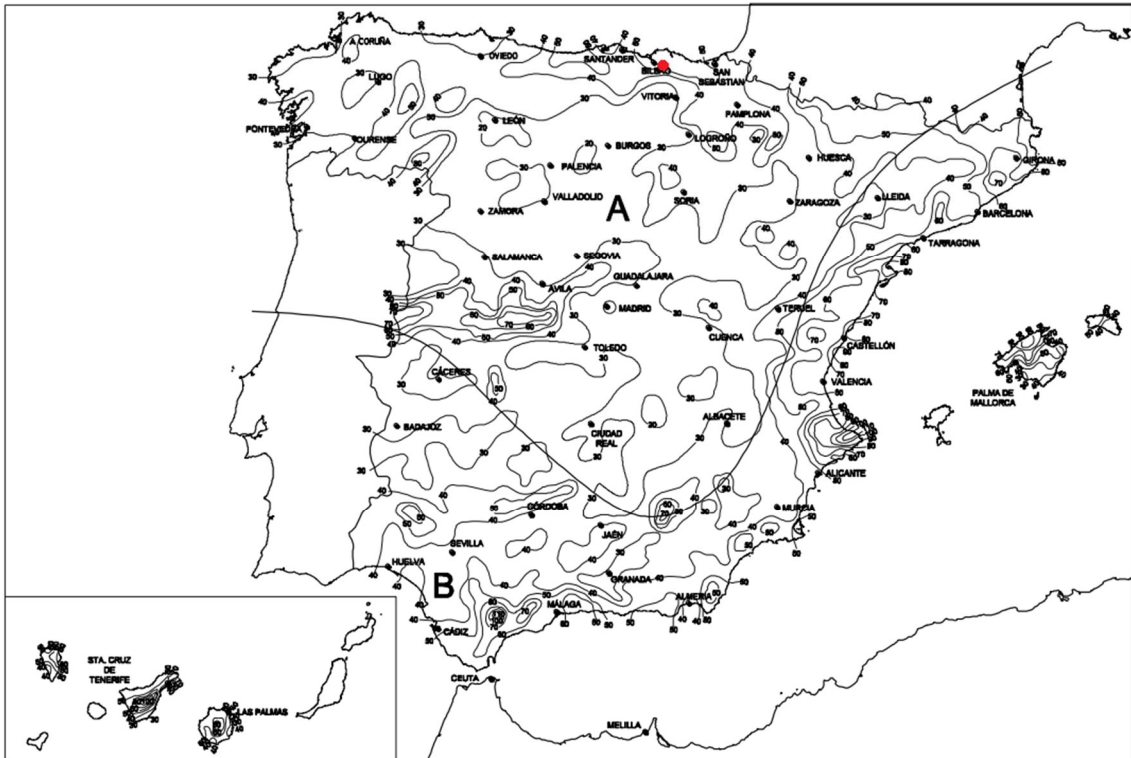
69. taula: Hondakin-uren arketa

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Aurretik zehaztutako hoderiaren diametroa 110 mm izanda, aukeratuko diren dimentsioak 50 cm (luzera) x 50 cm (zabalera) izango dira, hau da, 150 mm-tako irteera biltzaileari dagozkionak.

### 3.1.10.2 EURI-UREN EBAKUAZIOA

Euri-uren ebakuazioaren elementuak dimentsionatu ahal izateko, beharrezkoa da eraikina kokatuta dagoen lekuan ematen den euri-intentsitatea jakitea. Horretarako, **CTE DB HS dokumentuaren** B eranskina erabiliko da.



174.irudia: Isoyeten eta euri-zonaldeen mapa

Isoyeten mapa (174. irudia) ikusita, eraikina Basaurin kokatuta dagoela jakinda, esan ahal da eraikina A zonaldean dagoela eta kokatuta dagoen lekuan isoyeten balioa 50 dela. Hori kontuan izanda, **CTE DB HS dokumentuaren B.1 taula (70. taula)** erabiliz ondorioztatu ahal da euri-intentsitatea (i) 155 mm/h-tako balioa daukala.

70. taula: Euri intentsitatea (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Zona A</b>	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
<b>Zona B</b>	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

### 3.1.10.2.1 ESTOLDA-ZULOAK

Estolda-zuloak kalkulatzeko, **CTE DB HS dokumentuaren HS 5 sekzioaren 4.6 taula (71. taula)** erabiltzen da.

71. taula: Estolda-zulo kopurua

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 < S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Estolda-zulo kopurua estalkiaren proiektzio horizontalaren arabera kalkulatu da. Kasu honetan 2100 m<sup>2</sup>-tako proiektzio horizontala dago, bi uretara diseinatuta dagoenez alde bakoitzari 1050 m<sup>2</sup>-tako balioa dagokio.

$$Estolda - zulo kopurua = \frac{2100}{150} = 14 \text{ estolda - zulo}$$

Guztira 14 estolda-zulo egongo dira, 7 alde bakoitzean.

### 3.1.10.2.2 KANALOIAK

Kanaloiak kalkulatzeko kontuan izan behar da estalkiaren proiektzio horizontala, baina soilik estolda-zulo bakoitzari dagokiona.

$$S_{estolda} = \frac{\text{Proiektzio horizontal totala}}{\text{Estolda - zulo kopurua}} = \frac{2100}{14} = 150 \text{ m}^2$$

Alde bakoitzean 7 estolda-zulo daudenez, bakoitzari dagokion proiektzio horizontala 150 m<sup>2</sup> izango dira.

71. taulak 100 mm/h-ko euri-intentsitaterako balioak hartzen ditu kontuan. 155 mm/h-ko euri-intentsitatea daukan eraikinaren kanaloiak kalkulatzeko zuzenketa faktore bat erabili behar da.

$$f = \frac{i}{100} = \frac{155}{100} = 1,55$$

$$S'_{estolda} = 1,55 \cdot 150 = 232,5 \text{ m}^2$$

Zuzenketa faktorea aplikatu eta gero estolda-zulo bakoitzari dagokion proiektzio horizontalaren balioa 232,5 m<sup>2</sup>-takoa da.

**CTE DB HS dokumentuaren** HS 5 sekzioaren 4.7 taula (72. taula) erabiliko da kalkulua gauzatzeko.

72. taula: Kanaloien malda eta diametroa

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	Pendiente del canalón			
	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Kanaloiak, 72. taulan ikusi ahal den moduan, %1-ko malda izango dute 200 mm-ko diametroarekin.

### 3.1.10.2.3 EURI-UREN ZORROTENAK

Euri-uren zorrotenak dimentsionatzeko, **CTE DB HS dokumentuaren HS 5** sekzioaren 4.8 taula (73. taula) erabiltzen da.

73. taulan ikusi ahal den moduan, euri-uren zorrotenen diametroa zehazteko beharrezkoa da estalkiaren proiektzio horizontala. 73. taularen balioak 100 mm/h-ko euri-intentsitatea daukaten tokientzako balio dute. Hortaz, aurretik kalkulaturako zuzenketa faktorea erabiliko da 155 mm/h-ko euri-intentsitatera egokitzeko.

$$S' = 1,55 \cdot \frac{2100}{2} = 1627,5 \text{ m}^2$$

Zuzenketa faktorea aplikatu eta gero, alde bakoitzaren proiektzio horizontala 1627,5 m<sup>2</sup>-tako balioa izango du.

73. taula: Euri-zorrotenen diamentroa

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Proiektzio horizontalaren balio egokitu kalkulatu eta gero, 73. taulan ikusi ahal den moduan, euri-uren zorroten diametro nominala 200 mm-takoa izango da.

### 3.1.10.2.4 EURI-UREN BILTZAILAK

Euri-uren biltzaileak kalkulatzeko kontuan izan behar da estalkiaren proiektzio horizontala. **CTE DB HS dokumentuaren** HS 5 sekzioaren 4.9 taula (74. taula) erabiliko da kalkulua gauzatzeko.

Estalkiaren proiektzio horizontal totala 2100 m<sup>2</sup>-tako balioa dauka. Baina kontuan hartu behar da eraikina bi uretara diseinatuta dagoela, hortaz, alde bakoitzaren proiektzio horizontala erabili beharko da, hau da, 1050 m<sup>2</sup>.

74. taula: Euri-uren biltzaileen malda eta diametroa

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> ) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Proiektzio horizontala kontuan hartuta, aukeratu dira %1-ko malda eta 200 mm-tako diametroa daukaten euri-uren biltzaileak.

### 3.1.10.2.5 EURI-UREN ARKETA

Euri-uren arketak kalkulatzeko, **CTE DB HS dokumentuaren** HS 5 sekzioaren 4.13 taula (75. taula) erabiliko da.

75. taula: Euri-uren arketa

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Aurreko kalkuluetan oinarrituta, 75. taulan ikusi ahal den moduan, euri-uren arketen neurriak 60 cm (luzera) x 60 cm (zabalera) izango dira.

### 3.1.11 ERABILITAKO BALIABIDEAK

#### 3.1.11.1 BIBLIOGRAFIA

- Nonnast, Robert, "El proyectista de estructuras metálicas Vol. 1"; Ediciones Paraninfo S.A., 1987
- Nonnast, Robert, "El proyectista de estructuras metálicas Vol. 2"; Ediciones Paraninfo S.A., 1987
- Argüelles Alvarez, Ramón; Arriaga Martiegui, Francisco; Argüelles Bustillo, Ramón; Argüelles Bustillo, Jose María; Atienza Reales, José Ramón, "Estructuras de acero"; Ediciones Bellisco S.A., 2013

#### 3.1.11.2 PROGRAMAK

- CYPE Ingenieros
- CESPLA
- CRANEWAY

#### 3.1.11.3 KATALOGOAK ETA PRONTUARIOAK

- "Grupo Panel Sandwich" enpresako estalkiko itxituren katalogoa.
- "Grupo Panel Sandwich" enpresako fatxadako itxituren katalogoa.
- ABUS enpresako zubi garabien katalogoa.
- ArcelorMittal enpresako errailen katalogo orokorra.
- ArcelorMittal enpresako Arval forjatuen katalogoa.
- Condesa enpresako hodi estrukturalen katalogoa.
- "Grupo Hierros Alfonso" enpresako xafla ildaskatuen katalogoa.
- EUROGRATE enpresako eskubanden katalogoa.
- Altzairuzko profilen prontuarioa.



#### 3.1.11.4 WEB-ORRIALDEAK

- Basauriko udaletxea: <https://bit.ly/2TZzcRs>
- Eraikuntzaren Kode Teknikoaren webgunea: <https://bit.ly/2LgEKWC>
- CYPE Ingenieros: <https://bit.ly/1nJoLAA>
- CYPE azalpen bideoak: <https://bit.ly/2Sf39uS>
- CRANEWAY: <https://bit.ly/2InBHvm>
- “Solo Arquitectura” foroa: <https://bit.ly/2ScJgEP>

Bilbon, 2019ko ekainaren 17an

Del Teso Romero, Pablo  
Ingeniaritza Mekanikoan Graduatua